

## Katalogdaten im Frühjahrssemester 2024

### Agrarwissenschaften Bachelor

#### ► 2. Semester

#### ►► Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-2002-02L	Chemie II	O	5 KP	2V+2U	J. Cvengros, J. E. E. Buschmann, P. Funck, R. Verel
Kurzbeschreibung	Chemie II: Redoxreaktionen, Chemie der Elemente, Einführung in die organische Chemie				
Lernziel	In dem Fach Chemie II werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				
Inhalt	<p>Erarbeiten der Grundlagen von anorganischer und organischer Stoffchemie</p> <p>1. Redoxreaktionen</p> <p>2. Anorganische Stofflehre Regeln und Beispiele anorganischer Nomenklatur: Verbindungen, Ionen, Säuren, Salze, Komplexverbindungen. Ein Gang durch die Elementgruppen, ihrer Typologie und ihrer wichtigen Verbindungen. Beschreibung einiger bedeutender industrieller Produktionsverfahren. Das Entstehen von Verbindungen als Konsequenz der Elektronenstruktur der Valenzschale.</p> <p>3. Einführung in die Organische Chemie Stofflehre: Beschreibung der wichtigsten Stoffklassen und funktionellen Gruppen, Einführung in deren Reaktivität. Stereochemie: Raumanordnung von Molekülbausteinen. Reaktionsmechanismen: SN1 und SN2- Reaktionen; Elektrophile aromatische Substitution; E1- und E2- Eliminationsreaktionen; Additionsreaktionen an C=C-Doppelbindungen; Chemische Reaktivität von Carbonyl- und von Carboxylgruppen.</p>				
Literatur	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMIE. 14. Auflage, Pearson Studium, 2018.				
Kompetenzen	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, PRINCIPLES OF MODERN CHEMISTRY, 8th Edition, Thomson, London, 2016.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
401-0252-00L	<b>Mathematik II: Analysis II</b> <i>Am Mittwoch der ersten Semesterwoche findet die freiwillige Zwischenprüfung zur Leistungskontrolle als Jahreskurs statt. Die Raum-Aufteilung wird per E-Mail kommuniziert.</i>	O	7 KP	5V+2U	A. Cannas da Silva, S. Kalisnik Hintz
Kurzbeschreibung	Fortführung der Themen von Mathematik I mit Schwerpunkt auf der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung.				
Lernziel	Mathematik ist von immer grösserer Bedeutung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Grund dafür ist das folgende Konzept zur Lösung konkreter Probleme: Der entsprechende Ausschnitt der Wirklichkeit wird in der Sprache der Mathematik modelliert; im mathematischen Modell wird das Problem - oft unter Anwendung von äusserst effizienter Software - gelöst und das Resultat in die Realität zurück übersetzt.				
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesungen Mathematik I und II ist es, die einschlägigen mathematischen Grundlagen bereit zu stellen. Differentialgleichungen sind das weitaus wichtigste Hilfsmittel im Prozess des Modellierens und stehen deshalb im Zentrum beider Vorlesungen.</p> <p>- Mehrdimensionale Differentialrechnung: Funktionen von mehreren Variablen, partielle Ableitungen, Kurven und Flächen im Raum, Skalar- und Vektorfelder, Gradient, Rotation und Divergenz.</p> <p>- Mehrdimensionale Integralrechnung: Mehrfachintegrale, Linien- und Oberflächenintegrale, Arbeit und Fluss, Integralsätze von Gauss und Stokes, Anwendungen.</p> <p>- Einführung in Partielle Differentialgleichungen: Trennung der Variablen, Wärmeleitungs-, Wellen- und Potential-Gleichung.</p>				
Skript	Siehe Moodle-Webseite und Literatur				
Literatur	<p>- Thomas, G. B., M.D. Weir und J. Hass: Analysis 2, Pearson.</p> <p>- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Bd. 2 und 3.</p> <p>- Hungerbühler, N.: Einführung in partielle Differentialgleichungen, vdf.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathe-Lab (Präsenzstunden): Bitte entnehmen Sie der Moodle-Webseite den Zeitplan für das Mathe-Lab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	

<b>551-0002-00L</b>	<b>Allgemeine Biologie II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Sauer, K. Bombles, O. Y. Martin</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Biochemie (Makromoleküle, Membranen, Zellstrukturen, Stoffwechsel) Molekulargenetik (Genexpression und Regulation, vom Gen zum Protein) Physiologie höherer Pflanzen (Struktur, Wachstum, Entwicklung, Nährstoffe, Transport und Reproduktion)				
Lernziel	Verständnis grundlegender Konzepte molekularer Biologie und Physiologie.				
Inhalt	Zelluläre Funktionen auf der Ebenen von Molekülen und Strukturen. Molekulare Vorgänge in der Prozessierung vom Gen zum Protein. Pflanzenphysiologie.				
	Die folgenden Campbell Kapitel werden behandelt:				
	Woche 1-5:				
	5 Biological macromolecules and lipids				
	7 Cell structure and function				
	8 Cell membranes				
	10 Respiration: introduction to metabolism				
	10 Cell respiration				
	11 Photosynthetic processes				
	Woche 6-9:				
	16 Nucleic acids and inheritance				
	17 Expression of genes				
	18 Control of gene expression				
	19 DNA Technology				
	Woche 9-13:				
	35 Plant Structure and Growth				
	36 Transport in vascular plants				
	37 Plant nutrition				
	38 Reproduction of flowering plants				
	39 Plants signal and behavior				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Campbell, Reece et al: "Biologie" (12th global edition); Pearson 2021.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-0270-00L</b>	<b>Ökologie und Systematik von Algen und Pilzen</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Maurhofer Bringolf</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Morphologie, Systematik und Oekologie von Algen, Pilzen und Flechten				
Lernziel	Grundkenntnis der Systematik und Morphologie von Algen und Pilzen und ihrer Bedeutung in Ökosystemen anhand praktischer Beispiele.				
Inhalt	Einführung in die Kryptogamen: systematische Einordnung der Algen, Protisten und Pilze; Entwicklungszyklen dieser Organismen in natürlichen und androgenen Ökosystemen und ihre Bedeutung dargestellt anhand von ausgewählten Beispielen. Die Gemeinsamkeiten resp die unterschiedlichen Eigenschaften zwischen verschiedenen systematischen Gruppen welche einerseits zur Klassifikation verwendet werden, andererseits zu unterschiedlichen oder gleichartigen Strategien zur Bekämpfung oder Förderung der Organismen in verschiedenen Ökosystemen (Agrar-, Forst- aquatische und Lebensmittel-Systeme) führen, sollten verstanden werden. Es werden Beispiele aus der Lehre der Pflanzen-Krankheiten, der Medizin, der Lebensmittelherstellung und Verwendung, der Biotechnologie, sowie der Meeres/Gewässerökologie verwendet um die Bedeutung für Mensch und Ökosysteme darzustellen.				
	Form: Vorlesung mit Demonstrationsmaterial				
	Kursinhalt: Prokaryotische Algen (Cyanophyta), Eukaryotische Algen, Pilzähnliche Protisten, Pilze, Flechten: Systematik, Lebenszyklen, Ökologie, Bedeutung.				
Skript	Ausführliches Skript wird in der ersten Vorlesungsstunde verkauft				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Vorlesung findet ausschliesslich vor Ort statt und wird nicht aufgezeichnet werden				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-0280-00L</b>	<b>Kulturpflanzen im World Food System</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Walter, A. Lüscher</b>
Kurzbeschreibung	Kulturpflanzen im World Food System stellt ausgewählte Kulturpflanzen im Kontext verschiedener Nutzungssysteme der Schweiz und der Tropen dar und zeigt gegenseitige Beziehungen auf. Am Beispiel dieser Pflanzen werden allgemeine Prinzipien des Anbaus und der Bedeutung im World Food System dargestellt.				
Lernziel	Die Lehrveranstaltung zielt darauf ab, unter den Studierenden das Verständnis zu fördern für die Herkunft unserer Nahrungsmittel und für die Grundlagen, Möglichkeiten und Einschränkungen bei deren Erzeugung. Am Beispiel ausgewählter Kulturpflanzen stärkt sie die Fähigkeit der Studierenden, Nutzungssysteme zu analysieren und Anbausysteme von Kulturpflanzen als Ausdruck ökologischer und ökonomisch-politischer Rahmenbedingungen zu verstehen.				
	Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:				
	a) Die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen der Schweiz zu erkennen.				
	b) Nutzungssysteme im weltweiten Kontext und ihre Beziehungen untereinander zu analysieren.				
	c) Anbausysteme von Kulturpflanzen und ihre Bedeutung im Ernährungssystem als Ausdruck ökologischer und betrieblicher Rahmenbedingungen zu verstehen				
	d) Auswirkungen des Marktes (Inland, Export) und ökologisch-politischer Rahmenbedingungen auf Anbausystem und -intensität einiger ausgewählter Kulturpflanzen zu erfassen				

Inhalt	Die Veranstaltung gliedert sich in zwei Abschnitte, die von Dozierenden aus dem jeweiligen Fachgebiet unterrichtet werden.				
	<p>Im ersten Abschnitt von acht oder neun Doppelstunden werden vor allem zentrale Kulturpflanzen der Schweiz und angrenzender Länder behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei auf Weizen gelegt. Für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen werden zentrale Aspekte der Produktion, aber auch der Nutzung und Qualitätskriterien der Produkte vorgestellt. Auch Weiterentwicklungsmöglichkeiten für Anbau und Entwicklung neuer Sorten sowie Forschungsfelder werden angesprochen. Ferner werden ausgewählte tropische Nutzpflanzen in für sie typischen Nutzungssystemen dargestellt. Bei allen Kulturpflanzen werden folgende Themen in unterschiedlicher Intensität behandelt: Ihre Bedeutung im Ernährungssystem, daraus gewonnene Produkte, Botanik, Oekophysiologie, Anbautechnik, Züchtung sowie ernährungsphysiologische Aspekte.</p> <p>Im zweiten Abschnitt werden die Bedeutung der Wiesen und Weiden als Landnutzungsform und das Leitbild des Schweizerischen Futterbaus vorgestellt. Morphologische Eigenschaften und Ansprüche der wichtigsten Gräser- und Leguminosenarten zur Raufutterproduktion im gemässigten Klima werden dargestellt. Darauf aufbauend wird beispielhaft die Bewirtschaftung intensiv und extensiv genutzter Wiesen behandelt und aufgezeigt wie sich diese unterschiedliche Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung und die Leistungen der Wiese auswirkt.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>751-0282-00L</b>	<b>Nutztierwissenschaften im World Food System</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. E. Ulbrich</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung werden das natürliche Verhalten und Haltungssysteme verschiedener Nutztierarten und die verschiedenen Nahrungsmittel tierischer Herkunft vorgestellt.				
Lernziel	In dieser Vorlesung wird der Bedeutung der landwirtschaftlichen Nutztiere in der Lebensmittelwertschöpfungskette nachgegangen. Dabei lernen die Studierenden sowohl die physiologischen Grundlagen, Haltungssysteme und Verbreitung verschiedener Nutztierarten im World Food System sowie deren Produkte und Produktionsverfahren kennen. Kritisch hinterfragt werden insbesondere der nutritive Wert von verschiedenen Lebensmitteln tierischer Herkunft, die ökonomische Beurteilung von Produktionsverfahren, die Diskussion um „Feed vs. Fork“, ökologische Fussabdrücke von Nutztieren im Zusammenhang mit standortangepasster Nutzung, kulturelle Hintergründe sowie das ethische Verständnis der Nutztierhaltung. Diese Spannungsfelder werden einzeln und verknüpft in Kontexte gestellt, um zu Beurteilungsansätzen nachhaltiger Produktion zu gelangen. Die Studierenden werden lernen, Zusammenhänge und Zielkonflikte zu verstehen und sich mit Fragen zur Sicherung der Welternährung auseinanderzusetzen, um zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten von Nutztieren in der Lebensmittelwertschöpfungskette einschätzen zu können.				
Literatur	<p>Nutztiere in der Lebensmittelkette (Reinhard Fries, UTB Verlag)</p> <p>Anatomie und Physiologie der Haustiere (Klaus Loeffler, UTB Verlag)</p> <p>Krankheitsursache Haltung (Thomas Richter Hrsg., Enke Verlag)</p> <p>Farbatlas Nutztierassen (Hans Hinrich Sambras, Ulmer Verlag)</p> <p>Domestic Animal Behaviour (Katherine A. Houpt, Wiley-Blackwell)</p> <p>Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger (Rimbach et al., Springer, Berlin 2010)</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>751-0014-00L</b>	<b>Agrarökonomie im World Food System</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E.-M. Meemken</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung widmet sich den grossen sozialen und umweltbezogenen Herausforderungen in globalen Ernährungssystemen. Wir vermitteln einen Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse sowie Konzepte und Theorien, um Problemursachen und politische Handlungsoptionen zu beleuchten. Fallstudien aus verschiedenen Regionen werden herangezogen, um Studierenden Einblicke in Forschungsmethoden zu geben.				
Lernziel	Der Kurs hat das Ziel, dass sich Studierende kritisch und unter Nutzung von grundlegenden Konzepten und Theorien mit Fragen auseinandersetzen, die in der Wissenschaft und besonders agrarökonomischen Forschung sowie in dem öffentlichen und politischen Diskurs diskutiert werden. Nach erfolgreichem Abschluss können Studierende die Hauptaussagen agrarökonomischer Forschungsartikel verstehen und einordnen sowie Erkenntnisse und Konzepte auch zur kritischen Einordnung von z.B. Medienbeiträgen heranziehen.				
Inhalt	Verschiedene Themen werden behandelt. Hier ist ein Kurzüberblick mit Beispielen: Armut und ländliche Entwicklung, die "wahren" Kosten von Lebensmitteln, Nachhaltigkeitsstandards, Arbeit in der Landwirtschaft, internationaler Agrarhandel, Gender in Ernährungssystemen, Ernte- und Nahrungsmittelverluste, Ressourcenkonflikte und Landwirtschaft in Krisenregionen, Landnutzung, und Klimawandelanpassung.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden im Laufe des Semesters zur Verfügung gestellt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremtzer</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				

Inhalt	1. Privatrecht Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.		
	2. Öffentliches Recht Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahrenrecht, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.		
Literatur	Moodle Link: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-0304-00L	<b>Exkursionen im World Food System ■</b> <i>Nur für Agrarwissenschaften BSc (2. Semester).</i>	O	1 KP	2P	B. Dorn
Kurzbeschreibung	Auf den «Exkursionen im World Food System» erweitern und vertiefen die Studierenden der Agrarwissenschaften Vorlesungsinhalte der ersten beiden Studiensemester im praktischen Umfeld.				
Lernziel	Die Studierenden - erweitern und vertiefen Themen aus den Vorlesungen «World Food System», «Kulturpflanzen im World Food System», «Nutztierrwissenschaften im World Food System», «Agrarökonomie im World Food System» sowie «Diversität der Algen und Pilze» in der Praxis - erarbeiten sich anhand von Vorbereitungsmaterialien vor der Exkursion selbständig Wissen zu einem gegebenen Exkursionsthema - formulieren Fragen an die Exkursionsleitung und Exkursionsbeteiligten und diskutieren diese mit ihnen und untereinander - geben Feedback zu den besuchten Exkursionen				
Inhalt	Es werden mehrere eintägige Exkursionen angeboten, welche verschiedene Themenbereiche der Agrarwissenschaften abdecken.				
Skript	Exkursionsbeschreibungen und Vorbereitungsmaterialien für die Exkursionen finden sich im Moodle Kurs.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Anmeldung zu den Exkursionen erfolgt gemäss separater Ausschreibung im Februar 2024.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert

## ►► Grundlagenfächer II: Prüfungsblock

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0062-00L	<b>Physik I</b>	O	5 KP	3V+1U	A. Vaterlaus
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise der Physik mit Hilfe von Konzeptfragen, Demonstrationsexperimenten und Problemlösung. Wo immer möglich werden Anwendungen aus Mechanik, Fluidodynamik und Wärmelehre aus den Bereichen der Studiengänge vermittelt.				
Lernziel	Förderung des wissenschaftlichen Denkens. Es soll die Fähigkeit entwickelt werden, beobachtete physikalische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen.				
Inhalt	Mechanik des Massenpunktes, Mechanik starrer Körper, Arbeit, Energie, Leistung, Schwingungen und Einführung in die Wärmelehre.				
Skript	Skript wird verteilt				
Literatur	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2022.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Agrarwissenschaftliche Grundlagenfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>751-8001-00L</b>	<b>Agrartechnische Produktionsverfahren</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Anken, M. Sax</b>
Kurzbeschreibung	Der Weg „Vom Gras zur Milch“ und „Vom Korn zum Ei, Poulet oder Steak“ wird von Feld bis Stall durch zahlreiche Produktionsschritte und Verfahren bewältigt. Dabei stehen die Bodenbearbeitung, Futterernte und Futterqualität sowie die Tierhaltung in einem sehr engen ökonomischen und ökologischen Zusammenhang.				
Lernziel	Die Studierenden sollen die wichtigsten agrartechnischen Produktionstechniken und –verfahren in der Aussen- und Innenwirtschaft kennen lernen sowie deren praktischen Einsatz planen und beurteilen können. Die vermittelten fundierten Kenntnisse helfen den Studierenden, die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen von den aufgezeigten Techniken und Verfahren darzustellen.				
Inhalt	Vom Gras zur Milch 1. Grünfütterernte 2. Hofdünger- und Mineraldüngertechnik 3. Silier- und Heulagertechnik 4. Fütterungsstrategien Milchvieh 5. Aufstallungssysteme Milchvieh 6. Einstreu- und Entmistungssysteme  Vom Korn zum Ei, Poulet oder Steak 7. Bodenbearbeitung und Bestellung 8. Leistung und Energiebedarf von Traktoren 9. Pflanzenschutz und Erntetechnik 10. Aufstallungs- und Fütterungssysteme Schweine und Federvieh 11. Digitale Technologien und Datenmanagement in der Aussenwirtschaft 12. Digitale Technologien und Datenmanagement in der Innenwirtschaft (Nutztierhaltung)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>751-5000-00L</b>	<b>Sustainable Agroecosystems I ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Six, K. Benabderrazik, M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	Welche Faktoren, Prozesse und Interaktionen beeinflussen die Funktionsfähigkeit von Agrarökosystemen? In dieser Lehrveranstaltung mit integrierter Übung und Exkursion werden landwirtschaftliche Verfahren im Hinblick auf eine Förderung der Ressourceneffizienz analysiert, wobei die Verringerung negativer Umweltwirkungen und die Sicherung der sozio-ökonomischen Tragfähigkeit berücksichtigt wird.				
Lernziel	Die Studierenden setzen sich kritisch mit Konzepten der nachhaltigen Landwirtschaft, Agrarökosystemen und Agrarökologie auseinander.				
Inhalt	The course will address a wide range of agricultural and food systems topics in both temperate and tropical contexts, from the diversity of farming system, to climate smart agriculture to sustainable assessment. A wide variety of case studies will be presented, and complemented with a farm visit during the semester. Along the semester, the class is integrating practical exercises within a greenhouse.				
Literatur	Gliessman, S.R., Méndez, V.E., Izzo, V.M., & Engles, E.W. (2022). Agroecology: Leading the Transformation to a Just and Sustainable Food System (4th ed.). CRC Press. <a href="https://doi.org/10.1201/9781003304043">https://doi.org/10.1201/9781003304043</a>  Wezel, A., Herren, B.G., Kerr, R.B. et al. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. Agron. Sustain. Dev. 40, 40 (2020). <a href="https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z">https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die integrierten Übungen ermöglichen es den Studierenden das erworbene Wissen in einem mehrmonatigen Gewächshausexperiment zu erproben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ► Agrarwissenschaftliche Fachbereiche

### ►► Agrarökonomie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-2312-00L</b>	<b>Agrarpolitik</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Huber</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung werden die Grundlagen für das Verständnis der Ausgestaltung und der Prozesse in der Schweizer Agrarpolitik vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden haben ein fundiertes und differenziertes Verständnis der Schweizer Agrarpolitik und können sich kritisch mit agrarpolitischen Entwicklungen und Diskussionen auseinandersetzen.				

Inhalt	Inhaltlich besteht die Vorlesung aus vier Teilen. Der erste Teil beschäftigt sich mit dem Umfeld der Agrarpolitik in einem internationalen Kontext. Im zweiten Teil werden theoretische und konzeptionelle Grundlagen der Agrarpolitik beschrieben mit einem Schwerpunkt auf der wohlfahrtsökonomischen Bewertung von agrarpolitischen Instrumenten. Anschliessend wird im dritten Teil die Ausgestaltung der Schweizer Agrarpolitik im Detail vorgestellt. Der vierte Teil setzt den Fokus auf die Institutionen und Prozesse der Agrarpolitik im Kontext der neuen politischen Ökonomie.				
Skript	Huber R. Einführung in die Schweizer Agrarpolitik. vdf Verlag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>751-1101-10L</b>	<b>Finanz- und Rechnungswesen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Die Buchhaltung und Kostenkalkulation verstehen				
Lernziel	Buchhaltung und Kostenkalkulation verstehen und anwenden können				
Inhalt	Die Bestandteile der Finanzbuchhaltung, die Bilanz und die Erfolgsrechnung, werden schrittweise erklärt und zur doppelten Buchhaltung zusammengeführt. Weiter bilden die Mitteleflussrechnung und die Kennzahlenanalyse inhaltliche Schwerpunkte. Schliesslich werden die beiden Bereiche der Betriebsbuchhaltung, die Kostenkalkulation und die Kosten-/Leistungsrechnung (Deckungsbeitrag und Vollkostenrechnung) erläutert. Die Übungen machen rund ein Drittel der Vorlesung aus.				
Skript	steht zur Verfügung				
Literatur	Meyer, C., 2012, Betriebswirtschaftliches Rechnungswesen, 3. Überarbeitete Auflage, Schulthess, Zürich.				
<b>751-1304-00L</b>	<b>Management für Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft I</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von Grundlagenwissen zum Management von Institutionen, insbesondere Unternehmen, in institutioneller und personaler Hinsicht.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung sollen die Studierenden				
	- über einen Orientierungsrahmen (Landkarte zur Orientierung) verfügen, der ihnen erlaubt, die wichtigen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Management von Institutionen einzuordnen, ihr Denken und Vorgehen zu strukturieren sowie sich mit anderen in einer gemeinsamen Sprache darüber auszutauschen.				
	- die wichtigsten Management-Ansätze aus der Geschichte kennen.				
	- die wichtigsten Grundsätze, Aufgaben und Werkzeuge der personalen Führungstätigkeit in Institutionen kennen.				
Inhalt	Die Vorlesung geht auf folgende Inhalte ein:  Im Zentrum steht der institutionelle Aspekt des Managements von Institutionen, insbesondere Unternehmen. Dabei wird ein Management-Modell behandelt, welches die Analyse- und Handlungsfähigkeit der Anwender im Kontext von unternehmerischen Fragestellungen erweitern hilft (Orientierungshilfe). Dabei geht es immer um die Unterstützung von Entscheidungen bei der Gestaltung, Lenkung und Entwicklung von komplexen Systemen, z.B. Unternehmen.  Im weiteren werden die wichtigsten Management-Ansätze in kurzer Form behandelt. Zudem wird im Sinne eines kurzen Überblicks auch auf die personalen Aspekte des Managements eingegangen (Grundsätze, Aufgaben, Werkzeuge).				
Skript	Die in der Vorlesung behandelten Darstellungen und Fallbeispiele werden den Studierenden in elektronischer Form zu Verfügung gestellt.				
Literatur	Zusätzlich zu den Unterlagen werden die Inhalte des Buches "Das neue St. Galler Management-Modell" von J. Rüegg-Stürm behandelt. Johannes Rüegg-Stürm (2003): "Das neue St. Galler Management-Modell. Grundkategorien einer integrierten Managementlehre. Der HSG-Ansatz." Haupt, Bern.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung		gefördert	
	Menschenführung und Verantwortung		gefördert		
	Sensibilität für Vielfalt		gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert		
<b>751-1560-00L</b>	<b>Produktion, Investition und Risikomanagement in der Landwirtschaft</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Finger, L. Zachmann</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung und Anwendung von betriebswirtschaftlichem Konzepten, Analyse- und Planungsinstrumenten sowie Aspekten des Risikomanagements in der Landwirtschaft.				
Lernziel	Studierende sollen am Ende der Vorlesung i) verschiedene Methoden und Instrumente auf Fragestellungen der Produktionsplanung, Investition und Finanzierung sowie der Risikoanalyse und des Risikomanagements anwenden können, ii) über verschiedenen Werkzeuge zur unternehmerischen Entscheidungsunterstützung verfügen, iii) die Umsetzung mit relevanter Software (z.B. R) beherrschen.				
Inhalt	Die Vorlesung geht auf folgende Inhalte, mit spezifischen Anwendungen im Agrar- und Ernährungssektors ein:  Produktionstheorie & Produktionsprogrammplanung Integrierte Planung von Investition & Finanzierung Risikoanalyse & Risikomanagement im Unternehmen  Die Veranstaltung kombiniert Vorlesungen, die eigenständige Aufarbeitung von Inhalten, Übungsblöcke und Anwendungen in relevanter Software				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden im Laufe des Semesters zur Verfügung gestellt				
Literatur	Musshoff, O. und Hirschauer, N. (2016). Modernes Agrarmanagement: Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. 4. Auflage. Vahlen <a href="http://www.vahlen.de/productview.aspx?product=16441820">http://www.vahlen.de/productview.aspx?product=16441820</a>  Debertin, D. L. (2012). Agricultural production economics. University of Kentucky. <a href="http://uknowledge.uky.edu/agecon_textbooks/1/">http://uknowledge.uky.edu/agecon_textbooks/1/</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-1500-00L</b>	<b>Entwicklungsökonomik</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Harttgen</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in theoretische und empirische Grundlagen wirtschaftlicher Entwicklung. Theorie der Wirtschaftspolitik für Armutsreduktion.				
Lernziel	Das Ziel dieser Vorlesung besteht darin, die Studierenden in grundlegende entwicklungsökonomische und damit verwandte wirtschafts- und entwicklungspolitische Zusammenhänge einzuführen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer theoretischen und empirischen Einführung in die Konzepte der Armutsreduktion und Fragen der Bekämpfung von sozioökonomischer Ungleichheit. Davon ausgehend werden wichtige exogene und interne Triebkräfte erörtert, die wirtschaftliche Entwicklung und Armutsreduktion fördern oder behindern sowie wirtschafts- und entwicklungspolitische Maßnahmen besprochen, um globale Armut zu überwinden. Im Einzelnen wird dabei auf folgende Themen eingegangen:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung von Entwicklung, Armut und Ungleichheit</li> <li>- Theorien des Wirtschaftswachstums</li> <li>- Handel und Entwicklung</li> <li>- Bildung, Gesundheit, Bevölkerung und Entwicklung</li> <li>- Rolle des Staates und von Institutionen</li> <li>- Fiskal-, Geld- und Wechselkurspolitik.</li> </ul>				
Skript	Keines.				
Literatur	Günther, Harttgen und Michaelowa (2020): Einführung in die Entwicklungsökonomik.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Besonderes: Flipped class room: Die Veranstaltung besteht aus einem Seminarteil, aus eigener Literaturlerarbeit sowie der Bearbeitung von Aufgabenblättern.</p> <p>Die Vorlesung basiert auf: Günther, Harttgen und Michaelowa (2019): Einführung in die Entwicklungsökonomik. Einzelne Kapitel müssen jeweils vor den Veranstaltungen gelesen werden. In den Veranstaltungen wird das Gelesene diskutiert und angewendet. Auch werden offene Fragen der Kapitel und Übungen besprochen.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>363-0570-00L</b>	<b>Principles of Econometrics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J.-E. Sturm, A. Beerli</b>
	<i>Prerequisites: previous knowledge in economics.</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of econometrics. We cover simple and multiple regression analysis using different data formats. An emphasis is on hypothesis testing, interpretation of regression results, and understanding threats to the causal interpretation of relationships in the data.				
Lernziel	The course targets both the theoretical understanding as well as the application of basic econometric methods to real world problems.				
	<p>The educational objective of this course is that, after completion, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand different forms of data (cross-sectional, panel, time-series) and their strengths and weaknesses for answering different research questions.</li> <li>2. understand how to translate questions about economic policy issues and human behaviour into research hypotheses that can be tested with data.</li> <li>3. apply their theoretical knowledge about econometrics to concrete examples based on the knowledge they acquired in tutorial sessions using the statistical software package STATA and interpret estimation results.</li> <li>4. name and identify potential threats for causal interpretations of relationships in the data and explain whether (and how) they can be addressed.</li> </ol>				
Inhalt	<p>The term "econometrics" stands for the application of specific statistical methods to the field of economics. Econometrics aims at providing empirical evidence using observational data that can be used to learn about the real-world existence of specific relationships postulated in economic theories. Typical research questions that economists analyse by using econometric methods include for instance: Do minimum wages reduce employment? Does a gender wage gap exist and how large is it? Does foreign aid affect economic growth? How do interest rate changes influence exports? Is there an effect of economic outcomes on politicians' chances to get re-elected?</p> <p>Starting from simple regression analysis, the course introduces the statistical framework that is used in econometrics to answer such empirical research questions. A major focus is on understanding and mastering methods of hypothesis testing using multiple regressions. The lecture discusses different issues regarding assumptions, interpretation, and inference in multiple linear regression models. Among others, the course addresses the following questions: How well or badly does the applied model fit the observed facts? How large is the estimate of the effects of one variable on another and how reliable is the estimate? Can the model be used to predict the specific variable of interest and how precise is that prediction? What are the crucial assumptions of the estimation strategy used, (how) can they be tested, and does the estimated relationship represent a causal effect?</p> <p>The course lectures introduce the methods and computer tutorials give the students the opportunity to apply and deepen their knowledge using the software package STATA.</p>				

Literatur	Wooldridge, Jeffrey M. (2018) Introductory Econometrics : A Modern Approach. Seventh ed. ISBN: 978-1-337-55886-0 [access to relevant chapters will be provided]				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is intended for students interested in econometrics who have already taken an introductory course in economics (e.g., the course "Principles of Macroeconomics"). Knowledge of the statistical software STATA is no prerequisite and will be acquired during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				
<b>363-0532-00L</b>	<b>Ökonomische Theorie der Nachhaltigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit; Modelle des neoklassischen und des endogenen Wachstums; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitution und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve; Nachhaltigkeitspolitik				
Lernziel	Die Studierenden sollen ein wissenschaftliches Verständnis für die Implikationen nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf das langfristige Wachstum von Volkswirtschaften entwickeln. Es soll herausgearbeitet werden, inwieweit das Potential für ein nachhaltiges Wachstum von Substitutionsmöglichkeiten, technologischem Fortschritt und umweltpolitischen Eingriffen des Staates abhängig ist. Nach einem erfolgreichen Abschluss dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage: 1. die Ursachen der langfristigen Entwicklung von Wirtschaften zu verstehen 2. den Einfluss von natürlichen Ressourcen und von Umweltverschmutzung auf die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu analysieren 3. die Rolle der Politik für die Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele zweckmässig einzuordnen.				
Inhalt	Die Studierenden werden zunächst mit unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen nachhaltiger Entwicklung vertraut gemacht. Aufbauend auf dieser Grundlage werden Bedingungen für nachhaltiges Wachstum bei Umweltverschmutzung und knappen natürlichen Ressourcen näher beleuchtet. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle von Substitutionsmöglichkeiten und technischem Fortschritt für die Ueberwindung von Ressourcenknappheit. Auswirkungen von Umweltexternalitäten werden in Bezug auf mögliche Ansatzpunkte für wirtschafts- und umweltpolitische Eingriffe des Staates betrachtet. Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsoptimismus vs. pessimismus; Einführung in Modelle neoklassischen und endogenen Wachstums; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitutionselastizität und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve: Grundkonzept, theoretische Elemente, empirische Resultate; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen, Hartwick-Regel, Konsumententwicklung bei zinsabhängigem Sparen, ressourcensparender technischer Fortschritt.				
Skript	Die Folien zur Veranstaltung werden vorlesungsbegleitend über Internet zugänglich gemacht.				



- Literatur Bretschger, F. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.
- Bretschger, L. (2004), Wachstumstheorie, Oldenbourg, 3. Auflage, München.
- Bretschger, L. (2018), Greening Economy, Graying Society, CER-ETH Press, ETH Zurich.
- Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray and M. Common (2011), Natural Resource and Environmental Economics, Longman , 4th ed., Essex.
- Neumayer, E. (2003), Weak and Strong Sustainability, 2nd ed., Cheltenham: Edward Elgar.

Weitere Literaturangaben in der Vorlesung

## ►► Pflanzenwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-4513-00L</b>	<b>Crop Health: Plant Pathology</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology topics: plant diseases in agroecosystems, categories of pathogens, pathogen life histories, pathogen attack and plant defense, gene-for-gene systems, and disease control strategies.				
Lernziel	Gain an understanding of the causes and consequences of plant diseases in agroecosystems.				
Inhalt	Plant pathology and human affairs, A short history of plant pathology. Koch's Postulates. Abiotic diseases. Categories of infectious agents. Pathogen life cycles and disease cycles. Disease development. Plant resistance mechanisms. Genetics of plant resistance. Epidemiology and disease forecasting. Control strategies: exclusion and quarantines, sanitation, crop rotation, biocontrol, genetic resistance. Fungicides and risk assessment. Genetic engineering of resistance. Integrated management strategies.				
Skript	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Literatur	Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology, 5. Edition, Academic Press, Inc.				
Kompetenzen	Lucas, J.A. 2020. Plant Pathology and Plant Pathogens. 4. Edition, Wiley-Blackwell, pp. 432.		fachspezifische Kompetenzen		
	Konzepte und Theorien		geprüft		
<b>751-4107-00L</b>	<b>Pflanzenbau</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Walter, N. Buchmann, U. J. Haas, S. Hassold, A. Lüscher, W. Richner, B. Streit</b>
	<i>Diese LV ist NUR für Studierende in den Agrarwissenschaften vorgesehen. Interessierte Studierende aus anderen Fachrichtungen belegen bitte 751-4107-01L Einführung in den Acker- und Futterbau.</i>				
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung werden die Grundlagen des nachhaltigen Ackerbaus und Futterbaus behandelt. Es werden die Interaktionen mit und Kontrolle der wichtigsten Unkräuter unterrichtet und durch Exkursionen vertieft. Zudem wird eine Einführung in die Vielfalt der hiesigen Pflanzenfamilien geboten sowie zur Beschäftigung mit entsprechender praxisrelevanter und wissenschaftlicher Literatur angeleitet.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse und Bewirtschaftungsmethoden des Acker- und Futterbaus in der Schweiz und in Mitteleuropa. Die Studierenden können den Einfluss von Umweltfaktoren und Bewirtschaftung nicht nur auf Einzelpflanzen, sondern auch auf Wiesen- und Weidebestände und auf ihre Erträge beurteilen. Sie kennen darüber hinaus die wichtigsten Unkräuter und sind über Wirkungsmechanismen und Konsequenzen verschiedener Verfahren zur Kontrolle der Unkräuter informiert. Die wichtigsten Pflanzenfamilien des schweizerischen Mittellandes sind den Studierenden bekannt und können von ihnen im Feld erkannt werden. Sie können mit Hilfe eines Bestimmungsschlüssels einige Familien, Gattungen und Arten selbständig identifizieren und lernen, wie man sich dank systematischer Botanik Artenkenntnisse selbst aneignen kann. Sie verstehen die Relevanz von Fruchtfolgemaßnahmen und können Empfehlungen zur Etablierung von Landbewirtschaftungsmethoden geben. Den Studierenden sind nachhaltige, klimaneutrale und die Biodiversität erhaltende oder fördernde Bewirtschaftungsmassnahmen bekannt, und sie verstehen den Wert einer artenreichen Vegetation für die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Sie können sowohl mit praxisnaher als auch mit wissenschaftlicher Literatur dieses Fachgebietes umgehen und die darin enthaltene Information analysieren, kritisch reflektieren und ihre Meinung dazu angemessen schriftlich auf Deutsch zum Ausdruck bringen.				
Inhalt	Die Vorlesung ist in vier grosse inhaltliche Abschnitte untergliedert. Dies sind die Abschnitte Ackerbau, Futterbau, Herbologie und systematische Botanik. Diese Abschnitte werden durch unterschiedliche Dozierende unterrichtet. Während zweier obligatorischer Exkursionen sowie durch Literaturarbeit werden die Inhalte vertieft. Zudem werden Verbindungen zwischen den einzelnen Aspekten aufgezeigt. Der Teil 'Ackerbau' befasst sich mit grundlegenden Schritten des ackerbaulichen Feldmanagements wie Bodenbearbeitung, Aussaat und Pflanzenpflege. Einwirkungen auf die Bodenstruktur, unterschiedliche Bearbeitungsmassnahmen für unterschiedliche Kulturen sowie Unterschiede in der Intensität des Eingriffes im Vergleich einer konventionellen und einer bodenschonenden Bearbeitung (z.B. Direktsaat) werden erklärt. Ebenso werden die wichtigsten Unterschiede konventioneller, integrierter und biologischer Produktion angesprochen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Etablierung von Fruchtfolgen unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten. Die Vorlesung bezieht sowohl wissenschaftliche Literatur als auch anwendungsnahe Publikationen ein; letztere werden mit den Studierenden im Hinblick auf acker- und futterbauliche Anwendung intensiver diskutiert. Im Teil 'Futterbau' werden die verschiedenen Typen des Futterbaus und die wichtigsten Mischungen, aber auch natürliche Pflanzengemeinschaften in Mitteleuropa vorgestellt (Bestandesbeurteilung). Basierend auf der Ökophysiologie von Einzelpflanzen wird die Ökophysiologie von Pflanzenbeständen erarbeitet. Es werden verschiedene Arten der Bewirtschaftung vorgestellt (z. B. Bestandeslenkung durch Düngung, Beweidung, Schnittermine, etc.) und ihre Auswirkungen auf die Bestandeszusammensetzung und auf die Erträge diskutiert. Feedback-Mechanismen zwischen Umwelt und Futterbausystemen werden angesprochen. Die Rolle von Biodiversität von Graslandsystemen wird thematisiert. Der Teil 'Herbologie' vermittelt Grundkenntnisse über Biologie und Ökologie der Unkräuter, Unkraut-Kulturpflanzen-Interaktionen sowie Prinzipien chemischer, physikalischer und biologische Unkrautkontrolle. Weiter werden Mechanismen des gezielten Unkrautmanagements in unterschiedlichen Anbausystemen und Kulturen erläutert. Im Teil 'Systematische Botanik' werden die bedeutendsten Pflanzenfamilien, welche für den Pflanzenbau wichtig sind, systematisch vorgestellt und anhand von Pflanzenmaterial anschaulich erklärt. Der systematische Ansatz steht im Zentrum dieser Vorlesung und dient als elementares Element zum selbständigen Bestimmen und Aneignen von Artenkenntnissen. Als Grundlage dazu werden auch die wichtigen morphologischen Begriffe zum Benennen von pflanzlichen Organen vorgestellt und angewendet. Darüber hinaus hilft ein Überblick zur Systematik der Pflanzen beim Einordnen der behandelten Pflanzenfamilien.				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Handouts werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teil Systematische Botanik: für einen vertieften und detaillierteren Einblick in die systematische Botanik der Schweiz wird das Buch „Botanische Systematik – Einheimische Farn- und Samenpflanzen“ von M. Baltisberger et al., 4. Auflage, 2013 empfohlen. Die Veranstaltung baut auf der Ökophysiologie-Vorlesung und anderen Veranstaltungen des 3. Semesters auf. Sie bereitet u.a. die Vorlesung Graslandssysteme vor. Der Vorlesungs-Teil Systematische Botanik baut auf den Grundlagen der Biologievorlesungen der ersten beiden Semester auf. Dieser Teil der Veranstaltung kann als Vorbereitung für Wahlfächer im Bereich Systematischer Botanik dienen (701-0362-00L, 701-0314-00L, 701-0314-01L, 701-0264-01L).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>751-4514-00L</b>	<b>Crop Health: Entomology</b> <i>Eine Teilnahme an zwei Exkursionen ist obligatorisch.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Moraes, M. Greff</b>
Kurzbeschreibung	In Vorlesungen und auf Exkursionen lernen Studierende die Vielfalt der Insekten und der verwandten Gruppen von Arthropoden kennen. Der Kurs befähigt die Studierende Insekten zu identifizieren und Aussagen über deren Verhalten, Ökologie und Bedeutung für die Landwirtschaft zu machen.				
Lernziel	Die Lehrveranstaltung vermittelt Studierende Kenntnisse über die Morphologie, die Physiologie und das Verhalten von Insekten und anderen für die Landwirtschaft relevanten Arthropodengruppen. Auf Exkursionen zu verschiedenen Habitaten setzen sie dieses Wissen ein und sammeln und untersuchen Belege.				
Inhalt	Vielfalt der Insekten und verwandten Arthropodengruppen. Grundlagen der Physiologie, Morphologie und des Verhaltens. Interaktionen von Insekten mit Pflanzen und anderen Tieren, d.h. als Bestäuber, Pflanzenfresser, Jäger und Krankheitsüberträger. Der Schwerpunkt liegt auf der Bedeutung der Insekten für die Landwirtschaft.				
Skript	Ein Skript wird auf der Moodle-Plattform zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Informationen zu weiterführender Literatur werden angeboten.				
<b>751-4002-00L</b>	<b>Graslandssysteme</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit und ihre Besonderheiten vorgestellt. Vorkommen, Artenzusammensetzung, Böden, Management und Erträge werden ebenso angesprochen wie der Einfluss von Feuer, invasiven Arten oder Übernutzung. Die Nutzung von existierenden Datensätzen wird thematisiert.				
Lernziel	Die Studierenden werden wichtige Graslandssysteme und ihre ökologischen Besonderheiten auf globalem Massstab kennen, fähig sein, verschiedenartige Einflüsse auf Erträge und Stoffumsätze in Graslandssystemen verschiedener Klimate grob abzuschätzen und zu bewerten, und in der Lage sein, selbstständig mit Fachliteratur und bereits vorhandenen Datensätzen zu arbeiten, in der Gruppe ein Forschungsprojekt zu planen und eine Vorstudie zu machen sowie diese im Plenum zu präsentieren.				
Inhalt	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit betrachtet und ihre Besonderheiten, v. a. in der Artenzusammensetzung, den Stoffumsätzen und ihrer Bewirtschaftung, im Vergleich zu Schweizer Grasländern erarbeitet. Faktoren wie Feuer, invasive Arten, Übernutzung, Extensivierung und Intensivierung werden besprochen. Auswirkungen von globalem Wandel, d. h., Änderungen im Klima und in der Landnutzung, auf Grasländer und ihre Erträge sowie Auswirkungen internationaler Verträge (Kyoto-Protokoll, Biodiversitätskonvention, Desertifikationskonvention) werden diskutiert.				
Skript	Handouts stehen online.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs basiert auf den Kursen "Öko- und Ertragsphysiologie" und "Crop Science: Teil Futterbau". Er bildet die Basis für den ebenfalls systemorientierten Kurs "Biogeochemistry and Sustainable Management" im Master.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			geprüft
Kreatives Denken				geprüft	
Kritisches Denken				geprüft	
Integrität und Arbeitsethik				geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft	
<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				

Inhalt	Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.
	Lecture Topics and Tentative Schedule
	Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.
	Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.
	Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.
	Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).
	Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.
	Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.
	Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.
	Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.
	Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.
	Week 10 Easter holiday no class.
	Week 11 Sechselauten holiday no class.
	Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.
	Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.
	Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.
	Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.

Skript Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.  
Literatur Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.  
Voraussetzungen / Besonderes Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
<b>751-3402-00L</b>	<b>Pflanzenernährung II - Integriertes Nährstoffmanagement</b> <i>Nur für Studierende der Agrarwissenschaften und Studierende in Umwelt- und Lebensmittelwissenschaften, welche die 751-3401-00L Pflanzenernährung I erfolgreich absolviert haben.</i>	<b>W+ 2 KP 2V</b>	<b>E. Frossard,</b> E. K. Bünemann König, A. Oberson Dräyer, M. Wiggerhauser
Kurzbeschreibung	Umfassendes Verständnis der Nährstoffflüsse in Agrarökosystemen mit dem Ziel, die Nährstoffausnutzungseffizienz im System Boden/Pflanze/Dünger zu maximieren und Nährstoffverluste an die Umwelt zu minimieren, bei gleichzeitig optimaler Nährstoffversorgung der Pflanzen. Methoden zur Nährstoffbilanzierung, Nährstoffzufuhr- und -wegfuhrgrößen und deren optimale Handhabung werden behandelt.		
Lernziel	Nach dieser Vorlesung kennen die Studierenden die Eigenschaften verschiedener Dünger und sind befähigt, Nährstoffbilanzen zu erstellen und Agrarökosysteme als Nährstoffemittenten an die Umwelt zu evaluieren. Sie können Massnahmen vorschlagen, welche diese Nährstoffverluste reduzieren unter gleichzeitig maximaler Nährstoffausnutzung und optimaler Nährstoffversorgung der Pflanze.		
Inhalt	Der Kurs vermittelt fundierte Kenntnisse über Integriertes Nährstoffmanagement in Agrarökosystemen mit dem Ziel, die Nährstoffausnutzungseffizienz durch die Kulturpflanzen zu maximieren und Nährstoffverluste an die Umwelt bei gleichzeitig optimaler Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen zu minimieren. Zuerst werden Nährstoffzufuhr- und -wegfuhrgrößen behandelt. Diese umfassen organische (z.B. Hofdünger, Pflanzenrückstände, rezyklierte organische Abfälle) und mineralische Dünger (z.B. Mineralien, Produkte der Rezyklierung), symbiotische Stickstofffixierung, Nährstoffdeposition und Nährstoffverluste durch verschiedene Pfade. Massnahmen zur Reduktion von Nährstoffverlusten an die Umwelt werden vorgestellt. Danach werden Methoden der Nährstoffbilanzierung erlernt und Bilanzen auf unterschiedlichen Agrarökosystem-Ebenen studiert. Anhand von Fallstudien aus nährstoffreichen und nährstoffarmen Agrarökosystemen werden Strategien für ein optimales Nährstoffmanagement diskutiert, welche die Eigenschaften von Boden, Pflanzen und Düngern integrieren. Insbesondere das Behandeln von Fallstudien resultiert in interaktiven Vorlesungsstunden. Übungen dienen der Festigung des Stoffes. Darüber hinaus vertiefen die Studierenden ein Thema ihrer Wahl. Sie analysieren entweder eine wissenschaftliche Publikation oder den Nährstoffhaushalt eines Betriebs mittels Suissebilanz, inkl. Erarbeitung eines Szenarios unter veränderter Bewirtschaftung. Dabei üben die Studierenden das Arbeiten in Gruppen, präsentieren die Ergebnisse in einem Vortrag (oder in einem kurzen Bericht), nehmen Rückmeldungen von Kommilitonen entgegen und geben selber Rückmeldungen zu den Vorträgen anderer ab.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
<b>751-3500-00L</b>	<b>Pflanzenzüchtung</b>	<b>W+ 2 KP 2V</b>	<b>A. Hund, R. Kölliker</b>

Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt, aufbauend auf den in Agrargenetik erworbenen Kenntnissen, die Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Hauptthemen sind: Zuchtziele, rechtliche Rahmenbedingungen, Quellen genetischer Variation, Sortentypen und Züchtungsmethoden. Neben den klassischen Methoden werden moderne Züchtungsansätze, wie digitale Phänotypisierung, genomische Selektion und Genom Editierung, vorgestellt.
Lernziel	Das Hauptziel der Vorlesung ist, Sie mit den Grundlagen der Pflanzenzüchtung vertraut zu machen und Ihnen das nötige Wissen zu vermitteln, um die meist kontrovers diskutierte Themen rund um die moderne Pflanzenzüchtung besser einschätzen und diskutieren zu können. Dabei ist es besonders wichtig, dass Sie sowohl die Geschichte der Pflanzenzüchtung als auch die Rechtlichen Rahmenbedingungen und die biologisch-technischen Grundlagen kennen. Im Kurs werden dazu folgende Lernziele vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sie kennen die wichtigsten Meilensteine in der Geschichte der Pflanzenzüchtung.</li> <li>- Sie kennen die wichtigsten Zuchtziele und können die Erfolge der Pflanzenzüchtung anhand von Beispielen benennen.</li> <li>- Sie kennen die gesetzlichen Rahmenbedingungen welche die Pflanzenzüchtung in der Schweiz und Europa regeln.</li> <li>- Sie kennend die Bedeutung der genetischen Ressource für die Pflanzenzüchtung.</li> <li>- Sie können die Züchterformel und können den erwarteten Züchtungserfolg basierend auf der Erbllichkeit eines Merkmals abschätzen.</li> <li>- Sie kennen wichtigsten Fortpflanzungssysteme der Pflanzen und die dazu gehörenden Züchtungsstrategien.</li> <li>- Sie können die verschiedenen Zuchtstrategien bezüglich ihrer Effizienz und Eignung für spezifische Zuchtziele beurteilen.</li> <li>- Sie können die Methoden der Gentechnologie und des Genome Editing erklären und mit herkömmlichen Methoden vergleichen.</li> <li>- Sie wissen wie die markerunterstützte Züchtung und die genomische Selektion im Züchtungsablauf integriert sind.</li> <li>- Sie kennen die jüngsten Entwicklungen um die rechtlichen Rahmenbedingungen der Gentechnologie bzw. des Genom Editing und können ihre Auswirkung diskutieren.</li> </ul>
Literatur	We recommend "Heiko Becker (2011), Pflanzenzüchtung, ISBN 978-3-8252-3558-1", as companion of this course.

<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b> <i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes, E. Devers, P. Zu</b>
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				

## ►► Tierwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-6301-00L</b>	<b>Allgemeine Tierzucht</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Neuenschwander, H. Pausch</b>
Kurzbeschreibung	Bei der Einführung in die Grundlagen der Tierzucht werden die wichtigsten Leistungseigenschaften landwirtschaftlicher Nutztiere behandelt und die Bedeutung der tierischen Produktion besprochen. Die Erbgänge qualitativer und quantitativer Eigenschaften werden aufgezeigt und die Begriffe Verwandtschaft, Inzucht, Erblichkeit, Selektionsintensität, Zuchtwert und Zuchterfolg eingehend erläutert.				
Lernziel	Die Studenten <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Leistungseigenschaften landwirtschaftlicher Nutztiere und deren züchterische Bearbeitung.</li> <li>- können einfache Pedigree-Verwandtschaften und die Inzucht berechnen und beurteilen.</li> <li>- können Selektionsgrenzen, Selektionserfolg berechnen</li> <li>- können aus Eigenleistungen oder Verwandtenleistungen den Zuchtwert bestimmen</li> <li>- kennen die Vor- und Nachteile der Rein- und Kreuzungszucht</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Domestikation, Zuchtgeschichte.</li> <li>- Genetische Marker und ihre Anwendungen in der Tierzucht</li> <li>- Hardy-Weinberg Gleichgewicht, Verwandtschaft, Inzucht</li> <li>- Modell der Leistung, Heritabilität, Genotyp-Umwelt Interaktion</li> <li>- Zuchtfortschritt, Selektion, Zuchtwert</li> <li>- Rassen, Reinzucht, Kreuzungszucht, Heterosis</li> <li>- Kennzahlen der Reproduktion, Wachstum, Fleischleistung, Milchleistung</li> </ul>				
Skript	Folien und einzelne Kapitel aus Textbuch werden auf der Homepage zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Tierzucht (Willam/Simianer) UTB 3526 2. Auflage (2017) Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach den Osterferien stehen Kurzübungen zur Vertiefung des Lehrinhaltes zur Verfügung. Sie müssen selbständig gelöst werden (25% der Schlussnote)  Schriftliche, open-book Prüfung am Semesterende (75% der Schlussnote).  Praktische Übung: Zur obligatorischen praktischen Übung «Lineare Beschreibung und Einteilung von Kühen» treffen wir uns am 28.04.2022 um 09:00 Uhr in der Landwirtschaftsschule Strickhof, Eschikon 21, 8315 Lindau, Hörsaal 401. Die Übung dauert bis ca. 14:00. Es gibt keine Überschneidungen mit andern Vorlesungen. Geeignete Schutzkleider und Stiefel sowie Schreibzeug und ein Lunch müssen von den Teilnehmern selber mitgenommen werden. Bei Verhinderung muss selbstständig eine LBE durchgeführt und ein Bericht abgegeben werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
<b>751-7002-00L</b>	<b>Grundlagen Tierernährung</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. A. Boessinger</b>
Kurzbeschreibung	Aufbauend auf "Allgemeine Ernährungswissenschaften" werden die Kenntnisse zur Ernährungsphysiologie für die einzelnen Nutztierarten und -richtungen umgesetzt. Schwerpunkt sind die Grundlagen von Verwertung und Bedarf an Energie und Nährstoffen sowie die zugehörigen Futterbewertungssysteme für die wichtigsten Nutztiere (Rind, Schwein und Geflügel).				

Lernziel	Der Besuch der Lehrveranstaltung erlaubt es den Studierenden, die wichtigsten Grundzusammenhänge von Ernährung und Verdauung und Energiwechsel zu erklären. Sie vermögen die Palette an Futtermitteln zu benennen und anzuwenden. Sie sind in der Lage, den Bedarf der wichtigsten Nutztiere abzuleiten. Mittels einer Reihe von Übungen wird ihnen vermittelt, wie sie die Kenntnisse für konkrete Aufgaben im Bereich der Tierernährung anwenden können.		
Inhalt	Umsatz und Verwertung von Nährstoffen und Energie im Tier (Begriffsdefinition, Umsatz im Tierkörper, Bilanzen, Verwertung) Futtermittelbewertung bei Rindvieh, Schwein und Geflügel (energetische Futtermittelbewertung, Bewertung der stickstoffhaltigen Futtersubstanz) Ernährung von Rindvieh, Schwein und Geflügel (Grundlagen der Fütterung, physiologische Eigenheiten, Bedarf und Bedarfsdeckung, Fütterungsnormen, Rationengestaltung) Futtermittelkunde (Einzelfuttermittel, wirtschaftseigenes Futter)		
Skript	Skript ist vorhanden und kann zu Beginn ab der Moodle-Plattform bezogen werden.		
Literatur	Eine ausführliche Literaturliste ist im Skript enthalten.		
Voraussetzungen / Besonderes	Rechenübungen sind Bestandteil der Lehrveranstaltung. Dazu ist ein Taschenrechner erforderlich.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>751-6102-00L</b>	<b>Anatomie und Physiologie von Mensch und Tier II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. E. Ulbrich, A.-K. Hankele</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von Grundkenntnissen der Physiologie und Anatomie von Mensch und Tier. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Verständnis der Zusammenhänge zwischen Morphologie und Funktion des Organismus, insbesondere der landwirtschaftlichen Nutztiere. Dies wird durch die Besprechung von Funktionskreisen gefördert. Die Vorlesung ist in zwei aufeinander aufbauende Teile gegliedert.				
Lernziel	Die Lehrveranstaltung befähigt die Studierenden Basiswissen über Anatomie und Physiologie von Mensch und Tier zu beschreiben, grundlegende Funktionen des Organismus zu verstehen, Zusammenhänge zwischen Morphologie und Funktion von Organsystemen zu verstehen, die Entwicklung der Organsysteme zu beschreiben und pathophysiologische Zusammenhänge nachvollziehen zu können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>751-7400-00L</b>	<b>Tiergesundheit</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Trepp</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von Grundkenntnissen allgemeiner Anzeichen und Ursachen von Krankheiten in Einzeltieren und Populationen sowie Wechselwirkungen zwischen Tier, belebter und unbelebter Umwelt. Im Mittelpunkt steht dabei das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Haltung, Verhalten, Gesundheit und Leistung der Nutztiere.				
Lernziel	Die Lehrveranstaltung befähigt die Studierenden für Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere problematische Faktoren zu erkennen und grundsätzliche Vorschläge für eine Verbesserung zu formulieren.				

<b>751-7500-00L</b>	<b>Applied Ethology and Animal Welfare</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Goumon</b>
Kurzbeschreibung	The course provides basic knowledge on how to measure and analyse behaviour of captive animals, and will focus on animal welfare including its definition and assessment.				
Lernziel	Students will - understand the basic concepts of Applied Ethology and Animal welfare - be able to critically analyse behavioural data - be trained to understand interdisciplinary research. - be able to critically assess animal welfare - be able to summarize and communicate scientific data				
Inhalt	Main topics:  - How to measure behaviour - Social behaviours - Behavioural needs - Animal welfare: definitions and assessment - Welfare challenges associated with animal captivity - Positive welfare - Environmental enrichment - Low arousal behaviour (e.g. boredom) - Animal handling - Pain and distress				
Skript	The final grade will be based on a home assignment - leaflet (30%) and a final written exam (semester performance, 70%) The power point slides of the lectures will be provided.				
Literatur	Further literature and internet links will be mentioned during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	A very useful book: Martin, P.R. and Bateson, P.P.G. 2007. Measuring behaviour: an introductory guide (3rd Edition). Cambridge University Press..  Interest in Animal Behaviour and Welfare  The lectures will be in English				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>751-7800-00L</b>	<b>Quality of Products of Animal Origin</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova</b>
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	<p>- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality</p> <p>- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool</p> <p>- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality</p> <p>- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)</p> <p>- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)</p> <p>- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)</p> <p>- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures</p>				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		

## ► Methoden

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-0201-00L</b>	<b>Wissenschaftliches Arbeiten in den Agrarwissenschaften I ■</b> <i>Diese Lerneinheit ist Voraussetzung für die LE 751-1010-00L Wissenschaftliches Arbeiten Teil II: Wissenschaftliches Schreiben im HS.</i>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Kölliker, B. Studer</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung bereitet die Studierenden auf die grundlegenden Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens vor.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens und können diese für ihre Arbeit umsetzen. Sie sind in der Lage, relevante Literatur in Katalogen und Fachdatenbanken zu finden und das Gelernte bei der Literatursuche für ihre Rechercheaufgabe im 4. Semester sowie für ihren kritischen Literaturbericht im 5. Semester umzusetzen.				
Inhalt	In der Vorlesung werden erste Grundlagen für das wissenschaftliche Schreiben in den Agrarwissenschaften vermittelt. Diese beinhalten Grundsätze des wissenschaftlichen Arbeitens, Literaturrecherche, Literaturverwaltung und Umgang mit Daten. In Übungen und Aufgaben werden einige dieser Themen selbständig vertieft.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Note für die LV Wissenschaftliches Arbeiten (Teil I: Grundlagen (WiA) und Teil II: Wissenschaftliches Schreiben (WiSch)) setzt sich aus den Leistungen der Lehrveranstaltungen im 4. und 5. Semester zusammen. Die Leistungskontrolle für WiA (4. Sem.) zählt zu 20% zur Gesamtnote und beinhaltet die Bearbeitung und termingerechte Abgabe der Rechercheaufgabe.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Wahlfächer

*Die aufgeführten Wahlfächer werden empfohlen.*

*Den Studierenden steht zusätzlich das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur Auswahl offen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-4002-00L</b>	<b>Graslandsysteme</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit und ihre Besonderheiten vorgestellt. Vorkommen, Artenzusammensetzung, Böden, Management und Erträge werden ebenso angesprochen wie der Einfluss von Feuer, invasiven Arten oder Übernutzung. Die Nutzung von existierenden Datensätzen wird thematisiert.				
Lernziel	Die Studierenden werden wichtige Graslandsysteme und ihre ökologischen Besonderheiten auf globalem Massstab kennen, fähig sein, verschiedenartige Einflüsse auf Erträge und Stoffumsätze in Graslandsystemen verschiedener Klimate grob abzuschätzen und zu bewerten, und in der Lage sein, selbstständig mit Fachliteratur und bereits vorhandenen Datensätzen zu arbeiten, in der Gruppe ein Forschungsprojekt zu planen und eine Vorstudie zu machen sowie diese im Plenum zu präsentieren.				

Inhalt	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit betrachtet und ihre Besonderheiten, v. a. in der Artenzusammensetzung, den Stoffumsätzen und ihrer Bewirtschaftung, im Vergleich zu Schweizer Grasländern erarbeitet. Faktoren wie Feuer, invasive Arten, Übernutzung, Extensivierung und Intensivierung werden besprochen. Auswirkungen von globalem Wandel, d. h., Änderungen im Klima und in der Landnutzung, auf Grasländer und ihre Erträge sowie Auswirkungen internationaler Verträge (Kyoto-Protokoll, Biodiversitätskonvention, Desertifikationskonvention) werden diskutiert.				
Skript	Handouts stehen online.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs basiert auf den Kursen "Öko- und Ertragsphysiologie" und "Crop Science: Teil Futterbau". Er bildet die Basis für den ebenfalls systemorientierten Kurs "Biogeochemistry and Sustainable Management" im Master.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				
Inhalt	Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
	Lecture Topics and Tentative Schedule				
	Week 1	Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.			
	Week 2	Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.			
	Week 3	Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.			
	Week 4	Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).			
	Week 5	Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.			
	Week 6	Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.			
	Week 7	Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.			
	Week 8	Genetic resistance: Costs, benefits and risks.			
	Week 9	Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.			
	Week 10	Easter holiday no class.			
	Week 11	Sechselauten holiday no class.			
	Week 12	Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.			
	Week 13	Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.			
	Week 14	Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.			
	Week 15	Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.			
Skript	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Literatur	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Voraussetzungen / Besonderes	Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>751-3402-00L</b>	<b>Pflanzenernährung II - Integriertes Nährstoffmanagement</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Frossard, E. K. Bünemann König,</b>

Kurzbeschreibung	Umfassendes Verständnis der Nährstoffflüsse in Agrarökosystemen mit dem Ziel, die Nährstoffausnutzungseffizienz im System Boden/Pflanze/Dünger zu maximieren und Nährstoffverluste an die Umwelt zu minimieren, bei gleichzeitig optimaler Nährstoffversorgung der Pflanzen. Methoden zur Nährstoffbilanzierung, Nährstoffzufuhr- und -wegfuhrgrößen und deren optimale Handhabung werden behandelt.				
Lernziel	Nach dieser Vorlesung kennen die Studierenden die Eigenschaften verschiedener Dünger und sind befähigt, Nährstoffbilanzen zu erstellen und Agrarökosysteme als Nährstoffemittenten an die Umwelt zu evaluieren. Sie können Massnahmen vorschlagen, welche diese Nährstoffverluste reduzieren unter gleichzeitig maximaler Nährstoffausnutzung und optimaler Nährstoffversorgung der Pflanze.				
Inhalt	Der Kurs vermittelt fundierte Kenntnisse über Integriertes Nährstoffmanagement in Agrarökosystemen mit dem Ziel, die Nährstoffausnutzungseffizienz durch die Kulturpflanzen zu maximieren und Nährstoffverluste an die Umwelt bei gleichzeitig optimaler Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen zu minimieren. Zuerst werden Nährstoffzufuhr- und -wegfuhrgrößen behandelt. Diese umfassen organische (z.B. Hofdünger, Pflanzenrückstände, rezyklierte organische Abfälle) und mineralische Dünger (z.B. Mineralien, Produkte der Rezyklierung), symbiotische Stickstofffixierung, Nährstoffdeposition und Nährstoffverluste durch verschiedene Pfade. Massnahmen zur Reduktion von Nährstoffverlusten an die Umwelt werden vorgestellt. Danach werden Methoden der Nährstoffbilanzierung erlernt und Bilanzen auf unterschiedlichen Agrarökosystem-Ebenen studiert. Anhand von Fallstudien aus nährstoffreichen und nährstoffarmen Agrarökosystemen werden Strategien für ein optimales Nährstoffmanagement diskutiert, welche die Eigenschaften von Boden, Pflanzen und Düngern integrieren. Insbesondere das Behandeln von Fallstudien resultiert in interaktiven Vorlesungsstunden. Übungen dienen der Festigung des Stoffes. Darüber hinaus vertiefen die Studierenden ein Thema ihrer Wahl. Sie analysieren entweder eine wissenschaftliche Publikation oder den Nährstoffhaushalt eines Betriebs mittels Suissebilanz, inkl. Erarbeitung eines Szenarios unter veränderter Bewirtschaftung. Dabei üben die Studierenden das Arbeiten in Gruppen, präsentieren die Ergebnisse in einem Vortrag (oder in einem kurzen Bericht), nehmen Rückmeldungen von Kommilitonen entgegen und geben selber Rückmeldungen zu den Vorträgen anderer ab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
<b>751-3500-00L</b>	<b>Pflanzenzüchtung</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Hund, R. Kölliker</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt, aufbauend auf den in Agrargenetik erworbenen Kenntnissen, die Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Hauptthemen sind: Zuchtziele, rechtliche Rahmenbedingungen, Quellen genetischer Variation, Sortentypen und Züchtungsmethoden. Neben den klassischen Methoden werden moderne Züchtungsansätze, wie digitale Phänotypisierung, genomische Selektion und Genom Editierung, vorgestellt.				
Lernziel	Das Hauptziel der Vorlesung ist, Sie mit den Grundlagen der Pflanzenzüchtung vertraut zu machen und Ihnen das nötige Wissen zu vermitteln, um die meist kontrovers diskutierte Themen rund um die moderne Pflanzenzüchtung besser einschätzen und diskutieren zu können. Dabei ist es besonders wichtig, dass Sie sowohl die Geschichte der Pflanzenzüchtung als auch die Rechtlichen Rahmenbedingungen und die biologisch-technischen Grundlagen kennen. Im Kurs werden dazu folgende Lernziele vermittelt: - Sie kennen die wichtigsten Meilensteine in der Geschichte der Pflanzenzüchtung. - Sie kennen die wichtigsten Zuchtziele und können die Erfolge der Pflanzenzüchtung anhand von Beispielen benennen. - Sie kennen die gesetzlichen Rahmenbedingungen welche die Pflanzenzüchtung in der Schweiz und Europa regeln. - Sie kennend die Bedeutung der genetischen Ressource für die Pflanzenzüchtung. - Sie können die Züchterformel und können den erwarteten Züchtungserfolg basierend auf der Erbllichkeit eines Merkmals abschätzen. - Sie kennen wichtigsten Fortpflanzungssysteme der Pflanzen und die dazu gehörenden Züchtungsstrategien. - Sie können die verschiedenen Zuchtstrategien bezüglich ihrer Effizienz und Eignung für spezifische Zuchtziele beurteilen. - Sie können die Methoden der Gentechnologie und des Genome Editing erklären und mit herkömmlichen Methoden vergleichen. - Sie wissen wie die markerunterstützte Züchtung und die genomische Selektion im Züchtungsablauf integriert sind. - Sie kennen die jüngsten Entwicklungen um die rechtlichen Rahmenbedingungen der Gentechnologie bzw. des Genom Editing und können ihre Auswirkung diskutieren.				
Literatur	We recommend "Heiko Becker (2011), Pflanzenzüchtung, ISBN 978-3-8252-3558-1", as companion of this course.				
<b>751-7400-00L</b>	<b>Tiergesundheit</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Trepp</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von Grundkenntnissen allgemeiner Anzeichen und Ursachen von Krankheiten in Einzeltieren und Populationen sowie Wechselwirkungen zwischen Tier, belebter und unbelebter Umwelt. Im Mittelpunkt steht dabei das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Haltung, Verhalten, Gesundheit und Leistung der Nutztiere.				
Lernziel	Die Lehrveranstaltung befähigt die Studierenden für Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere problematische Faktoren zu erkennen und grundsätzliche Vorschläge für eine Verbesserung zu formulieren.				
<b>751-7500-00L</b>	<b>Applied Ethology and Animal Welfare</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Goumon</b>
Kurzbeschreibung	The course provides basic knowledge on how to measure and analyse behaviour of captive animals, and will focus on animal welfare including its definition and assessment.				
Lernziel	Students will - understand the basic concepts of Applied Ethology and Animal welfare - be able to critically analyse behavioural data - be trained to understand interdisciplinary research. - be able to critically assess animal welfare - be able to summarize and communicate scientific data				
Inhalt	Main topics:  - How to measure behaviour - Social behaviours - Behavioural needs - Animal welfare: definitions and assessment - Welfare challenges associated with animal captivity - Positive welfare - Environmental enrichment - Low arousal behaviour (e.g. boredom) - Animal handling - Pain and distress				
Skript	The final grade will be based on a home assignment - leaflet (30%) and a final written exam (semester performance, 70%) The power point slides of the lectures will be provided.				



Literatur	Further literature and internet links will be mentioned during the lecture.				
	A very useful book: Martin, P.R. and Bateson, P.P.G. 2007. Measuring behaviour: an introductory guide (3rd Edition). Cambridge University Press..				
Voraussetzungen / Besonderes	Interest in Animal Behaviour and Welfare				
Kompetenzen	The lectures will be in English				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>751-7800-00L</b>	<b>Quality of Products of Animal Origin</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova</b>
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	<p>- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality</p> <p>- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool</p> <p>- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality</p> <p>- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)</p> <p>- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)</p> <p>- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)</p> <p>- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures</p>				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
<b>751-1560-00L</b>	<b>Produktion, Investition und Risikomanagement in der Landwirtschaft</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Finger, L. Zachmann</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung und Anwendung von betriebswirtschaftlichen Konzepten, Analyse- und Planungsinstrumenten sowie Aspekten des Risikomanagements in der Landwirtschaft.				
Lernziel	Studierende sollen am Ende der Vorlesung i) verschiedene Methoden und Instrumente auf Fragestellungen der Produktionsplanung, Investition und Finanzierung sowie der Risikoanalyse und des Risikomanagements anwenden können, ii) über verschiedenen Werkzeuge zur unternehmerischen Entscheidungsunterstützung verfügen, iii) die Umsetzung mit relevanter Software (z.B. R) beherrschen.				
Inhalt	Die Vorlesung geht auf folgende Inhalte, mit spezifischen Anwendungen im Agrar- und Ernährungssektors ein:				
	Produktionstheorie & Produktionsprogrammplanung Integrierte Planung von Investition & Finanzierung Risikoanalyse & Risikomanagement im Unternehmen				
	Die Veranstaltung kombiniert Vorlesungen, die eigenständige Aufarbeitung von Inhalten, Übungsblöcke und Anwendungen in relevanter Software				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden im Laufe des Semesters zur Verfügung gestellt				
Literatur	Musshoff, O. und Hirschauer, N. (2016). Modernes Agrarmanagement: Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. 4. Auflage. Vahlen <a href="http://www.vahlen.de/productview.aspx?product=16441820">http://www.vahlen.de/productview.aspx?product=16441820</a>				
	Debertin, D. L. (2012). Agricultural production economics. University of Kentucky. <a href="http://uknowledge.uky.edu/agecon_textbooks/1/">http://uknowledge.uky.edu/agecon_textbooks/1/</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>751-1500-00L</b>	<b>Entwicklungsökonomik</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Harttgen</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in theoretische und empirische Grundlagen wirtschaftlicher Entwicklung. Theorie der Wirtschaftspolitik für Armutsreduktion.				
Lernziel	Das Ziel dieser Vorlesung besteht darin, die Studierenden in grundlegende entwicklungsökonomische und damit verwandte wirtschafts- und entwicklungspolitische Zusammenhänge einzuführen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer theoretischen und empirischen Einführung in die Konzepte der Armutsreduktion und Fragen der Bekämpfung von sozioökonomischer Ungleichheit. Davon ausgehend werden wichtige exogene und interne Triebkräfte erörtert, die wirtschaftliche Entwicklung und Armutsreduktion fördern oder behindern sowie wirtschafts- und entwicklungspolitische Maßnahmen besprochen, um globale Armut zu überwinden. Im Einzelnen wird dabei auf folgende Themen eingegangen:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung von Entwicklung, Armut und Ungleichheit</li> <li>- Theorien des Wirtschaftswachstums</li> <li>- Handel und Entwicklung</li> <li>- Bildung, Gesundheit, Bevölkerung und Entwicklung</li> <li>- Rolle des Staates und von Institutionen</li> <li>- Fiskal-, Geld- und Wechselkurspolitik.</li> </ul>				
Skript	Keines.				
Literatur	Günther, Harttgen und Michaelowa (2020): Einführung in die Entwicklungsökonomik.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Besonderes: Flipped class room: Die Veranstaltung besteht aus einem Seminarteil, aus eigener Literaturarbeit sowie der Bearbeitung von Aufgabenblättern.</p> <p>Die Vorlesung basiert auf: Günther, Harttgen und Michaelowa (2019): Einführung in die Entwicklungsökonomik. Einzelne Kapitel müssen jeweils vor den Veranstaltungen gelesen werden. In den Veranstaltungen wird das Gelesene diskutiert und angewendet. Auch werden offene Fragen der Kapitel und Übungen besprochen.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>751-1304-00L</b>	<b>Management für Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft I</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von Grundlagenwissen zum Management von Institutionen, insbesondere Unternehmen, in institutioneller und personaler Hinsicht.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung sollen die Studierenden				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- über einen Orientierungsrahmen (Landkarte zur Orientierung) verfügen, der ihnen erlaubt, die wichtigen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Management von Institutionen einzuordnen, ihr Denken und Vorgehen zu strukturieren sowie sich mit anderen in einer gemeinsamen Sprache darüber auszutauschen.</li> <li>- die wichtigsten Management-Ansätze aus der Geschichte kennen.</li> <li>- die wichtigsten Grundsätze, Aufgaben und Werkzeuge der personalen Führungstätigkeit in Institutionen kennen.</li> </ul>				
Inhalt	Die Vorlesung geht auf folgende Inhalte ein:				
	Im Zentrum steht der institutionelle Aspekt des Managements von Institutionen, insbesondere Unternehmen. Dabei wird ein Management-Modell behandelt, welches die Analyse- und Handlungsfähigkeit der Anwender im Kontext von unternehmerischen Fragestellungen erweitern hilft (Orientierungshilfe). Dabei geht es immer um die Unterstützung von Entscheidungen bei der Gestaltung, Lenkung und Entwicklung von komplexen Systemen, z.B. Unternehmen.				
	Im weiteren werden die wichtigsten Management-Ansätze in kurzer Form behandelt. Zudem wird im Sinne eines kurzen Überblicks auch auf die personalen Aspekte des Managements eingegangen (Grundsätze, Aufgaben, Werkzeuge).				
Skript	Die in der Vorlesung behandelten Darstellungen und Fallbeispiele werden den Studierenden in elektronischer Form zu Verfügung gestellt.				
Literatur	Zusätzlich zu den Unterlagen werden die Inhalte des Buches "Das neue St. Galler Management-Modell" von J. Rüegg-Stürm behandelt. Johannes Rüegg-Stürm (2003): "Das neue St. Galler Management-Modell. Grundkategorien einer integrierten Managementlehre. Der HSG-Ansatz." Haupt, Bern.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>363-0570-00L</b>	<b>Principles of Econometrics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J.-E. Sturm, A. Beerli</b>
	<i>Prerequisites: previous knowledge in economics.</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of econometrics. We cover simple and multiple regression analysis using different data formats. An emphasis is on hypothesis testing, interpretation of regression results, and understanding threats to the causal interpretation of relationships in the data.				

Lernziel	The course targets both the theoretical understanding as well as the application of basic econometric methods to real world problems.		
	The educational objective of this course is that, after completion, students should be able to: 1. understand different forms of data (cross-sectional, panel, time-series) and their strengths and weaknesses for answering different research questions. 2. understand how to translate questions about economic policy issues and human behaviour into research hypotheses that can be tested with data. 3. apply their theoretical knowledge about econometrics to concrete examples based on the knowledge they acquired in tutorial sessions using the statistical software package STATA and interpret estimation results. 4. name and identify potential threats for causal interpretations of relationships in the data and explain whether (and how) they can be addressed.		
Inhalt	The term "econometrics" stands for the application of specific statistical methods to the field of economics. Econometrics aims at providing empirical evidence using observational data that can be used to learn about the real-world existence of specific relationships postulated in economic theories. Typical research questions that economists analyse by using econometric methods include for instance: Do minimum wages reduce employment? Does a gender wage gap exist and how large is it? Does foreign aid affect economic growth? How do interest rate changes influence exports? Is there an effect of economic outcomes on politicians' chances to get re-elected?  Starting from simple regression analysis, the course introduces the statistical framework that is used in econometrics to answer such empirical research questions. A major focus is on understanding and mastering methods of hypothesis testing using multiple regressions. The lecture discusses different issues regarding assumptions, interpretation, and inference in multiple linear regression models. Among others, the course addresses the following questions: How well or badly does the applied model fit the observed facts? How large is the estimate of the effects of one variable on another and how reliable is the estimate? Can the model be used to predict the specific variable of interest and how precise is that prediction? What are the crucial assumptions of the estimation strategy used, (how) can they be tested, and does the estimated relationship represent a causal effect?  The course lectures introduce the methods and computer tutorials give the students the opportunity to apply and deepen their knowledge using the software package STATA.		
Literatur	Wooldridge, Jeffrey M. (2018) Introductory Econometrics : A Modern Approach. Seventh ed. ISBN: 978-1-337-55886-0 [access to relevant chapters will be provided]		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is intended for students interested in econometrics who have already taken an introductory course in economics (e.g., the course "Principles of Macroeconomics"). Knowledge of the statistical software STATA is no prerequisite and will be acquired during the course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft

<b>103-0427-00L</b>	<b>Regionalökonomie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Buser, C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Regionalökonomie fokussiert auf die theoretische Betrachtung der Faktorallokation im Raum und der Wachstumsdeterminanten. Die Vorlesung nimmt eine übergeordnete Sichtweise ein (top down) und betrachtet regionale Entwicklung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Diskussion von wachstums- und regionalpolitischen Implikationen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen theoretische Grundlagen der räumlichen Ökonomie und regionalen Wachstumstheorien kennen; sie sollen die Kompetenz erwerben, raumwissenschaftliche und regionalökonomische Konzepte und Theorien auf konkrete Fragestellungen aus ihrem Studienbereich anwenden zu können.				
Inhalt	Ursprung der "Raumwirtschaftslehre" Regionalwirtschaftliche Kennzahlen und Wachstumsanalyse Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Wachstumstheorien Regionale Innovationstheorie (Innovationsprozesse, Clustertheorie und Innovationspolitik) Regionaler Arbeitsmarkt Theorie und politische Implikationen an Beispielen (Neue Regionalpolitik NRP, regionale Innovationssysteme RIS) Evaluation Politikinstrumente der Regionalentwicklung Gastreferat und Einbezug aktueller Ereignisse und Medien				
Skript	Die Vorlesungsmaterialien werden auf folgenden Websites jeweils im Voraus aufgeschaltet:  <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html</a>				
Literatur	Die Unterlagen werden abgegeben, es werden Hinweise auf die nachfolgende, freiwillige Fachliteratur gegeben:  Bathelt, H., Glückler J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 4. Auflage. ISBN: 978-3-8252-8728-3  Eisenhut, P. und Sturm J-E. (2022): Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2022/2023. Rüegger Verlag, Zürich. ISBN: 978-3-7253-1081-4  Eckey, H.-F. (2008): Regionalökonomie. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0999-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Deutsch				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

---

<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahe Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können... <ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol> <p>Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.</p>				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assitierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-0300-00L</b>	<b>Agrarwissenschaftliche Exkursionen I ■</b> <i>Nur für Studierende der Agrarwissenschaften BSc, 4. Semester.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>B. Dorn</b>
Kurzbeschreibung	Auf den Exkursionen stellen die Studierenden den Bezug zwischen dem in den Vorlesungen und im Selbststudium erworbenen Wissen zur Praxis und zur Forschung her. Sie analysieren verschiedene Fragestellungen, erweitern und vertiefen Themen aus den Fachvorlesungen der ersten vier Studiensemester und diskutieren die Ergebnisse und Erkenntnisse mit Mitstudierenden, Lehrpersonen und Exkursionspartnern.				
Lernziel	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- erweitern und vertiefen Themen aus den Fachvorlesungen;</li> <li>- können das erlernte Wissen mit den Themen der Exkursion verknüpfen und anwenden;</li> <li>- können die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Disziplinen der Agrarwissenschaften aufzuzeigen;</li> <li>- formulieren Fragen an die Exkursionsleitung und Exkursionsbeteiligten und diskutieren diese mit ihnen und untereinander;</li> <li>- geben Feedback zu den besuchten Exkursionen.</li> </ul>				
Skript	Inhaltliche und organisatorische Exkursionsbeschreibungen finden sich auf der Moodle Kurs. Zu jeder Exkursion wird ein Exkursionsprogramm mit fachlichen und administrativen Informationen zur Verfügung gestellt.				

Voraussetzungen / Besonderes	Die Anmeldung zu den Exkursionen erfolgt gemäss separater Ausschreibung im Februar 2024.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>751-0302-00L</b>	<b>Agrarwissenschaftliche Exkursionen II ■</b> <i>Nur für Studierende BSc Agrarwissenschaften, 6. Semester</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>B. Dorn</b>
Kurzbeschreibung	Auf den Exkursionen stellen die Studierenden den Bezug zwischen dem in den Vorlesungen und im Selbststudium erworbenen Wissen zur Praxis und zur Forschung her. Sie analysieren verschiedene Fragestellungen, erweitern und vertiefen Themen aus den Fachvorlesungen des gesamten Bachelor-Studiums und diskutieren die Ergebnisse und Erkenntnisse mit Mitstudierenden, Lehrpersonen und Exkursionspartnern.				
Lernziel	Die Studierenden - erweitern und vertiefen Themen aus den Fachvorlesungen; - können das erlernte Wissen mit den Themen der Exkursion verknüpfen und anwenden; - können die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Disziplinen der Agrarwissenschaften aufzuzeigen; - formulieren Fragen an die Exkursionsleitung und Exkursionsbeteiligten und diskutieren diese mit ihnen und untereinander; - geben Feedback zu den besuchten Exkursionen.				
Skript	Inhaltliche und organisatorische Exkursionsbeschreibungen finden sich im Moodle Kurs. Zu jeder Exkursion wird ein Exkursionsprogramm mit fachlichen und administrativen Informationen zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Anmeldung zu den Exkursionen erfolgt gemäss separater Ausschreibung im Februar 2024.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken		gefördert
			Kritisches Denken		gefördert

### ► Agrar-Praktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-0208-00L</b>	<b>Agrar-Praktikum</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>		<b>B. Dorn</b>
Kurzbeschreibung	Das Agrar-Praktikum umfasst eine Praktikumsvorbereitung, einen Praktikumsaufenthalt von mindestens zehn Wochen Dauer auf einem Landwirtschaftsbetrieb in der Schweiz in der vorlesungsfreien Zeit nach dem 4. Semester sowie eine Praktikumsnachbereitung im 5. Semester.				
Lernziel	Die Studierenden - verknüpfen erworbenes Fachwissen mit der landwirtschaftlichen Praxis in der Schweiz - bearbeiten Fragestellungen auf den Landwirtschaftsbetrieb - reflektieren ihr Handeln - präsentieren ihr Praktikumsaufenthalt anhand einer 1-Minuten Präsentation sowie einer Posterdiskussion				
Inhalt	Im Agrar-Praktikum verknüpfen die Studierenden die im Studium erworbenen Fachkenntnisse mit der landwirtschaftlichen Praxis in der Schweiz. Durch das Mitarbeiten auf einem gemischtwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieb stellen die Studierenden den Bezug zwischen Theorie und Praxis her. Dadurch fördert das Agrar-Praktikum das systemorientierte kritische Denken und Handeln. Die Studierenden bearbeiten Aufgaben, die mit dem Landwirtschaftsbetrieb zusammenhängen. Zudem reflektieren und präsentieren sie den Praktikumsaufenthalt und die Praktikumsaufgaben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung		gefördert	
		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik			gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		

### ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1020-10L</b>	<b>Bachelor-Arbeit</b>	<b>O</b>	<b>14 KP</b>	<b>30D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelorarbeit stellt den Abschluss des Bachelorstudiums dar. Sie ist eine wissenschaftliche und selbständige Arbeit unter der Leitung einer Dozentin oder eines Dozenten der Studienrichtung Agrarwissenschaft.				
Lernziel	Selbständiges Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit.				
Inhalt	Verfassen einer wissenschaftlichen und selbständigen Arbeit unter der Leitung einer Dozentin oder eines Dozenten der Studienrichtung Agrarwissenschaft.				

### Agrarwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Agrarwissenschaften DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang auf: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-17L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: "Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	P. Edelsbrunner
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
851-0240-25L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	G. Kaufmann
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	2 KP	2S	R. Schumacher
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0242-07L	<b>Menschliche Intelligenz</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	1 KP	1S	E. Stern
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>	W	1 KP	2S	

Findet dieses Semester nicht statt.  
 Findet in diesem Semester nicht statt.  
 Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem  
 erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-  
 0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.

**Kurzbeschreibung** Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.

**Lernziel**

- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen
- Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten
- Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen

<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
<b>Lernziel</b>	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
<b>Inhalt</b>	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>751-9013-00L</b>	<b>Fachdidaktik Agrarwissenschaften I ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Kaufmann</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	In der Fachdidaktik I werden Unterrichtstechniken im Sinne von Bausteinen von typischen Lektionen behandelt. Dies geschieht auf Basis der Erkenntnisse der Lehr- und Lernforschung und deren Umsetzung in der Praxis. Ziel ist die Planung und Durchführung von lernwirksamen Unterrichtssequenzen sowie deren Evaluation und Reflexion.				
<b>Lernziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Einzellektionen aufgrund von Bildungsvorgaben lernwirksam planen, durchführen und reflektieren.</li> <li>• Sie orientieren sich an Lernzielen und berücksichtigen die Vorkenntnisse, das berufliche Umfeld und die Ambitionen der Lernenden.</li> <li>• Sie können die grundlegenden Unterrichtstechniken in ihrem Fach lernwirksam umsetzen und die Lernphasen geeignet rhythmisieren.</li> <li>• Sie können komplexe technische Fachinhalte lerngerecht reduzieren und darstellen.</li> <li>• Sie kennen Beispiele von verbreiteten Fehlkonzepeten der Lernenden und können den Unterricht entsprechend gestalten.</li> </ul>				
<b>751-9014-00L</b>	<b>Fachdidaktik Agrarwissenschaften II ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9G</b>	<b>G. Kaufmann</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Anspruchsvollere und umfangreichere Unterrichtsmethoden werden eingeführt und in Bezug den damit umgesetzten Lehr-Lern-Strategien gesetzt. Die Umsetzung der Unterrichtsmethoden unter Berücksichtigung verschiedener Lehr-Lernstrategien erfolgt über die Planung, Durchführung und Reflexion von grösseren Unterrichtseinheiten. Dies bedingt eine gegenüber der FD 1 vertiefte Auseinandersetzung mit der did				
<b>Lernziel</b>	Ziel ist es, didaktische Modelle und zugehörige Unterrichtsmethoden mit aktuellen Forschungsergebnissen zusammenzuführen. Die Studierenden - lernen sich anhand einer ausführlichen didaktischen Analyse in ein umfangreiches Unterrichtsthema einzuarbeiten - können anspruchsvolle Unterrichtsmethoden im Kontext von verschiedenen Lehr-Lernstrategien wissensbasiert und reflektiert anwenden. - können zu ausgewählten Lehr-Lernstrategien geeignete Unterrichtsumgebungen zielgruppenorientiert entwickeln - lernen den von ihnen gewählten Unterrichtszugang in berufsbildender, fachlicher, fachdidaktischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht zu reflektieren.				
<b>751-9020-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Agrarwissenschaft ■</b> <i>Das Unterrichtspraktikum kann erst nach Abschluss aller anderen Lehrveranstaltungen des DZ absolviert werden.</i> <i>Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>G. Kaufmann</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				



Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht.</li> <li>- Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln.</li> <li>- Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk.</li> <li>- Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen.</li> <li>- Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen.</li> <li>- Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.</li> </ul>
Inhalt	<p>Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen.</p> <p>Die Themen für die beiden Prüfungslektionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriums-basiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.</p>
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.

<b>751-9005-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Agrarwissenschaft A ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	<p>In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden berufsfachliche und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel Lehrpersonen an Berufsfach-/Fachhochschulen, unmittelbar verstehen.</p>				
Lernziel	<p>Das Ziel ist, dass die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können.</li> <li>- selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die fachwissenschaftliche Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können.</li> <li>- Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.</li> </ul>				
Inhalt	<p><b>Thematische Schwerpunkte:</b> Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel aus einer Ausbildungsplanung für ein Fach, das über eine längere Zeit (Quartal, Semester etc.) unterrichtet wird. Das Thema hat einen Bezug zum Unterricht an Berufsfach- oder Fachhochschulen. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV und der Fachdidaktik praktisch um.</p> <p><b>Lernformen:</b> Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.</p>				
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				

#### Agrarwissenschaften DZ - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Agrarwissenschaften Master

## ► Vertiefung Tierwissenschaften

### ►► Disziplinäre Kompetenzbereiche

#### ►►► LivestockSystems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-6602-00L</b>	<b>Pig Science</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Neuenschwander, G. Bee, P. von Rohr</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieser Vorlesung ist, vertiefte Kenntnisse über die Organisation der Schweinezucht, der angewandten Zuchtwertschätzung, und der Ernährung zu vermitteln. Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge und deren Auswirkungen auf die Produktequalität und die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion.				
Lernziel	Die Studierenden				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die komplexen Beziehungen zwischen Ernährung und Produktequalität,</li> <li>- kennen die Arbeitsteilung in der Schweinezucht, (Zucht, Vermehrung und Produktion)</li> <li>- verstehen die aktuell gängigen Methoden der genomischen Zuchtwertschätzung</li> <li>- können ein in der Praxis gängiges Zuchtprogramm kritisch analysieren und daraus Vorschläge für mögliche Verbesserungen in Form einer Evaluation abgeben.</li> <li>- sind in der Lage, publizierte Forschungsergebnisse kritisch zu analysieren</li> <li>- sind in der Lage, eine wissenschaftliche Arbeit mündlich zu präsentieren</li> </ul>				
Inhalt	Es werden folgende Themen präsentiert:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweine-Fütterung</li> <li>- Fleischqualität</li> <li>- Schweinezucht in der Schweiz und im Ausland</li> <li>- Angewandte Zuchtwertschätzung (mit Übungen)</li> <li>- Erarbeiten eines Vortrages zu einem selbstgewählten Thema</li> <li>- Effiziente Schweine</li> <li>- Exkursion auf den AgroVet Strickhof (Haltung und Tierbeurteilung) von Schweinen (Lineare Beschreibung und Einteilung)</li> </ul>				
Skript	Unterlagen werden individuell von den Dozierenden abgegeben.				
Literatur	Spezifische Literatur wird individuell von den Dozierenden angegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-6802-00L</b>	<b>Geflügelwissenschaften</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel der Vorlesung ist es, grundlegendes wissenschaftliches und praktisches Wissen über Ernährung, Tiergesundheit, Genetik und Physiologie und deren Auswirkungen auf die Umwelt, Produktqualität, Haltung, Tierwohl und Zuchtprogramme beim Geflügel zu vermitteln.				
Lernziel	Die Studierenden				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die komplexen Beziehungen zwischen Ernährung, Produktqualität, Zucht und Vermehrung, Gesundheitsmanagement und Tierhaltung sowie die verschiedenen Produktionssysteme mit den dazugehörigen ökonomischen und umweltrelevanten Aspekten und der nachhaltigen Nutzung der Ressourcen</li> <li>- sind in der Lage, grundlegende praktische Aspekte in der Geflügelfütterung zu erklären</li> <li>- sind in der Lage, publizierte Forschungsergebnisse kritisch zu analysieren</li> </ul>				
Inhalt	Nach einer Einführung sind die Hauptthemen die Geflügelernährung und Geflügelgesundheit/Krankheiten. Zusätzlich zu den Vorlesungen an der ETH findet am Aviforum in Zollikofen während einem Tag ein Blockkurs statt. Die vom Aviforum geführten Lektionen beinhalten für die Geflügelhaltung relevante Themen und ermöglichen zudem einen Einblick in die aktuellen praktischen Forschungsfragen und Versuche vor Ort.				
Skript	Alle benötigten Unterlagen werden auf Moodle hochgeladen.				
Literatur	Spezifische Literatur wird individuell von den Dozierenden angegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1604-00L</b>	<b>Wildtierökologie und -management</b> <i>Die Zahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt.</i> <i>HINWEIS: Alle Studierende werden auf die Warteliste gesetzt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Graf, C. Signer, S. Suter</b>
Kurzbeschreibung	In Mitteleuropa leben Wildtiere und Menschen in enger Nachbarschaft, was zu Nutzungskonflikten führt. In diesem Spannungsfeld sucht Wildtiermanagement nach praxistauglichen Lösungen. Die Studierenden lernen die Grundprinzipien des Wildtiermanagements kennen. In ausgewählten Fallbeispielen vertiefen sie die Systemkenntnis und die Faktoren, welche den Prozess der Lösungsfindung beeinflussen.				
Lernziel	In diesem Modul erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse des Wildtiermanagements und ausgewählter Konflikte zwischen Wildtieren und Nutzungsinteressen des Menschen. Die Studierenden können...				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Wildtier-Mensch-Konflikten ablaufende Prozesse sowie die zu Grunde liegenden biologischen und ökologischen Faktoren beurteilen.</li> <li>• die Perspektiven der beteiligten «Stakeholder» integrieren.</li> <li>• adäquate Ziele und Massnahmen im Rahmen der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren.</li> <li>• Konzepte erstellen, um die Wirksamkeit umgesetzter Massnahmen zu prüfen.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Wildtiermanagement ist ein Steuerungsprozess zum Lösen von Aufgaben und Problemen mit Bezug zu Wildtieren und ihren Lebensräumen. Es bewegt sich im Überschneidungsbereich von Ökologie, Naturschutzbiologie sowie wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen.</p> <p>In theoretischen Referaten, Fallbeispielen und drei Feldexkursionen werden die Studierenden die Schritte eines kompletten Wildtiermanagement-Zyklus reflektieren, von der Problemanalyse über die Definition der Ziele und adäquater Massnahmen bis zur Wirkungskontrolle.</p> <p>Dieses Modul beinhaltet zwei Semesterwochenstunden im Frühlingsemester und drei ganztägige Exkursionen während oder nach dem Semester.</p> <p>Auf Grund logistischer Aspekte in den Exkursionen wird die maximale Zahl der Studierenden auf 25 beschränkt. Die Selektion basiert auf der Basis "first come, first served" unter den Studierenden, welche die Voraussetzungen erfüllen.</p> <p>Woche Thema</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einführung Wildtiermanagement</li> <li>2 Biologie und Ökologie des Wildschweins</li> <li>3 Wildschweinmanagement</li> <li>4 Ökologie und Management des Bibers</li> <li>5 Wald-Wildtier Interaktionen I</li> <li>6 Ökologie und Management des Rothirschs</li> <li>7 Wald-Wildtier Interaktionen II</li> <li>8 Diskussion Grossraubtiere</li> <li>9 Konfliktmanagement im WTM / Zukunft der Jagd in der Schweiz</li> <li>10 Technischer Fortschritt im Wildtiermonitoring (Fotofallen, Bioakustik, Telemetrie)</li> <li>11 Wildtiere und Freizeitaktivitäten</li> <li>12 Ökologische Infrastruktur, Wildtierkorridore und Prävention von Wildtierunfällen im Verkehr</li> <li>13 Nationale Wildtierinventare (Säugetieratlas, Rote Liste, etc.) und zukünftige Herausforderungen im Wildtiermanagement</li> </ol>		
Literatur	Robin K., Graf R.F., Schnidrig R. 2017. Wildtiermanagement – eine Einführung. Haupt-Verlag, Bern		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Inhalte der folgenden BSc-Lehrveranstaltungen werden für die Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung vorausgesetzt:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Dendrologie</li> <li>• Waldökologie</li> <li>• Landschaftsökologie</li> <li>• Ökologie der Wirbeltiere</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>751-7512-00L</b>	<b>Advanced topics in farm animal behaviour and welfare W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Goumon</b>
Kurzbeschreibung	The welfare of farm animals is a major increasing concern to the public, as well as to stakeholders in the global agro-food system. Ethology is a key element of animal welfare sciences as it allows us to know what animals need. In this course we will discuss specifically the challenges faced by farm animals and the behavioural research used to address them.			
Lernziel	<p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquire and put in practice the knowledge and skills needed to understand and assess the behaviour and welfare of farm animals</li> <li>- Achieve an understanding and awareness of welfare challenges farm animals face</li> <li>- Be able to critically analyze and discuss published welfare research data</li> <li>- Be able to summarize and communicate scientific data</li> </ul>			
Inhalt	<p>The course will divide in 2 parts: A series of 12 lectures on the welfare challenges associated with the main phases of the husbandry of farm animals, from birth to slaughter, and some complementary topics that will enlarge knowledge and reflection of students on the topics: cognition and precision livestock farm</p> <p>The second part will consist of 5 practical days where the students will work on designing experiments, collecting, analysing and summarising behavioural data in the form. Data collection will take place at Agro-Vet Strickhof.</p> <p>The final grade will be based on a written exam (50 %) and 2 oral presentations during the practical days (50%).</p>			
Skript	Power point presentations of the lecture will be provided.			
Literatur	Further literature and internet links will be mentioned during the lecture.			
Voraussetzungen / Besonderes	A very useful book: Bateson, M., & Martin, P. (2021). Measuring Behaviour: An Introductory Guide (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108776462			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft	

## ▶▶▶ Livestock Biology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-6122-00L</b>	<b>Physiology of Lactation</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. E. Ulbrich, R. Bruckmaier</b>
Kurzbeschreibung	As part of the course, students get to know the detailed processes that lead to the formation and secretion of milk in the context of mammalian lactation, particularly in livestock and wildlife.				
Lernziel	The course aims at an understanding of the complex function of lactation. The acquired knowledge allows the students to assess both current and future potentials and problems which arise during the different stages of lactation.				
Inhalt	The interactive lecture, which is complemented by two days internship, allows students to acquire the detailed processes that lead to the formation and secretion of milk in mammals. These include the basic understanding of the development and functional stages of the mammary gland and its importance for the various farm animal species and humans as food. Also, hormonal changes which are occurring during the different stages of lactation, are discussed in detail. In addition, techniques of milk withdrawal are discussed in lectures and internship. These focus on the particularly challenging interactions between milking technology and the animal.				
Skript	Students will be provided with the lecture slides on Moodle.				
Literatur	F. Döcke, "Veterinärmedizinische Endokrinologie"				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: The lecture "Endocrinology and Reproductive Biology" (751-6113-00L, takes place in the HS) is a very good preparation and supplement to "Lactation Physiology".				
	The course will be held on the following dates: Friday, 01.03.2024 - 09-17h (LFW B3) Friday, 08.03.2024 - 09-17h (LFW B3) Friday, 22.03.2024 - 09-17h (Bern) Thursday/Friday, 11/12 April 2024 (Posieux) 09-17h and 9-12h Friday, 19.04.2024 - 12-18h (LFW B52)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-7408-00L</b>	<b>One Health</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. E. Ulbrich, T. Van Boeckel, J. Zinsstag</b>
Kurzbeschreibung	Our health is irrevocably linked to those of animals and our environment. That is "One Health". This course will consolidate knowledge on the cause of diseases and the host's different defence mechanisms. Zoonotic diseases will be explored, along side arising issues concerning antibiotic resistance. Finally, the urgent yet challenging need for a multidisciplinary collaboration will be highlighted.				
Lernziel	Students will be able to understand, apply and disseminate the concept and methods of "One Health" regarding the respective different roles of the participating professionals across disciplines.				
	Particularly, students acquire knowledge on: • infectious agents (bacteria, virus, parasites), their virulence and contagiousness; • the way particular zoonotic diseases manifest in individual animals and humans; • how zoonotic diseases spread across certain areas and manifest as epidemic or pandemic; • treatment options including preventive actions.				
	Students are able to: • explain the theoretical foundations and paradigms of the concept of One Health • analyze links between humans, animals and the environment • apply game theoretical approaches • measure the benefits of a cooperation between stakeholders • design One Health interventions				
Inhalt	Animals play an important role in the lives of humans across the globe. They provide food, fiber and livelihoods and are kept for travel, sport, education, or companionship. Over the last decades, global climate change and the worldwide land use alterations including deforestation and intensive farming practices have led to disruptions in environmental conditions and habitats that provide new opportunities for diseases to pass to animals.				
	With the human population growing and expanding into geographic areas of former avoidance, more people live in close contact with wild and domestic animals, both livestock and pets. This close contact with animals provides increasing opportunities for zoonotic diseases to pass between animals and people, and to then spread among people. Zoonotic transmission can also occur in any context in which there is contact with or consumption of animals, animal products, or animal derivatives, which is likely in a companionistic (pets), economic (farming, trade, butchering), predatory (hunting, butchering or consuming wild game) or research context.				
	The movement of people, animals, and animal products has increased due to the exponential enhancement of international mobility, travel and trade within the last century. As a result, both animal and human diseases can spread quickly around the globe, making issues of diseases not restricted to national borders.				
	Thus, although the emergence of zoonotic diseases originated with the domestication of animals some thousands of years ago, only lately the spread of both endemic and new or emerging zoonotic diseases is of increasing worldwide concern as there has been a rise in frequency of appearance of new zoonotic diseases.				
	Preventing strategies include hygiene techniques like hand washing, the use of aseptic material, wearing gloves and cooking food. Further treatment options include, but are not limited to vaccinations, the use of antimicrobial substances including antiseptics, disinfectants and antibiotics and pest control. Although antibiotic resistance occurs naturally, it is accelerated by the misuse of antibiotics in human and animal treatments. Thus, antibiotic resistance is one of the biggest threats to global health, food security, and development today.				
	Agricultural Sciences, Veterinary medicine, Human Medicine and Environmental Sciences are core disciplines of importance. Professionals from animal (agricultural practitioners and scientists, veterinarians) and human health (doctors, nurses, public health practitioners, epidemiologists) as well as environment disciplines (ecologists, wildlife experts) together with policymakers need to communicate, collaborate on, and coordinate activities for successful public health interventions.				
Skript	Study material: All lecture material will be provided via moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Problemlösung			geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-7800-00L</b>	<b>Quality of Products of Animal Origin</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova</b>
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality</li> <li>- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool</li> <li>- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality</li> <li>- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)</li> <li>- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)</li> <li>- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)</li> <li>- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures</li> </ul>				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft

### ►►► Livestock Genetics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-6244-00L</b>	<b>Genomic Animal Breeding</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. Pausch</b>
Kurzbeschreibung	Molecular marker-based methods and applications in animal breeding and genetics are introduced by discussing approaches to discover genomic regions associated with monogenic and complex traits, genomic prediction as well as the properties of genomic breeding values. Participants analyse real genomic data with the R-package and thus acquire the skills to carry out own research projects.				
Lernziel	After the course, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- work with widely-used formats of genomic data</li> <li>- process and interpret raw sequencing and genotyping data</li> <li>- explain and identify the challenges, opportunities and risks associated with applying molecular marker data in animal breeding and animal genetics</li> <li>- apply common statistical methods to correlate phenotypes and genotypes</li> <li>- carry out research projects that involve molecular marker data</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principles of generating, processing and analysing whole-genome sequencing and genotyping data</li> <li>- Statistical approaches to map quantitative trait loci using genome-wide association studies</li> <li>- Calculation of genomic relationship and inbreeding coefficients</li> <li>- Principles of genomic prediction and selection</li> <li>- Bioinformatics approaches to characterize sequence variation at nucleotide level</li> <li>- Approaches to identify causal mutations underlying Mendelian traits</li> <li>- Strategies to consider Mendelian traits in genomic breeding programs</li> </ul>				
Skript	The slides will be provided in advance of each lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Laptop with the R software for exercises Basic experience with the R environment for statistical computing (a brief introduction into R will be provided upon request)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

### ►► Methodische Kompetenzbereiche

#### ►►► Methods for Scientific Research

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>751-7512-00L</b>	<b>Advanced topics in farm animal behaviour and welfare W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Goumon</b>	
Kurzbeschreibung	The welfare of farm animals is a major increasing concern to the public, as well as to stakeholders in the global agro-food system. Ethology is a key element of animal welfare sciences as it allows us to know what animals need. In this course we will discuss specifically the challenges faced by farm animals and the behavioural research used to address them.				
Lernziel	Students will - Acquire and put in practice the knowledge and skills needed to understand and assess the behaviour and welfare of farm animals - Achieve an understanding and awareness of welfare challenges farm animals face - Be able to critically analyze and discuss published welfare research data - Be able to summarize and communicate scientific data				
Inhalt	The course will divide in 2 parts: A series of 12 lectures on the welfare challenges associated with the main phases of the husbandry of farm animals, from birth to slaughter, and some complementary topics that will enlarge knowledge and reflection of students on the topics: cognition and precision livestock farm  The second part will consist of 5 practical days where the students will work on designing experiments, collecting, analysing and summarising behavioural data in the form. Data collection will take place at Agro-Vet Strickhof.  The final grade will be based on a written exam (50 %) and 2 oral presentations during the practical days (50%).				
Skript	Power point presentations of the lecture will be provided.				
Literatur	Further literature and internet links will be mentioned during the lecture.  A very useful book: Bateson, M., & Martin, P. (2021). Measuring Behaviour: An Introductory Guide (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108776462				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge on applied ethology, animal welfare and husbandry is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
<b>751-7602-00L</b>	<b>Applied Statistical Methods in Animal Sciences</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. von Rohr</b>
Kurzbeschreibung	Die genomische Selektion ist in der Tierzucht die Methode der Wahl, das Leistungspotential der Selektionskandidaten zu verbessern. In dieser Vorlesung wird erklärt, weshalb Regressionen in der genomischen Selektion nicht verwendet werden können und was dann die Alternativen sind. Die vorgestellten Konzepte werden mit Übungen in R veranschaulicht.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Eigenschaften der multiplen linearen Regression und können einfache Datensätze mithilfe der Regressionsmethode analysieren. Die Studierenden wissen wieso multiple linear Regressionen bei der genomischen Selektion nicht verwendet werden können. Die Studierenden kennen die in der genomischen Selektion verwendeten statistischen Verfahren, wie BLUP-basierte Verfahren, Bayes'sche Verfahren und die LASSO Methode. Die Studierenden können einfach Übungsbeispiele mit der Statistiksoftware R erfolgreich bearbeiten.				
Inhalt	- Einführung in multiple lineare Regression - Vorstellen der Problematik $n \ll p$ von Least Squares in der genomischen Selektion - BLUP basierte Lösungsansätze - LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) als Alternative zu den in der Tierzucht verwendeten Methoden - Einführung in Bayes'sche Statistik und Parameterschätzung - Anwendung von Bayes'schen Verfahren in der genomischen Selektion (BayesA, BayesB, BayesC, BayesN)				
Skript	Ein Skript in Textform, Kopien der verwendeten Folien und Lösungen zu den gestellten Übungen werden auf dem Netz zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-6003-00L</b>	<b>Training Course in Research Groups (Large) ■</b>	<b>W+</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>M. Niu, S. M. Bernal Ulloa, A.-K. Hankele, S. Neuenschwander, H. Pausch, M. Saenz de Juano Ribes, M. Terranova, S. E. Ulbrich</b>
Kurzbeschreibung	Konzeptionelle und methodische Grundlagen der Forschungsarbeiten werden in den tierwissenschaftlichen Gruppen des Instituts für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften vermittelt. Parallel zur Erarbeitung des theoretischen Hintergrunds liegt der Schwerpunkt auf der Integration in die Forschungsgruppen (on job training) und damit auf der praktischen Anwendung der erworbenen Kenntnisse.				
Lernziel	- Einführung in die konzeptionellen und methodischen Grundlagen der Forschung. - Integration der Studierenden in die Forschungsgruppen (on job training) - Praktische Anwendung der erworbenen Kenntnisse.				

Inhalt	Die Studierenden werden in die Arbeit der Forschungsgruppen integriert und setzen sich dabei mit allen Aspekten der wissenschaftlichen Tätigkeit auseinander. Dazu gehören die Planung (konzeptionell und logistisch), Durchführung (Datenerhebung, Laboranalysen) und Auswertung (Statistik, Darstellung der Daten) von Experimenten ebenso wie die Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens (Ziel: spätere Publikationen, Masterarbeit). Je nachdem, welcher tierwissenschaftlichen Forschungsgruppe des Instituts für Pflanzen, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften sich die Studierenden anschliessen, sind der Forschungsgegenstand, die Forschungsfragen und das Methodenspektrum unterschiedlich.		
Skript	Keines		
Literatur	Spezifische Angaben nach dem Entscheid für eine der Forschungsgruppen		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Trainingsplätze in den einzelnen Gruppen sind beschränkt. Frühzeitige Kontaktnahme mit den Gruppenleitern wird sehr empfohlen. Die Mitarbeit in den Forschungsgruppen beinhaltet häufig auch Arbeiten an Wochenenden. Der Zeitaufwand ist mit total etwa 180 Stunden anzusetzen. Die Vergabe der 6 Kreditpunkte erfolgt durch die Beurteilung der Mitarbeit anhand von kurzen Präsentationen und Diskussionen in Gruppen-Sitzungen, Verfassen von Kurz-Reports über die durchgeführten Arbeiten etc. Es handelt sich um ein Fach mit nicht-benoteter Semesterleistung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>751-6003-01L</b>	<b>Training Course in Research Groups (Small) ■</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>M. Niu, S. M. Bernal Ulloa, S. Neuenschwander, H. Pausch, M. Saenz de Juano Ribes, M. Terranova, S. E. Ulbrich</b>
---------------------	---	-----------	-------------	-----------	---

**Kurzbeschreibung** Konzeptionelle und methodische Grundlagen der Forschungsarbeiten werden in den tierwissenschaftlichen Gruppen des Instituts für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften vermittelt. Parallel zur Erarbeitung des theoretischen Hintergrunds liegt der Schwerpunkt auf der Integration in die Forschungsgruppen (on job training) und damit auf der praktischen Anwendung der erworbenen Kenntnisse.

**Lernziel**

- Einführung in die konzeptionellen und methodischen Grundlagen der Forschung.
- Integration der Studierenden in die Forschungsgruppen (on job training)
- Praktische Anwendung der erworbenen Kenntnisse.

**Inhalt** Die Studierenden werden in die Arbeit der Forschungsgruppen integriert und setzen sich dabei mit allen Aspekten der wissenschaftlichen Tätigkeit auseinander. Dazu gehören die Planung (konzeptionell und logistisch), Durchführung (Datenerhebung, Laboranalysen) und Auswertung (Statistik, Darstellung der Daten) von Experimenten ebenso wie die Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens (Ziel: spätere Publikationen, Masterarbeit). Je nachdem, welcher tierwissenschaftlichen Forschungsgruppe des Instituts für Pflanzen, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften sich die Studierenden anschliessen, sind der Forschungsgegenstand, die Forschungsfragen und das Methodenspektrum unterschiedlich.

**Skript** Keines

**Literatur** Spezifische Angaben nach dem Entscheid für eine der Forschungsgruppen

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Die Trainingsplätze in den einzelnen Gruppen sind beschränkt. Frühzeitige Kontaktnahme mit den Gruppenleitern wird sehr empfohlen. Die Mitarbeit in den Forschungsgruppen beinhaltet häufig auch Arbeiten an Wochenenden. Der Zeitaufwand ist mit total etwa 90 Stunden anzusetzen. Die Vergabe der 3 Kreditpunkte erfolgt durch die Beurteilung der Mitarbeit anhand von kurzen Präsentationen und Diskussionen in Gruppen-Sitzungen, Verfassen von Kurz-Reports über die durchgeführten Arbeiten etc. Es handelt sich um ein Fach mit nicht-benoteter Semesterleistung.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert

### ▶▶▶ Project Management for Scientific Research

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1000-00L</b>	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4U</b>	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter, H. Adelmann, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig-Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin</b>

Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.		
Lernziel	Die Studierenden - arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin; - präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht; - reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.		
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.  Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>701-1502-00L</b>	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b> <i>Number of participants limited to 25. Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</i>  <i>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</i>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Stauffacher, F. Knaus, B. Vienni Baptista</b>
Kurzbeschreibung	This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society. In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne.				
Lernziel	Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.				
Inhalt	The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered. The following people coach and support the students in the 2024 case study: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)</li> <li>• Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)</li> </ul> During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller</li> </ul> Advisory group: We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).				



Voraussetzungen /  
Besonderes First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab).  
If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.

Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch

Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"

The following parallel course is the perfect complement to the tdCS:

701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools"

Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Vertiefung Pflanzenwissenschaften

### ►► Disziplinäre Kompetenzbereiche

#### ►►► Agronomy and Plant Breeding

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-4106-00L	Crop Phenotyping	W+	4 KP	4G	A. Hund, J. Anderegg, B. Keller, J. Leipner, L. Roth, A. Walter
Kurzbeschreibung	Crop phenotyping aims to quantify traits like photosynthesis, development, architecture, biomass or quality of crops using a broad variety of sensors and analysis procedures. The course aims to provide the necessary basic knowledge in agronomy and plant breeding along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning and crop modelling to improve crops and cropping systems.				
Lernziel	<p>The course aims to get you acquainted with different aspects of crop phenotyping.</p> <p>Hands-on-practice: Learn how crops develop throughout the season using wheat as an example. Learn how to apply different sensing technologies to monitor crop development ranging from your own eyes over multi-view imaging to thermal imaging, chlorophyll fluorescence, hyperspectral sensing and laser scanning.</p> <p>Basics in agronomy, physiology and plant breeding: Acquire a basic understanding about the major factors affecting the genetic gain for yield and quality parameters.</p> <p>Carriers and sensors: Acquire the ability to select the appropriate combination of sensor and carrier system given the targeted traits.</p> <p>Feature extraction: Acquire a basic understanding about methods to extract features from images or hyperspectral data using machine learning techniques.</p> <p>Trait definition: Know how to define a plant trait using crop ontology standards (<a href="https://croponology.org/">https://croponology.org/</a>).</p> <p>Description of phenotyping experiments: Get acquainted with the "Minimum Information About a Plant Phenotyping Experiment" (<a href="https://www.miappe.org/">https://www.miappe.org/</a>). Data handling: Know the basics about how to organize measurements and data using unique identifiers (UIDs) and relational data tables.</p> <p>Statistical processing: Know how use the Breeders' equation and calculate heritability to judge the benefit of modern phenotyping techniques. Know how to generate sophisticated experimental designs and analyze them to improve the heritability of a trait using mixed linear models.</p> <p>Dynamic modelling: Know how to model the dynamics of growth to characterize the development using penalized splines and non-linear models.</p> <p>Modelling dependence on environmental gradients: Know how to link growth and development with environmental factors to determine a crop-specific response pattern.</p> <p>Target trait prediction: Get a basic understanding how to use all above inputs to improve the prediction of yield and quality using crop models.</p>				
Inhalt	<p>Crops are exposed to different abiotic stress factors during their development. Adaptation of crops to extreme environmental conditions (e.g. cold and heat stress or dry soils) is an important breeding aim. Crop phenotyping includes novel sensors to measure plant traits related to stress response and yield. Examples of such sensors are laser scanners, high-resolution cameras, thermal cameras, or hyperspectral sensors. High-throughput phenotyping includes repeated measurements on hundreds or thousands of experimental plots throughout the growing season. This enables us to quantify environmental effects almost in real-time.</p> <p>The course aims to provide the necessary basic knowledge in crop physiology along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning (random forest, deep learning) and crop modelling (splines, non-linear models, mixed models) to improve crops and cropping systems. It will take place on the field phenotyping platform FIP (<a href="http://kp.ethz.ch/FIP">kp.ethz.ch/FIP</a>) of the ETH research station in Eschikon.</p> <p>The course will provide a step-by-step introduction into the whole phenotyping workflow from sensors to the prediction of yield. We will follow wheat through a major part of its development and evaluate the development of the genotypes included in the Swiss variety list. Later in the season, we will also look at peas, soybeans, buckwheat, oats and other crops. At a whole field day in June, experts from ETH, Agroscope and Syngenta will provide hands-on experience in the field. At this day there will also be the presentation of the group work.</p>				
Literatur	<p>(1) Walter, A.; Liebisch, F.; Hund, A. Plant Phenotyping: From Bean Weighing to Image Analysis. <i>Plant Methods</i> 2015, 11 (1), 14. <a href="https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8">https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8</a>.</p> <p>(2) Araus, J. L.; Kefauver, S. C.; Zaman-Allah, M.; Olsen, M. S.; Cairns, J. E. Translating High-Throughput Phenotyping into Genetic Gain. <i>Trends Plant Sci.</i> 2018, 23 (5), 451–466. <a href="https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001">https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001</a>.</p> <p>(3) van Eeuwijk, F. A.; Bustos-Korts, D.; Millet, E. J.; Boer, M. P.; Kruijer, W.; Thompson, A.; Malosetti, M.; Iwata, H.; Quiroz, R.; Kuppe, C.; Muller, O.; Blazakis, K. N.; Yu, K.; Tardieu, F.; Chapman, S. C. Modelling Strategies for Assessing and Increasing the Effectiveness of New Phenotyping Techniques in Plant Breeding. <i>Plant Science</i> 2019, 282, 23–39. <a href="https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018">https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018</a>.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place in Eschikon as it includes hands-on practice in the field. There will be an additional field day during the summer break in June.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-4204-01L</b>	<b>Horticultural Science: Case Studies</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Näf, A. Bühlmann, C. Carlen, M. Lutz, K. Mackie-Haas</b>
Kurzbeschreibung	Aspekte von vier Spezialkulturwertschöpfungsketten werden in je 3 Lektionen behandelt. Wissensvermittlungsblöcke werden mit einfachen Gruppenarbeiten aufgelockert. Die Studierenden teilen sich dann in 4 Gruppen, um eine Fallstudie zu bearbeiten. Deren Ergebnis wird auf einem Poster dokumentiert und an einem Abschlusskolloquium mit allen Studierenden vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	Erreichung eines vertieften Verständnisses ausgewählter Herausforderungen von Spezialkulturwertschöpfungsketten im Zusammenhang mit der Transformation von Lebensmittelsystemen und agrarökologischen Grundsätzen. Einschätzung von laufenden Arbeiten der Praxisforschung in diesem Zusammenhang. Teampräsentation eines wissenschaftlichen Posters, das die Ergebnisse der Fallstudie präsentiert.				
Inhalt	Die angesprochenen Spezialkulturen und Wertschöpfungsketten sind Obstbau, Gemüsebau, substratbasierte und geschützte Produktion sowie Weinbau. Die ausgewählten Themen befassen sich mit Herausforderungen in Bezug auf Aspekte der Transformation von Lebensmittelsystemen und mit Problemen, die mit agrarökologischen Grundsätzen in Konflikt stehen und in laufenden angewandten Forschungs- und Entwicklungsprojekten behandelt werden.				
Skript	Präsentationen, die während der Vorlesungen gehalten wurden. Zitierte Referenzen und andere Dokumente, die während Gruppenarbeiten zur Verfügung gestellt wurden.				
Literatur	Von den Dozierenden zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Grundkenntnissen auf, die im Bachelorkurs "Hortikultur" vermittelt werden. Falls dieser Kurs nicht besucht worden ist, werden analoge Kenntnisse und Erfahrungen eine erfolgreiche und produktive Teilnahme an diesem Kurs stark unterstützen. Sprache: Englisch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
Soziale Kompetenzen		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-3606-00L</b>	<b>Molecular Plant Breeding</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Studer, R. Kölliker, M. M. Nay, S. Yates</b>
Kurzbeschreibung	Molecular tools have significantly contributed to improve the process of plant breeding throughout the last decades. This course illustrates - on the basis of lectures, exercises and practical examples - the most important molecular breeding tools (genetic diversity analyses, QTL and association studies) and how these tools are applied to plant breeding by means of genomics-assisted selection.				
Lernziel	At the end of the course Molecular Plant Breeding you will be able to: - understand different molecular marker technologies and genotyping methods, and how the generated data can be used for genetic distance measures and multivariate statistics in experimental and natural populations - use the most important molecular breeding tools such as genetic linkage mapping, QTL analysis, genome-wide association studies and to apply these tools to plant breeding by marker-assisted and genomic selection - apply basic bioinformatics tools for sequence data management and comparative genomics (BLAST, simple assemblies, alignments and gene annotations)				
Inhalt	The course Molecular Plant Breeding is based on complementing lectures, exercises and practical examples. The examples cover a wide range of species and traits and will be taught by four different experts in the field. A detailed program including dates and specific contents will be provided through Moodle.				
Skript	Scripts and slides for each lecture and will be made available through Moodle.				
Literatur	For each lecture, additional literature covering the topic will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held at ETH Zentrum (LFW building). Attendance of the courses Agrargenetik and Pflanzenzüchtung is recommended; basic understanding of R is advantageous.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

### ►►► Crop Health

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b> <i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes</b> , E. Devers, P. Zu
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>751-4904-00L</b>	<b>Microbial Pest Control</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Enkerli</b> , G. Grabenweger, J. Mayerhofer
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt konzeptionelle, sowie biologische und ökologische Grundlagen in mikrobieller Schädlingsbekämpfung. Anhand von Beispielen werden die Methoden und Techniken zur Entwicklung und Überwachung von mikrobiellen Schädlingsbekämpfungsmitteln erarbeitet.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Gruppen von insektenpathogenen Mikroorganismen und deren Eigenschaften. Vertraut werden mit den nötigen Schritten für die Entwicklung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Verstehen der Techniken und Methoden, die für das Überwachen von Feldapplikationen benützt werden, und Kennen der Registrierungsanforderungen für mikrobielle Schädlingsbekämpfungsmittel.				
Inhalt	Die in der biologischen Schädlingsbekämpfung gebrauchten Definitionen und generell verwendete Ausdrücke werden erarbeitet. Ferner werden biologische und ökologische Aspekte aller Arthropoden-pathogenen Gruppen (Viren, Bakterien Pilze und Nematoden) und ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf biologische Schädlingsbekämpfung diskutiert. Ein Schwergewicht wird dabei auf die Pilzgruppen Hypocreales und Entomophthorales gelegt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie Projekte in biologischer Schädlingsbekämpfung aufgebaut werden können, wie Pathogene appliziert werden und wie die Effizienz, Effekte auf Nicht-Zielorganismen, Persistenz und Verbreitung überwacht werden. Im Weiteren werden die nötigen Schritte in der Entwicklung eines Produktes, kommerzielle Aspekte und die Registrierungsanforderungen besprochen.				
Skript	Die grundlegenden Aspekte werden als Skript (Präsentationsunterlagen) abgegeben.				
Literatur	Hinweise auf zusätzliche Literatur werde in der Lehrveranstaltung gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert			
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>751-4512-00L</b>	<b>Pflanzenpathologie IV: System-Management im modernen Pflanzenschutz ■</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Maurhofer Bringolf</b> , G. Broggini, S. Bühlmann-Schütz, P. E. De Werra, M. Gyax, M. Lutz, D. Szalatnay, L. Tamm, O. Viret
Kurzbeschreibung	Die LV besteht aus einer Mischung aus Infoelementen (Frontalunterricht), Lerneinheiten mit Beispielen (Mitarbeit Studierende), Selbststudium, Gruppenarbeiten sowie Plenumsdiskussionen. Sie bezieht, wo möglich, die Epidemiologie mit ein, deren wichtigsten Grundlagen zu Beginn repetiert werden.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen den modernen Pflanzenschutz als eine System-Komponente der Pflanzenproduktion. Sie erkennen, basierend auf aktuellen praktischen Beispielen, die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Elementen des modernen Produktionssystems und können diese auch gewichten. Sie sind dazu befähigt, bestehende Massnahmen auf ihre Systemeignung zu evaluieren und sich an der Erarbeitung zukünftiger Pflanzenschutzkonzepte für verschiedene Kulturen und Anbausysteme aktiv zu beteiligen.				

Inhalt	<p>Sieben halbtägige Workshops unter der Leitung von verschiedenen Pflanzenschutzexperten aus Forschung und Praxis. Nach einer Einführung in ein spezifisches Thema bearbeiten die Studierenden in Gruppen eine Fragestellung oder ein aktuelles Problem und entwickeln Pflanzenschutzkonzepte für spezifische Kulturen und Anbausysteme.</p> <p>Die Workshops sind in folgende Themen unterteilt:</p> <p>Workshop 1: Einjähriges System: Fruchtfolge und Bodenbearbeitung (Michel Gyax, Kant. Pflanzenschutzfachstelle, Bern)</p> <p>Workshop 2: Einjähriges System: Krankheiten im Kartoffelanbau: Die Bekämpfung beginnt mit zertifiziertem Pflanzgut (Patrice de Werra, HAFL, Zollikofen)</p> <p>Workshop 3: Spezialkulturen: Sonderfall Gemüsebau: Systembezogene Unterschiede im Pflanzenschutz (Matthias Lutz, Agroscope Wädenswil)</p> <p>Workshop 4: Mehrjähriges System: Aktuelle Herausforderungen im Obstbau (David Szalatnay, Strickhof Winterthur)</p> <p>Workshop 5: Genetische Krankheitsresistenz: Konzepte traditioneller und gentechnologischer Züchtung (Simone Bühlmann, Agroscope Wädenswil / Giovanni Broggin, ETH Zürich)</p> <p>Workshop 6: Pflanzenschutz im Biolandbau auf dem Prüfstand: Stand der Technik, Chancen und Risiken (Lucius Tamm, FiBL, Frick)</p> <p>Workshop 7: Zukunft des Pflanzenschutzes im Weinbau (Oliver Viret, centre de compétence vitivinicole et cultures spéciales, Marcellin)</p>		
Skript	Unterlagen werden in der LV verteilt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die LV integriert die Inhalte der Vorlesungen Pflanzenpathologie I, II und III. Das Erhalten der Kreditpunkte setzt eine lückenlose Teilnahme an der LV voraus.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>751-4902-00L</b>	<b>Modern Pesticides - Mode of Action, Residues and Environmental Fate</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Poiger, M. E. Balmer, I. J. Bürge</b>
Kurzbeschreibung	The biochemical principles of the mode of action of current use plant protection products (PPP) are presented. Important topics are mechanisms for selectivity, development of resistance, residue formation in crops and food safety as well as behavior in the environment.				
Lernziel	The structures and modes of action of current use pesticides (synthetical compounds, natural compounds) are presented. The structure-activity relationships lead to considerations of actual use conditions in crops such as fungicides in viticulture, residues in edible parts of treated plants, possible side effects and environmental fate.				
Inhalt	After a short introduction on pesticide registration (administrative process as in Switzerland and EC, food safety), the biochemical background of the mode of action of important groups of current use PPP active ingredients is presented. Furthermore, selectivity of pesticides, leaching of herbicides to groundwater, accumulation of pesticides in soil, development of resistance of fungicides, formation of residues in edible parts of the crops, and side-effects on non-target organisms shall be covered.				
Skript	An e-script (pdf-files) is provided as download at the beginning of spring term.				
Literatur	none				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

### ►►► Agriculture and Environment

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-5102-00L</b>	<b>Biogeochemical Modeling of Agroecosystems</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Van de Broek, M. Laub, J. Six</b>
Kurzbeschreibung	This class provides an introduction to biogeochemical modeling in the context of agricultural ecosystems. It covers the general background and principles of modeling agricultural biogeochemistry in a theoretical part (e.g., plant growth and soil C dynamics), while the focus is on learning how to code biogeochemical models in the R software environment.				
Lernziel	The aim of the course is to (i) introduce students to a range of concepts applied in biogeochemical modelling of agroecosystems, with an emphasis on soil biogeochemistry (carbon cycling) and (ii) teach students the basics of coding biogeochemical models in a free and open-source software environment (R).				
	The focus of the course is on hands-on coding. At the end of the course, students will:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Be able to critically evaluate different concepts applied in widely used biogeochemical models in an agricultural context</li> <li>- Be familiar with the basic concepts of programming that are specifically applicable to modelling biogeochemical cycles in an agricultural context</li> <li>- Be able to come up with basic conceptual models to evaluate crop growth and carbon cycling in agricultural soils, given certain constraints and</li> <li>- Be able to write computer codes to convert their conceptual models to numerical models, and evaluate model outcomes.</li> </ul>				
Inhalt	The class consists of (i) a limited theoretical part, in which students learn the basics of biogeochemical models in an agricultural context and (ii) a more extensive part, in which students learn to program plant growth models and soil biogeochemical models in the R software environment.				
	Throughout the course, the R skills necessary to code biogeochemical models are explained using examples related to soil biogeochemical cycling or crop growth (e.g., different data structures, loops, functions, if/else etc.). Aspect of biogeochemical modeling that are covered include constructing sets of coupled differential equations that form the core of numerical models, solving differential equations analytically and numerically, by writing solvers and using existing solvers, model calibration techniques and using different modelling aspects to code flexible models. These principles are applied to code published and widely-used biogeochemical models to solve research questions.				
Literatur	The following handbooks serve as the basis for the concepts and skills the students will learn in the course:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soltani and Sinclair, 2012, Modeling physiology of crop development, growth and yield.</li> <li>- Soetaert and Herman, 2009, A Practical Guide to Ecological Modelling, Springer Netherlands.</li> <li>- Wallach et al., 2018, Working with Dynamic Crop Models, 3rd Edition, Academic Press.</li> </ul>				

Voraussetzungen / Besonderes	Students signing up for this course should have a strong interest in modeling of agroecosystem processes. Prior knowledge of the R programming language (or similar) is a plus but is not required, as all basic programming concepts will be explained.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>751-3404-00L</b>	<b>Nutrient Fluxes in Soil-Plant Systems: The Case of Nitrogen</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Oberson Dräyer, F. Tamburini, M. Wiggerhauser</b>
	<i>This courses will be offered in spring 2024 for the last time.</i>				
	<i>The course will take place only if at least 8 (eight) students are registered one week before the start of the lecture.</i>				
	<i>If you are uncertain if you fulfil the requirements for this course, please contact Astrid Oberson before registration.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt Fachwissen und experimentelle Techniken, um Nährstoffflüsse in Boden-Pflanzen-Systemen zu untersuchen und zu beurteilen. Theorie und Methoden betreffen i) die Stickstoffdynamik im Boden, ii) die Stickstoff-Ausnutzungseffizienz durch Pflanzen iii) den Verbleib von Düngernährstoffen im Boden und iv) symbiotische N <sub>2</sub> -Fixierung.				
Lernziel	Am Beispiel des Elementes Stickstoff (N) werden die Studierenden mit Theorie und experimentellen Techniken vertraut, welche der Untersuchung der Dynamik und der Verfügbarkeit von Elementen im Boden-Pflanzensystem dienen. Die Studierenden erlernen die Anwendung von stabilen Isotopen zwecks Erfassung von Nährstoffflüssen in Boden-Pflanzensystemen. Sie lernen biochemische Methoden kennen, welche Indikatoren zu Nährstofftransformationen liefern. Die Studierenden werden befähigt, die Ansätze, Ergebnisse und die Interpretation von agronomischen und umweltwissenschaftlichen Studien kritisch zu überprüfen. Das Fachwissen über Prozesse und Kompartimente, welche Nährstoffkreisläufen in Boden-Pflanzensystemen zu Grunde liegen, wird vertieft. Schlussendlich wird das erworbene Wissen eingesetzt, um eine Expertenmeinung zu einem Stickstoff bezogenen Problem der Landwirtschaftlichen Produktion zu verfassen.				
	Die Studierenden lernen im Labor zu arbeiten, Arbeit in Gruppen zu organisieren, Informationen auszutauschen, Information ausserhalb des Kurses zu beschaffen (z.B. in der Bibliothek), diese Informationen kritisch zu lesen und zu analysieren, und die Ergebnisse ihrer Experimente mit den Informationen anderer Quellen zu verbinden. Sie wenden das gewonnene Wissen an einem realen Problem an. Die mündliche und schriftliche Präsentation von Fachwissen und Ergebnissen wird geübt.				
Inhalt	This course provides theoretical knowledge and teaches methods to analyze the dynamics of elements in soil-plant systems and to determine the use efficiency by crops of nutrients added with mineral and organic fertilizers. Nitrogen (N) will be used as model case. It provides information about various techniques (isotopic, chemical, biochemical) that can be used to evaluate				
	i) content of elements in fertilizers, soils and plants;				
	ii) availability of elements in soils and fertilizers for plants;				
	iii) transfer of elements from a fertilizer to a crop;				
	iv) symbiotic N <sub>2</sub> fixation by legumes.				
	The course starts with revisiting the N cycle in agriculturally managed soil-plant systems, as affected by different fertilizers. Then a background on stable isotope biogeochemistry, with focus on stable N isotope use at natural abundance and with isotope enrichment, is provided. To test the transfer of N contained fertilizers from the soil to the plant, a pot experiment (glasshouse study) is designed. It includes two test plants and fertilization treatments, both with <sup>15</sup> N labeled organic fertilizer and appropriate reference treatments. The soil is characterized for basic chemical properties and for biochemical characteristics that are related to the N dynamics. Plants are harvested and analyzed for their dry matter production, their N isotope composition and N content. From the direct ( <sup>15</sup> N) labeling approach, the proportion of N in the plant derived from the added fertilizers and the percentage of added fertilizer recovered in plant material is calculated. The <sup>15</sup> N analyses in the soil and in the plant material after the crop cycle allows drawing a balance of the added fertilizer and discussing N losses. Data on <sup>15</sup> N isotopic composition in legume and non-legume plants are used to compare the <sup>15</sup> N Natural Abundance and the <sup>15</sup> N Enriched Dilution methods to estimate symbiotic N <sub>2</sub> fixation by the legume. The results get combined and illustrate the role of the various N sources (fertilizer, soil, atmosphere) for N uptake by the plant.				
	The experiments are carried out by the students supervised by group members (three senior scientists, PhDs, laboratory staff). The students carry out data analysis, results calculations and present them orally. At the end of the course, they apply their knowledge to a real problem related to the use of nitrogen in agriculture, and present their outcome in form of a written expert opinion.				
Skript	Documentations will be made available during the course.				
Literatur	Indications during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss der Lehrveranstaltungen "Pflanzenernährung I (751-3401-00L)" und "Pflanzenernährung II - Integriertes Nährstoffmanagement (751-3402-00L)" wird für diesen Kurs vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann, M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.				

Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.				
	Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.				
Inhalt	Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.				
	Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.				
	Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>751-5127-00L</b>	<b>Microbiomics I: The Microbiome of the Plant-Soil System</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	This class conveys the current knowledge and state-of-the-art methods for studying the plant-soil microbiome through a combination of theoretical input lectures, selected case studies from ongoing research projects, and flipped classroom assignments.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to (1) explain how microorganisms influence and respond to changes in the plant-soil system (2) evaluate the strengths and limitations of specific methods used in microbial ecology research (3) integrate the acquired knowledge into the critical assessment of current literature in this field				
Inhalt	The plant-soil microbiome is an essential component of agroecosystems, regulating crop growth, nutrient use efficiency, stress resilience, and disease resistance. In this course, students will develop a fundamental understanding of (i) how microorganisms shape the functioning of the plant-soil system, (ii) how ecosystem management and global changes are influencing diversity and functioning of these microbial systems, and (iii) how the microbiome might be managed to improve sustainable agricultural production. A strong focus will be placed on getting to know the methodological toolbox to study microbes in the environment including different next-generation DNA sequencing applications such as metabarcoding and metagenomics. Theoretical input lectures will be combined with presentations of current research projects. Flipped classroom assignments will be used to critically discuss research findings of specific publications or to evaluate the strength and limitation of the specific methods.				
Literatur	Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM and Stahl DA (2019). Brock Biology of Microorganisms, 15th edition, Pearson Education Limited. Paul E (2014). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, 4th edition, Academic Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some basic background in biology and a keen interest in learning and discussing how microorganisms shape the functioning of our planet. Whereas this course unit can be taken as standalone class, it also serves as preparatory class for the hands-on block course on microbiome analysis (Microbiomics II).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-5127-01L</b>	<b>Microbiomics II: Metabarcoding - From Bioinformatics to Statistics</b>	<b>W Dr</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	<i>The course 751-5127-00 Microbiomics I: The microbiome of the plant-soil system is a prerequisite of this course (only for MSc students).</i>  <i>Master and PhD-students from the ETH Zurich should register through myStudies.</i> <i>All other PhD-students should register via the <a href="https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html">https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html</a> (&gt; Select Plant Sciences)</i>				
	This computer block course provides a thorough introduction to the application of next-generation sequencing techniques for analyzing diversity of microbial communities. Using a combination of theoretical lectures and hands-on computer exercises, the participants learn the computational steps from bioinformatic processing of sequencing reads down to the final statistical evaluations.				

Lernziel	After the course, the participants will be able to 1) understand the concept, potential and limitation of microbial NGS applications 2) analyze metabarcoding data to obtain meaningful information 3) use multivariate statistical methods evaluate and visualize microbial community data 4) make informed decisions on best practices for their own data		
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some background in microbial ecology and understand the basics of next-generation sequencing techniques as a tool to study microbes in the environment. Participants that are not familiar with these topics are encouraged to take the course unit «The Microbiome of the Plant-Soil System: Part I» as preparatory class (mandatory for master students). No programming or scripting expertise is required, but some basic experience with using command line applications is of advantage since not all the basics can be thoroughly covered in that short amount of time. However, some basic introduction to UNIX-based command line applications will be provided on the first day. All hands-on exercises will be run on UNIX-environments (Linux, Mac) and participants are expected to bring their own UNIX-based laptop (please consult your IT representative if necessary). All statistical analyses will be run in R using RStudio (any operating system). Participants should have installed the following software packages on their computers: Miniconda, R and RStudio, all other software tools will be installed on site using the Miniconda package manager.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>701-1342-00L</b>	<b>Agriculture and Water Quality</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. H. Stamm, E. Frossard, H. Singer</b>
Kurzbeschreibung	Linking scientific basics of different disciplines (agronomy, soil science, aquatic chemistry) with practical questions in the context of real-world problems of diffuse pollution due to agricultural production.				
Lernziel	This course discusses the application of scientific understanding in the context of real-world situations of diffuse pollution caused by agricultural production. It aims at understanding the relevant processes, analysing diffuse pollution and developing mitigation strategies starting from legal requirements regarding water quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversity of diffuse agrochemical pollution</li> <li>- Agronomic background on the use of agrochemicals</li> <li>- Transport of agrochemicals from soils to water bodies</li> <li>- Development of legal requirements for water quality</li> <li>- Monitoring strategies in water bodies</li> <li>- Mitigation strategies</li> <li>- Relevant spatial and temporal scales</li> <li>- Exercises including all major topics</li> <li>- 1 field excursion</li> <li>- 2 - 3 external guest speakers</li> </ul>				
Skript	Handouts will be provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some exercises require R ( <a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a> ) and a laptop during the class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

## ►► Methodische Kompetenzbereiche

### ►►► Seminar in Plant Sciences

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-4003-02L</b>	<b>Current Topics in Grassland Sciences (FS)</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Lernziel	Students will be able to understand and evaluate experimental design and data interpretation of on-going studies, be able to critically analyze published research results, practice to present and discuss results in the public, and gain a broad knowledge of recent research and current topics in agro- and forest ecosystem sciences.				
Inhalt	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Skript	none				
Voraussetzungen / Besonderes	Useful: Attendance of the courses "Öko- und Ertragsphysiologie", "Crop Science, Part Futterbau", "Graslandsysteme" in the Bachelor or similar courses. Language will be English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft
<b>751-5001-00L</b>	<b>Agroecologists without Borders</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>4S</b>	<b>K. Benabderrazik, M. Grant, J. Six</b>
Kurzbeschreibung	Students will focus on ways to reach out to a wider public the complexity of science. Sub-topics like the role of socially engaged art, political ecologies, and decolonial food systems will be explored in the lecture. Students will be encouraged to develop critical thinking on the connections between water, sanitation, food security and ways to sustainably improve food systems resilience.				

Lernziel	<p>(1) Students analyze one concrete example of an agricultural research project.</p> <p>(2) Students broaden their understanding of environmental and socio-economic challenges.</p> <p>(3) Engage with positive and empowering frameworks that motivate critical reflection and action on the types of transformative responses needed within agricultural and food systems.</p> <p>(4) Students articulate complexity and challenges in agricultural development interventions.</p> <p>(5) Students develop science communication skills by producing science communication materials in the context of the given case study.</p> <p>(6) Students practice their project management skills.</p>		
Inhalt	<p>In the spring term 2024 - the case study will be on the Bishopstowe Agroecology Living Lab (BALL) in South Africa. The case study is part of the ongoing research project "RUNRES – The rural-urban nexus: Establishing a nutrient loop to improve city region food systems resilience". The BALL consists of three components deemed critical: First, it is place-based community-led living lab which allows space for learning by doing all in addressing agroecology transition and food system transformation and observation learning on all the 10 agroecology principles in one place. Second, it has a research infrastructure component which creates a space a participatory and on-farm scientific research and experimentation. For instance, the scientific experiments will be around circular economy principles. Third, it has an agroecology curriculum which will include short courses covering all the 10 principles of agroecology. Throughout the class, students will gain insights on ways to make science accessible and reachable for various stakeholders of the community. To facilitate community understanding of the role of the Living Lab, a science communication package will be developed in collaboration with students and scholars from the University of KwaZulu Natal.</p>		
Literatur	<p>Gliessman, S.R., Méndez, V.E., Izzo, V.M., &amp; Engles, E.W. (2022). Agroecology: Leading the Transformation to a Just and Sustainable Food System (4th ed.). CRC Press. <a href="https://doi.org/10.1201/9781003304043">https://doi.org/10.1201/9781003304043</a></p> <p>Foster, J.B. (1999). Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology. The American Journal of Sociology, vol 105(2). Oo. 366-405. <a href="https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Marxs-Theory-of-Metabolic-Rift.pdf">https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Marxs-Theory-of-Metabolic-Rift.pdf</a></p> <p>Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikainen, J., Saikku, L., Schosler, H. (2015). Transition towards circular economy in the food system. Sustainability, 8, 69. <a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/69">https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/69</a></p> <p>Wilde, B.C.; Lieberherr, E.; Okem, A.E.; Six, J. Nitrified Human Urine as a Sustainable and Socially Acceptable Fertilizer: An Analysis of Consumer Acceptance in Msunduzi, South Africa. Sustainability 2019, 11, 2456. <a href="https://doi.org/10.3390/su11092456">https://doi.org/10.3390/su11092456</a></p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Students signing up for this class should have a strong interest in environment, agricultural challenges and science communication.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. De Moraes</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.				
Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.				

### ►►► Design, Analysis and Communication of Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1000-00L</b>	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4U</b>	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter,</b> H. Adelman, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig- Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin
Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.				
Lernziel	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin;</li> <li>- präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht;</li> <li>- reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.</li> </ul>				



Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.		
	Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>701-1502-00L</b>	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b> <i>Number of participants limited to 25. Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</i>  <i>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</i>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Stauffacher, F. Knaus, B. Vienni Baptista</b>
Kurzbeschreibung	This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society. In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne.				
Lernziel	Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.				
Inhalt	The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered. The following people coach and support the students in the 2024 case study: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)</li> <li>• Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)</li> </ul> During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller</li> </ul> Advisory group: We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).				
Voraussetzungen / Besonderes	First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab). If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.  Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch  Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"  The following parallel course is the perfect complement to the tdCS: 701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools" Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.				

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert

## ► Vertiefung Agrarökonomie

### ►► Disziplinäre Kompetenzbereiche

### ►►► Decision Making and Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt			geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft
<b>363-0560-00L</b>	<b>Financial Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Kind</b>
Kurzbeschreibung	The course is comprised of 3 building blocks, which build towards the goal of being able to value the wealth gain created from a project within a business, or to value the business itself: Present Value, Investment Decisions, and Risk and Return. Value-based decision-making is the most important function of finance and you will be able to value a firm or a project with a given capital structure.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>To introduce you to the theory and practice of corporate finance.</li> <li>To provide you with a set of tools necessary to answer the most important questions related to valuing firms, and projects within firms.</li> <li>To give you some insight into investment decision making and personal finance.</li> </ul>				
Inhalt	The course is comprised of three building blocks, which build towards the overall goal of being able to value the wealth gain created from a project within a business, or to value the business itself:				
	1. Present and Future Value	We will begin our discussion of valuation with the notion of discounting. A dollar today is worth more than a dollar tomorrow. A dollar tomorrow is worth less than one today. As we will discover, this simple idea will take us a long way towards valuing various financial instruments where cash flows are known or can be easily estimated. We can apply this idea to find the value (and hence, market price of) securities such as stocks and bonds.			
	2. Investment Decisions	Next, we will proceed to the analysis of how firms should choose their investments. The difference here from the first part of the course is that the cash flows from firms business investments are not known and have to be estimated. We will learn how to identify cash flows relevant to the valuation of an investment project (the "free cash flow" method) and how to employ the Net Present Value criterion to make investment decisions. (If time allows, we will also cover the Internal Rate of Return criterion and the payback rule.)			
	3. Risk and Return	In the final quarter of the course, we will study the relation between risk and return. The riskier the investment, the higher the return we require from it to be willing to invest. The study of the relationship between risk and return will lead us to discuss one way of estimating expected returns – the Capital Asset Pricing Model (CAPM). We will apply the logic of CAPM to decide on a discount rate for firms' investment projects using the concept of Weighted Average Cost of Capital (WACC).			
	4. Our Goal: Understanding Business Valuation	Valuation, and value-based decision-making is the most important function of finance and it is the goal that we are working towards. If you have studied diligently, at the end of the course you will be able to value a firm or a project with a given capital structure. You will be able to put this knowledge into practice to value your own business or projects within your own business!			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>363-1080-00L</b>	<b>Power and Leadership</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Schmid, T. Noll</b>
Kurzbeschreibung	Students will learn about different leadership styles and how power and leadership play out in social interactions. Emphasis is placed on personal development and the implementation and application of topics to the workplace context.				
Lernziel	This course will enhance students' understanding of the complexity of hierarchical relationships in the workplace in weekly lessons that include lectures, analyses of leadership situations (e.g., case studies), exercises, and group discussions. More specifically, students will be informed about how power shapes people's behaviors and decision-making processes. They will learn to analyze the different elements that make a good leader such as personality traits, behavior, and skills. With case studies and small group exercises, students will learn to evaluate different types of social and emotional skills related to leadership. Students will be encouraged to reflect upon their own communication skills and leadership potential and will be given the opportunity to train their leadership skills. The course further addresses integrity and ethics in leadership.				
Inhalt	Lectures will include <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the course and the topic of power and leadership, definitions</li> <li>- Leadership styles and theories: Universalist theories, behavioral theories, contingency theories, "new leadership" theories</li> <li>- Leadership, communication, and interpersonal skills (3 sessions): 1. Effective communication: Listening and speaking, running effective meetings, delegating effectively, giving performance feedback, 2. Hierarchy and communications: Pitfalls and solutions, communication training, 3. Importance of social skills for leadership effectiveness</li> <li>- Agility in teams: Overview of the Scrum Framework in the context of software development, leadership in agile teams, the role of motivation, training: experiencing first-hand how to develop a product in an agile way</li> <li>- Power abuses, ethics in leadership: Why do leaders behave unethically? Destructive leadership: theories, examples, and consequences</li> <li>- Diversity and discrimination in relation to power and leadership: Expectations, bias, and discrimination the workplace, sources of bias, how to reduce bias and discrimination</li> <li>- Leadership and innovation: Which are the particular paradoxes and trade-offs leaders face when they are leading for innovation? How could they successfully manage those challenges?</li> </ul>				
	Homework <ul style="list-style-type: none"> <li>- Writing a leadership skills training report (~20 hours)</li> <li>- Mandatory readings and exercises (~20 hours)</li> </ul>				
Literatur	Mandatory readings: <p>Riggio &amp; Reichard (2008). The emotional and social intelligences of effective leadership: An emotional and social skill approach. Journal of Managerial Psychology, 23, 169-185.</p> <p>Jost, J. T., Rudman, L. A., Blair, I. V., Carney, D. R., Dasgupta, N., Glaser, J., Hardin, C. D. (2009) The existence of implicit bias is beyond reasonable doubt: A refutation of ideological and methodological objections and executive summary of ten studies that no manager should ignore. Research in Organizational Behavior, 29, 39-69.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Soziale Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

### ▶▶▶ Resource Economics and Agricultural Policy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0552-00L</b>	<b>Economic Growth and Resource Use</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Komarov</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with the factors that contribute to economic development. Throughout the course theoretical economic modelling will be used to discuss the effects of factors – such as land, human/physical capital, technology, fossil energy resources, and climate change – on economic growth and to draw conclusions for the future.				

Lernziel	The general objective of the course is to provide students tools and intuition to:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) think in a structured way – though economic modelling – about the factors that have lead to the different growth experiences among countries, and still shape our contemporary situation;</li> <li>ii) assess and design policies on the basis of economic development;</li> <li>iii) draw conclusions for the future of economic development, that take into account prevalent issues such as the scarcity of fossil energy resources and climate change.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Why is economic growth worth studying? Which are the factors behind economic growth? What is the role of natural resources in shaping economic development? Is our finite planet able to support sustainable long-term economic growth? Economics aims at explaining human behaviour; how do we model it and how can we steer it for the better? How do you design an efficient economic policy for a sustainable future? What is sustainable anyway? These are some of the questions you will learn to answer in this course.</p> <p>After spending the first lecture on overviewing the course, and the second lecture on building our mathematical and economic foundation, we begin with the three main modules that comprise this course.</p> <p>The first module – called “Land and Economic Growth” – deals with the historical evolution of the factors behind economic development from the pre-industrial times to our modern growth experiences. By studying the history of economic growth, we understand change and how the society we live in came to be. In this module we will develop economic models that capture the transition from an era of miniscule economic growth that persisted for millennia before the industrial revolution – with land and human labour as the main inputs to economic activity – to our modern growth experience where the continuous improvement in technology and services is our status quo.</p> <p>The second module – called “Non-Renewable Resources and Growth” – deals with the problem of optimal exploitation of non-renewable resources, as well as with the issue of “Resource Curse” – i.e., the observed negative relationship between economic development and resource abundance. Emerging in the 1970s due to two oil crises, the problem of the economy’s extreme dependence on fossil and depletable energy resources sparked a great deal of research to guide our way forward. Some important questions we will formally answer in this module are the following. How do we optimally exploit a given stock of a non-renewable resource? What affects the prices of non-renewable resources? If fossil energy sources – a (so far) important input to production – are getting ever depleted, is long-term growth possible? How do we explain the “Resource Curse” and what are the policies that allow a sustainable future in countries that suffer from such a curse?</p> <p>The third module – called “Climate Change and Growth” – deals with the pressing problem of our changing climate. Greenhouse gas emissions – so far essential for economic activity – accumulate in the atmosphere and alter environmental patterns. This phenomenon – commonly known as climate change – is responsible for the increase in the frequency and the intensity of natural disasters, which damage our stocks of capital and put a drag on economic growth. To derive appropriate policies for a sustainable future, we will incorporate these aspects in workhorse models of the economics and finance literature. Students will learn how to derive and set the “correct” price on the use of polluting energy resources from the perspective of policy-makers. Additionally, pricing of climate change risks for financial markets is important, both for individual investors and central banks, as it is they who provide liquidity to firms to pursue their long-term growth targets. Accordingly, we will close the lecture with the pricing of climate change risks from an investor’s perspective.</p>		
Literatur	The main reference of the course is the set of lecture notes; students will also be encouraged to read some influential academic articles dealing with the issues under study.		
Voraussetzungen / Besonderes	The course is self-contained and only material that was discussed in the lecture will be relevant for the exam. Knowledge of basic calculus (differentiation - integration) and basic statistics (e.g. what is an expectation; variance-covariance) is considered as a prerequisite. Elementary knowledge of dynamic systems analysis, optimal control theory and economic theory is a plus but not a prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				
Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>• the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>• the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>• the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>• empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>				

Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>		
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.		
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project.</p> <p>Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>751-2904-00L</b>	<b>Current Topics in Agricultural and Food Economics and Policy ■</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>R. Finger, E.-M. Meemken</b>
Kurzbeschreibung	In this course students will deepen and apply their knowledge in a particular field of agricultural economics research. Furthermore, the application of methodological skills on real world examples is enabled in this course. Examination is based on a term paper and a presentation.				
Lernziel	This lecture enables students to further depend and apply theoretical knowledge in agricultural economics and methodological tools such as econometric or optimization models to current research topics. The course enables students to improve their writing and presentation skills.				
Inhalt	Students will select among offered topics that are connected to current research projects of the Agricultural Economics and Policy Group and the Food Systems Economics and Policy Group. A list of topics will be presented in the first week of the semester.				
Skript	Key literature will be provided in the beginning of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge from courses the field of agricultural economics is expected				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		

### ▶▶▶ Development and International Policy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-2102-00L</b>	<b>History of Food and Agriculture</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Aerni</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about the history of food and agriculture is crucial to understanding the emergence of modern agriculture and public resistance to industrial farming. The lecture discusses the evolution of agriculture and its impact on social structures, human health and the environment from an anthropological, a cultural, a political and a technological point of view.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to become familiar with the milestones of the history of food and agriculture</li> <li>- to understand innovation in agriculture as one of the major forces of change in the history of mankind</li> <li>- to learn how perceptions, politics and policies in food and agriculture are shaped by social, technological and environmental change</li> <li>- to be able to embed the current debate on the food crisis and climate change into a historical context</li> </ul>		
Inhalt	<p>This lecture starts with the Neolithic revolution and its cultural and environmental impact on humankind. In this context, it will discuss the transition from hunter-and-gatherer societies to societies that rely more upon the domestication of nature (agriculture and pastoralism) (Keeley 1996, Diamond 1999).</p> <p>The various forms of domestication of plants and animals and their economic, political and environmental implications for society will be discussed using examples from different parts of the world (Stone et al.2007).</p> <p>The emergence of civilization based on agrarian law will be discussed by using the example of the Roman Republic and later the Roman Empire (Weber 1891, Love, 1996).</p> <p>Subsequent innovations such as the three-field system in medieval times, the introduction of new plants and animals during the colonial period, and scientific and technological breakthroughs in plant breeding, agricultural practices and food preservation in the 19th century gave a major boost to agricultural productivity, food availability and agro-biodiversity. These prior developments also laid the foundation for industrial agriculture at the beginning of the 20th century (Kingsbury 2009). The global implications resulting from change in food preferences and agricultural innovation will be illustrated by using selected examples of innovations in food and agriculture (Braudel 2002, Pendergast 2010).</p> <p>Public resistance to industrial agriculture manifested itself in the early 1920s with counter-movements such as biodynamic farming (Kingsbury 2009) but also with organized lobbying groups that fought against change caused by refrigeration and cheap food (Freidberg 2009). Applying science to plant and animal breeding also caused a cultural divide in biology departments at universities between those who changed nature (plant breeders) and those who wanted to preserve it (botanists, ecologists).</p> <p>The period during and after the two World Wars changed the business of agriculture entirely. Food security became a matter of national security and thus justified state intervention on all levels in the production of food from farm to fork. This also helps explain why the Green Revolution was largely a public sector initiative that cared more for productivity increases on the supply side than for consumer preferences on the demand side (Aerni 2007). After the end of the Cold War, attention shifted from the supply side to the demand side and thus from food security to food safety.</p> <p>Food safety concerns were largely due to distrust of industrial agriculture and this led to major policy shifts in the way agricultural subsidies and resources were allocated and how food safety was managed and monitored. While the public sector largely withdrew from investing in productivity-related agricultural research, the private sector started to invest more. This led to the growing need to engage again in public-private partnership, as had been the case in the 19th century. Despite the Agreement on Agriculture of the World Trade Organization, agricultural trade remains highly restricted and the growing vertical integration of the food supply chain tends to concentrate market power with global retailers. They have designed private standards that are meant to protect consumers from unsafe food and promote good agricultural practices abroad, as well as ethical trade. Yet, the increasing importance of south-south trade in agriculture and the global food crisis might again shift more power back to producers (Aerni 2009).</p>		
Literatur	<p>Aerni P (2023) COP-27: A great opportunity to address the double crisis of food security and climate change—and for the EU to re-align its farm to fork strategy. <i>Frontiers in Environmental Economics</i>, 1082869.</p> <p>Aerni, P. (2021) 'The ethics of farm animal biotechnology from an anthropological perspective'. <i>Sustainability</i> 13(7), 3674.</p> <p>Aerni, P. (2021) Exploring the roots of the old GMO narrative and why young people have started to ask critical questions. A. Riccoch et al. (eds) <i>Plant Biotechnology</i>. Springer:277-304.</p> <p>Aerni, Philipp (2011) Food Sovereignty and its Discontents. <i>ATDF Journal</i> 8(1/2): 23-49.</p> <p>Aerni, Philipp (2009) What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. <i>Ecological Economics</i> 68(6): 1872-1882.</p> <p>Appiah, A. K. (2002) Digging for Utopia: A review of 'The Dawn of Everything by David Graber and David Wengrow. <i>New York Review of Books</i>: 80-82.</p> <p>Boserup, E. (1981) <i>Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Braudel, Fernand (2002) <i>The Wheels of Commerce. Civilization and Capitalism 15th -18th, Volume II</i>. Phoenix Press, London.</p> <p>Cook, Harold (2008) <i>Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age</i>. Yale University Press, New Haven.</p> <p>Fagan, Brian (2001) <i>The Little Ice Age: How Climate Made History</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Diamond, Jared (1999) <i>Guns, Germs and Steel</i>. Norton, New York.</p> <p>Freidberg, Susanne (2009) <i>Fresh: A Perishable History</i>. Harvard University Press, Cambridge, MA.</p> <p>Freidberg, S. (2007). Supermarkets and imperial knowledge. <i>Cultural Geographies</i>, 14(3): 321-342.</p> <p>Herrlinger, C. and Kock. M. (2016) Biodiversity Laws: An Emerging Regulation on Genetic Resources or 'IP on Life' through the backdoor. <i>Bioscience Law Review</i> 13(4): 119-131.</p> <p>Kingsbury, N. (2009) <i>Hybrid: the History and Science of Plant Breeding</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Love, John (1986) Max Weber and the Theory of Ancient Capitalism. <i>History and Theory</i> 25(2): 152-172.</p> <p>Morgan, Dan (1979) <i>Merchants of Grain: The Power and Profits of the Five Giant Companies at the Center of the World's Food Supply</i>. iUniverse, Inc: Lincoln, NE</p> <p>Pendergast, M. (2010) <i>Uncommon Grounds: The History of Coffee and how it transformed our World</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Standage, T. (2009) <i>An Edible History of Humanity</i>. Walker &amp; Company, New York.</p> <p>Tauger, M. B. (2011) <i>Agriculture in World History</i>. Routledge, New York</p> <p>The Economist (2008) <i>Hunters and Gatherers: Noble or Savage</i>. Dec. 19th.</p> <p>The Economist (2021) <i>An Economic History of Restaurants</i>. Dec. 18th.</p> <p>The Economist (2022) <i>The Anthropocene Nitrogen Circle: The Wobbly-Wobbly Circle of Life</i>. Dec 14th</p> <p>Walter, J. and Schofield, R. (1991) <i>Famine, disease and social order in early modern society</i>: Cambridge University Press.</p> <p>Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>, 112(11), 3191-319</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The 2-hour course will be held as a series of lectures. The course materials will be available in form of an electronic Reader at the beginning of the semester.</p> <p>The class will be taught in English.</p> <p>Students will be asked to give a (a) presentation (15 Minutes) or write a review paper based on a article selected from the electronic script, and (b) they will have to pass a written test at the end of the course in order to obtain 3 credit points in the ECTS System. In the final mark (a) will have a weight of 40% and (b) 60%.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p>	<p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p>

<b>751-2402-00L</b>	<b>Agrarhandelsabkommen</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Niklaus</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung befasst sich mit den rechtlichen Aspekten von Agrarhandelsabkommen.				

Lernziel	Die Vorlesung befasst sich mit den rechtlichen Aspekten von Agrarhandelsabkommen.  Lernziele:  1. Die Studierenden sollen internationale Agrarhandelsabkommen verstehen und rechtlich einordnen können.  2. Die Studierenden sollen die rechtlichen, politischen und ökonomischen Aspekte kennen, die den Regulierungen zu Grunde liegen.  3. Schwerpunkt bildet das künftige Agrarfreihandelsabkommen Schweiz - EU.
Inhalt	Inhalt  - Überblick über die internationale Wirtschaftsordnung  - Politische und rechtliche Einordnung von Agrarhandelsabkommen  - Entstehung von Agrarhandelsabkommen  - Umsetzung von Agrarhandelsabkommen  - Wirkungsanalyse von staatlichen, halbstaatlichen und privaten Handelshemmnissen  - Abbau von staatlichen, halbstaatlichen und privaten Handelshemmnissen  - Fallstudie 1: WTO: Doha-Runde  - Fallstudie 2: Agrarhandelsabkommen Schweiz - EU  - Fallstudie 3: Einführung des Cassis de Dijon-Prinzips durch die Schweiz
Skript	Handouts (PowerPoint-Folien)

<b>701-1580-00L</b>	<b>Environmental and Agricultural Regulation: Law and Governance</b> <i>After 01.03.2024 no registration possible. Target group and waiting list will be invited to the mandatory introduction on 04.03.2024.</i>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V</b>	<b>R. Norer, S. Hug</b>
Kurzbeschreibung	This course first introduces the students to the main features of international environmental law (actors, sources, key concepts, governance structures and institutional frameworks) and gives an overview of its foundational principles and objectives. In addition, particular subject matters such as climate change, flora, fauna and biodiversity and agricultural regulations will be looked at.				
Lernziel	The aim of this course is to make students with a technical scientific background aware of the legal and political context of international environmental and agricultural policy and to give them an understanding of the legal framework surrounding environmental protection and agriculture.				
Inhalt	Topics covered in lectures: 1. Introduction and key concepts 2. Fresh Water Resources 3. Climate 4. Wolves and pasture economy 5. Glyphosate and public participation 6. Int. environmental governance 7. Performance review				
Literatur	What's indispensable? • Selected articles and cases will be made available • Ulrich Beyerlin/Thilo Marauhn, International Environmental Law, Hart Publishing, Oxford 2011  Further Literature: • Lavanya Rajamani and Jacqueline Peel (eds.), The Oxford Handbook of International Environmental Law, Oxford University Press, Oxford 2nd ed 2021 • Brian Jack, Agriculture and EU environmental law, Ashgate 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	No specific pre-existing legal knowledge is required, however all students must have successfully completed "Grundzüge des Rechts" (851-0708-00 V) or "Umweltrecht" (851-0738-04) or must have comparable knowledge.  The course is taught in an interactive way and participation is expected from the students. Participation will be capped at 30 in order to maintain the interactive nature of the classes. All classes, readings, and assignments, are in English. Performance will be assessed through a paper, a short presentation and a short performance review.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		

## ►► Methodische Kompetenzbereiche

### ►►► Methods in Agricultural Economics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1575-00L</b>	<b>Applied Optimization in Agricultural Economics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Huber, C. Flury</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung vermittelt einen Überblick zu ökonomischen Betriebs- und Sektormodellen in der Landwirtschaft. Die Studierenden lernen ein Modell zu konzipieren und zu programmieren. Durch die Diskussion von aktuellen Ergebnissen aus der Wissenschaft und Agrarpolitikberatung erhalten die Studierenden einen Einblick in die Vor- und Nachteile von angewandter Optimierung im Kontext der Agrarökonomie.				
Lernziel	Die Studierenden können ein einfaches Optimierungsmodell konzipieren und in einer Optimierungssoftware programmieren. Sie können Modellergebnisse aus der Wissenschaft und der Praxis korrekt interpretieren und Vor- und Nachteile vertieft diskutieren.				
Inhalt	Der Inhalt der Vorlesung ist dreigeteilt. 1) Die Dozierenden erläutern die methodischen Grundlagen der angewandten Optimierung und stellen verschiedene Studien aus der Wissenschaft und der Agrarpolitikberatung vor. Dazu gehört auch ein Gastvortrag von der Agroscope. 2) Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse durch das Lesen von vier wissenschaftlichen Artikeln. 3) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Software GAMS und programmieren anschliessend in einer Gruppenarbeit ein kleines landwirtschaftliches Optimierungsmodell.				
Skript	Unterlagen werden in der Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	751-0401-00L Optimierung landwirtschaftlicher Produktionssysteme				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kommunikation Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>363-1000-00L</b>	<b>Financial Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bommier, P. Colo</b>
Kurzbeschreibung	This is a theoretical course on the economics of financial decision making, at the crossroads between Microeconomics and Finance. It discusses portfolio choice theory, risk sharing, market equilibrium and asset pricing.				
Lernziel	The objective is to make students familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices, the notions of optimal risk sharing. However this is not a practical formation for traders. Moreover, the lecture doesn't cover topics such as market irrationality or systemic risk.  After completing this course: 1. Students will be familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices; 2. Students will understand the intuition of market equilibrium. They will be able to solve the market equilibrium in a simple model and derive the prices of assets. 3. Students will be familiar with the representation of attitudes towards risk. They will be able to explain how risk, wealth and agents' preferences affect the demand for assets. 4. Students will understand the notion of risk diversification. 5. Students will understand the notion of optimal risk sharing.				
Inhalt	The following topics will be discussed: 1. Introduction to financial assets: The first lecture provides an overview of most common financial assets. We will also discuss the formation of asset prices and the role of markets in the valuation of these assets.  2. Option valuation: this lecture focuses on options, which are a certain type of financial asset. You will learn about arbitrage, which is a key notion to understand the valuation of options. This lecture will give you the intuition of the mechanisms underlying the pricing of assets in more general settings.  3. Introduction to the economic analysis of asset markets: this chapter will familiarize you with the notion of market equilibrium and the role it plays concerning asset pricing. Relying on economic theory, we will consider the properties of the market equilibrium: In which cases does the equilibrium exist? Is it optimal? How does it depend on individual's wealth and preferences? The concepts defined in this chapter are essential to understand the following parts of the course.  4. A simplified approach to asset markets: based on the notions introduced in the previous lectures, you will learn about the key concepts necessary to understand financial markets, such as market completeness and the no-arbitrage theorem.  5. Choice under uncertainty: this class covers fundamental concepts concerning agents' decisions when facing risk. These models are crucial to understand how the demand for financial assets originates.  6. Demand for risk: Building up on the previous chapters, we will study portfolio choice in a simplified setting. We will discuss how asset demand varies with risk, agent's preferences and wealth.  7. Asset prices in a simplified context: We will focus on the portfolio choices of an investor, in a particular setting called mean-variance analysis. The mean-variance analysis will be a first step to introduce the notion of risk diversification, which is essential in finance.  8. Risk sharing and insurance: in this lecture, you will understand that risk can be shared among different agents and how, under certain conditions, this sharing can be optimal. You will learn about the distinction between individual idiosyncratic risk and macroeconomic risk.  9. Risk sharing and asset prices in a market equilibrium: this course builds up on previous lessons and presents the consumption-based Capital Asset Pricing Model (CAPM). The focus will be on how consumption, assets and prices are determined in equilibrium.				
Literatur	Main reading material:  - "Investments", by Z. Bodie, A. Kane and A. Marcus, for the introductory part of the course (see chapters 20 and 21 in particular). - "Finance and the Economics of Uncertainty" by G. Demange and G. Laroque, Blackwell, 2006. - "The Economics of Risk and Time", by C. Gollier, MIT Press, 2001.  Other readings: - "Intermediate Financial Theory" by J.-P. Danthine and J.B. Donaldson. - Ingersoll, J., E., Theory of Financial Decision Making, Rowman and Littlefield Publishers. - Leroy S and J. Werner, Principles of Financial Economics, Cambridge University Press, 2001				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic mathematical skills needed (calculus, linear algebra, convex analysis). Students must be able to solve simple optimization problems (e.g. Lagrangian methods). Some knowledge in microeconomics would help but is not compulsory. The bases will be covered in class.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				
Inhalt	<p>The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society.</p> <p>The course provides an introduction to the following themes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events</li> <li>2) methods to optimize and constrain model parameters using observations</li> <li>3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer)</li> <li>4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources</li> </ol>				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.				
Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>751-1555-00L</b>	<b>Empirical Agricultural Economics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stetter, I. Parikoglou</b>
Kurzbeschreibung	This course covers quantitative methods to answer empirical research questions in agricultural economics and related disciplines. Such questions include causes of agricultural outcomes and effects of policies. Covered: Regression Analysis, Difference-in-Difference, Agricultural Production Analysis, Non-linear climate impacts and more. Lectures and practical exercises.				
Lernziel	After successful completion of the course, the students understand the potential and limitations of different econometric methods to answer their research questions. They understand the assumptions that need to be fulfilled and they know how to apply the methods. When they see applications of the methods, they can assess the reliability of the results.				

Inhalt	Regression, Difference-in-Difference, Regression Discontinuity Design, Non-linear Effects, Weather Risks and Climate Change in Agriculture, Weather Data handling Production economics
Literatur	Angrist and Pischke: Mastering Metrics Greene: Econometric Analysis
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in microeconomic theory, statistics, and econometric analysis is clearly helpful but not required. Experience with the application of statistical software is advantageous too.
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen
	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement
	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►►► Project Management and Communication of Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-1000-00L	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4U</b>	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter,</b> H. Adelman, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig- Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin
Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.				
Lernziel	Die Studierenden - arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin; - präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht; - reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.  Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
701-1502-00L	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b> <i>Number of participants limited to 25.</i> <i>Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the</i>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Stauffacher, F. Knaus,</b> B. Vienni Baptista

end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch  
and bianca.vienni@usys.ethz.ch

Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"

**Kurzbeschreibung** This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society.

**Lernziel** In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne. Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.

**Inhalt** The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered.

- The following people coach and support the students in the 2024 case study:
- Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)
  - Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)
  - Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)
  - Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)

During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the

- Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller

Advisory group:

We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).

**Voraussetzungen / Besonderes** First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab).  
If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.

Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch

Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"

The following parallel course is the perfect complement to the tdCS:

701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools"

Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Berufspraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-0210-00L	<b>Berufspraktikum ■</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>		<b>B. Dorn</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Das Berufspraktikum ist ein obligatorischer Bestandteil des Master-Studiums. Es umfasst eine Praktikumsvorbereitung, einen Praktikumsaufenthalt von mindestens 16 Wochen Dauer sowie eine Praktikumsnachbereitung.				
<b>Lernziel</b>	Im Berufspraktikum bearbeiten die Studierenden schwerpunktmässig eine definierte Aufgabe oder ein Praktikumsprojekt im beruflichen Umfeld im Bereich der Agrarwissenschaften. Dabei wenden sie im Studium erworbene fachliche, überfachliche und methodische Kompetenzen im Arbeitsalltag an und erweitern und vertiefen diese. Zudem reflektieren und präsentieren sie die geleistete Praktikumsarbeit.				
<b>Voraussetzungen / Besonderes</b>	Der Praktikumsaufenthalt wird in der Regel im dritten Master-Semester, in jedem Fall vor Beginn der Master-Arbeit absolviert. Er kann erst absolviert werden, wenn <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bachelor-Arbeit als PDF-File per e-mail an die Referent:in/Korreferent:in mit cc an das Studiensekretariat (agr-sciences@usys.ethz.ch) gesendet wurde;</li> <li>• eine Einschreibung ins Master-Studium Agrarwissenschaften erfolgt ist;</li> <li>• allfällige Zulassungsaufgaben erfüllt sind.</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Ergänzungen

### ►► Agricultural Economics and Policy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-2904-00L	<b>Current Topics in Agricultural and Food Economics and Policy ■</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>R. Finger, E.-M. Meemken</b>
Kurzbeschreibung	In this course students will deepen and apply their knowledge in a particular field of agricultural economics research. Furthermore, the application of methodological skills on real world examples is enabled in this course. Examination is based on a term paper and a presentation.				
Lernziel	This lecture enables students to further depend and apply theoretical knowledge in agricultural economics and methodological tools such as econometric or optimization models to current research topics. The course enables students to improve their writing and presentation skills.				
Inhalt	Students will select among offered topics that are connected to current research projects of the Agricultural Economics and Policy Group and Policy and the Food Systems Economics and Policy Group. A list of topics will be presented in the first week of the semester.				
Skript	Key literature will be provided in the beginning of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge from courses the field of agricultural economics is expected				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
751-1555-00L	<b>Empirical Agricultural Economics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stetter, I. Parikoglou</b>
Kurzbeschreibung	This course covers quantitative methods to answer empirical research questions in agricultural economics and related disciplines. Such questions include causes of agricultural outcomes and effects of policies. Covered: Regression Analysis, Difference-in-Difference, Agricultural Production Analysis, Non-linear climate impacts and more. Lectures and practical exercises.				
Lernziel	After successful completion of the course, the students understand the potential and limitations of different econometric methods to answer their research questions. They understand the assumptions that need to be fulfilled and they know how to apply the methods. When they see applications of the methods, they can assess the reliability of the results.				
Inhalt	Regression, Difference-in-Difference, Regression Discontinuity Design, Non-linear Effects, Weather Risks and Climate Change in Agriculture, Weather Data handling Production economics				
Literatur	Angrist and Pischke: Mastering Metrics Greene: Econometric Analysis				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in microeconomic theory, statistics, and econometric analysis is clearly helpful but not required. Experience with the application of statistical software is advantageous too.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung			geprüft	
	Sensibilität für Vielfalt			geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft	
	Kritisches Denken			geprüft	
<b>751-2102-00L</b>	<b>History of Food and Agriculture</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Aerni</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about the history of food and agriculture is crucial to understanding the emergence of modern agriculture and public resistance to industrial farming. The lecture discusses the evolution of agriculture and its impact on social structures, human health and the environment from an anthropological, a cultural, a political and a technological point of view.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to become familiar with the milestones of the history of food and agriculture</li> <li>- to understand innovation in agriculture as one of the major forces of change in the history of mankind</li> <li>- to learn how perceptions, politics and policies in food and agriculture are shaped by social, technological and environmental change</li> <li>- to be able to embed the current debate on the food crisis and climate change into a historical context</li> </ul>				
Inhalt	<p>This lecture starts with the Neolithic revolution and its cultural and environmental impact on humankind. In this context, it will discuss the transition from hunter-and-gatherer societies to societies that rely more upon the domestication of nature (agriculture and pastoralism) (Keeley 1996, Diamond 1999).</p> <p>The various forms of domestication of plants and animals and their economic, political and environmental implications for society will be discussed using examples from different parts of the world (Stone et al.2007).</p> <p>The emergence of civilization based on agrarian law will be discussed by using the example of the Roman Republic and later the Roman Empire (Weber 1891, Love, 1996).</p> <p>Subsequent innovations such as the three-field system in medieval times, the introduction of new plants and animals during the colonial period, and scientific and technological breakthroughs in plant breeding, agricultural practices and food preservation in the 19th century gave a major boost to agricultural productivity, food availability and agro-biodiversity. These prior developments also laid the foundation for industrial agriculture at the beginning of the 20th century (Kingsbury 2009). The global implications resulting from change in food preferences and agricultural innovation will be illustrated by using selected examples of innovations in food and agriculture (Braudel 2002, Pendergast 2010).</p> <p>Public resistance to industrial agriculture manifested itself in the early 1920s with counter-movements such as biodynamic farming (Kingsbury 2009) but also with organized lobbying groups that fought against change caused by refrigeration and cheap food (Freidberg 2009). Applying science to plant and animal breeding also caused a cultural divide in biology departments at universities between those who changed nature (plant breeders) and those who wanted to preserve it (botanists, ecologists).</p> <p>The period during and after the two World Wars changed the business of agriculture entirely. Food security became a matter of national security and thus justified state intervention on all levels in the production of food from farm to fork. This also helps explain why the Green Revolution was largely a public sector initiative that cared more for productivity increases on the supply side than for consumer preferences on the demand side (Aerni 2007). After the end of the Cold War, attention shifted from the supply side to the demand side and thus from food security to food safety.</p> <p>Food safety concerns were largely due to distrust of industrial agriculture and this led to major policy shifts in the way agricultural subsidies and resources were allocated and how food safety was managed and monitored. While the public sector largely withdrew from investing in productivity-related agricultural research, the private sector started to invest more. This led to the growing need to engage again in public-private partnership, as had been the case in the 19th century. Despite the Agreement on Agriculture of the World Trade Organization, agricultural trade remains highly restricted and the growing vertical integration of the food supply chain tends to concentrate market power with global retailers. They have designed private standards that are meant to protect consumers from unsafe food and promote good agricultural practices abroad, as well as ethical trade. Yet, the increasing importance of south-south trade in agriculture and the global food crisis might again shift more power back to producers (Aerni 2009).</p>				

Literatur	<p>Aerni P (2023) COP-27: A great opportunity to address the double crisis of food security and climate change—and for the EU to re-align its farm to fork strategy. <i>Frontiers in Environmental Economics</i>, 1082869.</p> <p>Aerni, P. (2021) 'The ethics of farm animal biotechnology from an anthropological perspective'. <i>Sustainability</i> 13(7), 3674.</p> <p>Aerni, P. (2021) Exploring the roots of the old GMO narrative and why young people have started to ask critical questions. A. Riccroch et al. (eds) <i>Plant Biotechnology</i>. Springer:277-304.</p> <p>Aerni, Philipp (2011) Food Sovereignty and its Discontents. <i>ATDF Journal</i> 8(1/2): 23-49.</p> <p>Aerni, Philipp (2009) What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. <i>Ecological Economics</i> 68(6): 1872-1882.</p> <p>Appiah, A. K. (2002) Digging for Utopia: A review of 'The Dawn of Everything by David Graeber and David Wengrow. <i>New York Review of Books</i>: 80-82.</p> <p>Boserup, E. (1981) <i>Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Braudel, Fernand (2002) <i>The Wheels of Commerce. Civilization and Capitalism 15th -18th, Volume II</i>. Phoenix Press, London.</p> <p>Cook, Harold (2008) <i>Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age</i>. Yale University Press, New Haven.</p> <p>Fagan, Brian (2001) <i>The Little Ice Age: How Climate Made History</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Diamond, Jared (1999) <i>Guns, Germs and Steel</i>. Norton, New York.</p> <p>Freidberg, Susanne (2009) <i>Fresh: A Perishable History</i>. Harvard University Press, Cambridge, MA.</p> <p>Freidberg, S. (2007). Supermarkets and imperial knowledge. <i>Cultural Geographies</i>, 14(3): 321-342.</p> <p>Herrlinger, C. and Kock, M. (2016) Biodiversity Laws: An Emerging Regulation on Genetic Resources or 'IP on Life' through the backdoor. <i>Bioscience Law Review</i> 13(4): 119-131.</p> <p>Kingsbury, N. (2009) <i>Hybrid: the History and Science of Plant Breeding</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Love, John (1986) Max Weber and the Theory of Ancient Capitalism. <i>History and Theory</i> 25(2): 152-172.</p> <p>Morgan, Dan (1979) <i>Merchants of Grain: The Power and Profits of the Five Giant Companies at the Center of the World's Food Supply</i>. iUniverse, Inc: Lincoln, NE</p> <p>Pendergast, M. (2010) <i>Uncommon Grounds: The History of Coffee and how it transformed our World</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Standage, T. (2009) <i>An Edible History of Humanity</i>. Walker &amp; Company, New York.</p> <p>Tauger, M. B. (2011) <i>Agriculture in World History</i>. Routledge, New York</p> <p>The Economist (2008) <i>Hunters and Gatherers: Noble or Savage</i>, Dec. 19th.</p> <p>The Economist (2021) <i>An Economic History of Restaurants</i>. Dec. 18th.</p> <p>The Economist (2022) <i>The Anthropocene Nitrogen Circle: The Wobbly-Wobbly Circle of Life</i>. Dec 14th</p> <p>Walter, J. and Schofield, R. (1991) <i>Famine, disease and social order in early modern society</i>: Cambridge University Press.</p> <p>Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>, 112(11), 3191-319</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The 2-hour course will be held as a series of lectures. The course materials will be available in form of an electronic Reader at the beginning of the semester.</p> <p>The class will be taught in English.</p> <p>Students will be asked to give a (a) presentation (15 Minutes) or write a review paper based on a article selected from the electronic script, and (b) they will have to pass a written test at the end of the course in order to obtain 3 credit points in the ECTS System. In the final mark (a) will have a weight of 40% and (b) 60%.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p>	<p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p>

<b>701-1580-00L</b>	<b>Environmental and Agricultural Regulation: Law and Governance</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V</b>	<b>R. Norer, S. Hug</b>
	<p><i>After 01.03.2024 no registration possible.</i>  <i>Target group and waiting list will be invited to the mandatory introduction on 04.03.2024.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>This course first introduces the students to the main features of international environmental law (actors, sources, key concepts, governance structures and institutional frameworks) and gives an overview of its foundational principles and objectives. In addition, particular subject matters such as climate change, flora, fauna and biodiversity and agricultural regulations will be looked at.</p>				
Lernziel	<p>The aim of this course is to make students with a technical scientific background aware of the legal and political context of international environmental and agricultural policy and to give them an understanding of the legal framework surrounding environmental protection and agriculture.</p>				
Inhalt	<p>Topics covered in lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction and key concepts</li> <li>2. Fresh Water Resources</li> <li>3. Climate</li> <li>4. Wolves and pasture economy</li> <li>5. Glyphosate and public participation</li> <li>6. Int. environmental governance</li> <li>7. Performance review</li> </ol>				
Literatur	<p>What's indispensable?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selected articles and cases will be made available</li> <li>• Ulrich Beyerlin/Thilo Maruhn, <i>International Environmental Law</i>, Hart Publishing, Oxford 2011</li> </ul> <p>Further Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavanya Rajamani and Jacqueline Peel (eds.), <i>The Oxford Handbook of International Environmental Law</i>, Oxford University Press, Oxford 2nd ed 2021</li> <li>• Brian Jack, <i>Agriculture and EU environmental law</i>, Ashgate 2009</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>No specific pre-existing legal knowledge is required, however all students must have successfully completed "Grundzüge des Rechts" (851-0708-00 V) or "Umweltrecht" (851-0738-04) or must have comparable knowledge.</p> <p>The course is taught in an interactive way and participation is expected from the students. Participation will be capped at 30 in order to maintain the interactive nature of the classes. All classes, readings, and assignments, are in English.</p> <p>Performance will be assessed through a paper, a short presentation and a short performance review.</p>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p>	<p>gefördert</p>		

<b>751-2402-00L</b>	<b>Agrarhandelsabkommen</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Niklaus</b>
Kurzbeschreibung	<p>Die Vorlesung befasst sich mit den rechtlichen Aspekten von Agrarhandelsabkommen.</p>				

Lernziel	Die Vorlesung befasst sich mit den rechtlichen Aspekten von Agrarhandelsabkommen.
	Lernziele:
	1. Die Studierenden sollen internationale Agrarhandelsabkommen verstehen und rechtlich einordnen können.
	2. Die Studierenden sollen die rechtlichen, politischen und ökonomischen Aspekte kennen, die den Regulierungen zu Grunde liegen.
	3. Schwerpunkt bildet das künftige Agrarfreihandelsabkommen Schweiz - EU.
Inhalt	Inhalt
	- Überblick über die internationale Wirtschaftsordnung
	- Politische und rechtliche Einordnung von Agrarhandelsabkommen
	- Entstehung von Agrarhandelsabkommen
	- Umsetzung von Agrarhandelsabkommen
	- Wirkungsanalyse von staatlichen, halbstaatlichen und privaten Handelshemmnissen
	- Abbau von staatlichen, halbstaatlichen und privaten Handelshemmnissen
	- Fallstudie 1: WTO: Doha-Runde
	- Fallstudie 2: Agrarhandelsabkommen Schweiz - EU
	- Fallstudie 3: Einführung des Cassis de Dijon-Prinzips durch die Schweiz
Skript	Handouts (PowerPoint-Folien)

<b>751-1575-00L</b>	<b>Applied Optimization in Agricultural Economics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Huber, C. Flury</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung vermittelt einen Überblick zu ökonomischen Betriebs- und Sektormodellen in der Landwirtschaft. Die Studierenden lernen ein Modell zu konzipieren und zu programmieren. Durch die Diskussion von aktuellen Ergebnissen aus der Wissenschaft und Agrarpolitikberatung erhalten die Studierenden einen Einblick in die Vor- und Nachteile von angewandter Optimierung im Kontext der Agrarökonomie.				
Lernziel	Die Studierenden können ein einfaches Optimierungsmodell konzipieren und in einer Optimierungssoftware programmieren. Sie können Modellergebnisse aus der Wissenschaft und der Praxis korrekt interpretieren und Vor- und Nachteile vertieft diskutieren.				
Inhalt	Der Inhalt der Vorlesung ist dreigeteilt. 1) Die Dozierenden erläutern die methodischen Grundlagen der angewandten Optimierung und stellen verschiedene Studien aus der Wissenschaft und der Agrarpolitikberatung vor. Dazu gehört auch ein Gastvortrag von der Agroscope. 2) Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse durch das Lesen von vier wissenschaftlichen Artikeln. 3) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Software GAMS und programmieren anschliessend in einer Gruppenarbeit ein kleines landwirtschaftliches Optimierungsmodell.				
Skript	Unterlagen werden in der Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	751-0401-00L Optimierung landwirtschaftlicher Produktionssysteme				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				

## ►► Animal Sciences

*Dieser Minor ist neu und gilt ab dem Studienjahr 22/23. Das Gesamtangebot des Minors wird im Sommer 2022 auf der Website des Studienganges veröffentlicht.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-6602-00L</b>	<b>Pig Science</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Neuenschwander, G. Bee, P. von Rohr</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieser Vorlesung ist, vertiefte Kenntnisse über die Organisation der Schweinezucht, der angewandten Zuchtwertschätzung, und der Ernährung zu vermitteln. Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge und deren Auswirkungen auf die Produktequalität und die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion.				

Lernziel	Die Studierenden				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die komplexen Beziehungen zwischen Ernährung und Produktequalität,</li> <li>- kennen die Arbeitsteilung in der Schweinezucht, (Zucht, Vermehrung und Produktion)</li> <li>- verstehen die aktuell gängigen Methoden der genomischen Zuchtwertschätzung</li> <li>- können ein in der Praxis gängiges Zuchtprogramm kritisch analysieren und daraus Vorschläge für mögliche Verbesserungen in Form einer Evaluation abgeben.</li> <li>- sind in der Lage, publizierte Forschungsergebnisse kritisch zu analysieren</li> <li>- sind in der Lage, eine wissenschaftliche Arbeit mündlich zu präsentieren</li> </ul>				
Inhalt	Es werden folgende Themen präsentiert:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweine-Fütterung</li> <li>- Fleischqualität</li> <li>- Schweinezucht in der Schweiz und im Ausland</li> <li>- Angewandte Zuchtwertschätzung (mit Übungen)</li> <li>- Erarbeiten eines Vortrages zu einem selbstgewählten Thema</li> <li>- Effiziente Schweine</li> <li>- Exkursion auf den AgroVet Strickhof (Haltung und Tierbeurteilung) von Schweinen (Lineare Beschreibung und Einteilung)</li> </ul>				
Skript	Unterlagen werden individuell von den Dozierenden abgegeben.				
Literatur	Spezifische Literatur wird individuell von den Dozierenden angegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-1604-00L</b>	<b>Wildtierökologie und -management</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Graf, C. Signer, S. Suter</b>
	<i>Die Zahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt.</i> <i>HINWEIS: Alle Studierende werden auf die Warteliste gesetzt.</i>				
Kurzbeschreibung	In Mitteleuropa leben Wildtiere und Menschen in enger Nachbarschaft, was zu Nutzungskonflikten führt. In diesem Spannungsfeld sucht Wildtiermanagement nach praxistauglichen Lösungen. Die Studierenden lernen die Grundprinzipien des Wildtiermanagements kennen. In ausgewählten Fallbeispielen vertiefen sie die Systemkenntnis und die Faktoren, welche den Prozess der Lösungsfindung beeinflussen.				
Lernziel	<p>In diesem Modul erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse des Wildtiermanagements und ausgewählter Konflikte zwischen Wildtieren und Nutzungsinteressen des Menschen.</p> <p>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Wildtier-Mensch-Konflikten ablaufende Prozesse sowie die zu Grunde liegenden biologischen und ökologischen Faktoren beurteilen.</li> <li>• die Perspektiven der beteiligten «Stakeholder» integrieren.</li> <li>• adäquate Ziele und Massnahmen im Rahmen der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren.</li> <li>• Konzepte erstellen, um die Wirksamkeit umgesetzter Massnahmen zu prüfen.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Wildtiermanagement ist ein Steuerungsprozess zum Lösen von Aufgaben und Problemen mit Bezug zu Wildtieren und ihren Lebensräumen. Es bewegt sich im Überschneidungsbereich von Ökologie, Naturschutzbiologie sowie wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen.</p> <p>In theoretischen Referaten, Fallbeispielen und drei Feldexkursionen werden die Studierenden die Schritte eines kompletten Wildtiermanagement-Zyklus reflektieren, von der Problemanalyse über die Definition der Ziele und adäquater Massnahmen bis zur Wirkungskontrolle.</p> <p>Dieses Modul beinhaltet zwei Semesterwochenstunden im Frühjahrssemester und drei ganztägige Exkursionen während oder nach dem Semester.</p> <p>Auf Grund logistischer Aspekte in den Exkursionen wird die maximale Zahl der Studierenden auf 25 beschränkt. Die Selektion basiert auf der Basis "first come, first served" unter den Studierenden, welche die Voraussetzungen erfüllen.</p>				
	<p>Woche Thema</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einführung Wildtiermanagement</li> <li>2 Biologie und Ökologie des Wildschweins</li> <li>3 Wildschweinmanagement</li> <li>4 Ökologie und Management des Bibers</li> <li>5 Wald-Wildtier Interaktionen I</li> <li>6 Ökologie und Management des Rothirschs</li> <li>7 Wald-Wildtier Interaktionen II</li> <li>8 Diskussion Grossraubtiere</li> <li>9 Konfliktmanagement im WTM / Zukunft der Jagd in der Schweiz</li> <li>10 Technischer Fortschritt im Wildtiermonitoring (Fotofallen, Bioakustik, Telemetrie)</li> <li>11 Wildtiere und Freizeitaktivitäten</li> <li>12 Ökologische Infrastruktur, Wildtierkorridore und Prävention von Wildtierunfällen im Verkehr</li> <li>13 Nationale Wildtierinventare (Säugetieratlas, Rote Liste, etc.) und zukünftige Herausforderungen im Wildtiermanagement</li> </ol>				
Literatur	Robin K., Graf R.F., Schnidrig R. 2017. Wildtiermanagement – eine Einführung. Haupt-Verlag, Bern				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Die Inhalte der folgenden BSc-Lehrveranstaltungen werden für die Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung vorausgesetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Dendrologie</li> <li>• Waldökologie</li> <li>• Landschaftsökologie</li> <li>• Ökologie der Wirbeltiere</li> </ul>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>751-7512-00L</b>	<b>Advanced topics in farm animal behaviour and welfare W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>
	<b>S. Goumon</b>		
Kurzbeschreibung	The welfare of farm animals is a major increasing concern to the public, as well as to stakeholders in the global agro-food system. Ethology is a key element of animal welfare sciences as it allows us to know what animals need. In this course we will discuss specifically the challenges faced by farm animals and the behavioural research used to address them.		
Lernziel	Students will - Acquire and put in practice the knowledge and skills needed to understand and assess the behaviour and welfare of farm animals - Achieve an understanding and awareness of welfare challenges farm animals face - Be able to critically analyze and discuss published welfare research data - Be able to summarize and communicate scientific data		
Inhalt	The course will divide in 2 parts: A series of 12 lectures on the welfare challenges associated with the main phases of the husbandry of farm animals, from birth to slaughter, and some complementary topics that will enlarge knowledge and reflection of students on the topics: cognition and precision livestock farm  The second part will consist of 5 practical days where the students will work on designing experiments, collecting, analysing and summarising behavioural data in the form. Data collection will take place at Agro-Vet Strickhof.  The final grade will be based on a written exam (50 %) and 2 oral presentations during the practical days (50%).		
Skript	Power point presentations of the lecture will be provided.		
Literatur	Further literature and internet links will be mentioned during the lecture.  A very useful book: Bateson, M., & Martin, P. (2021). Measuring Behaviour: An Introductory Guide (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108776462		
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge on applied ethology, animal welfare and husbandry is highly recommended.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft
<b>751-6802-00L</b>	<b>Geflügelwissenschaften</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>
	<b>2G</b>		
	<b>S. Müller</b>		
Kurzbeschreibung	Das Ziel der Vorlesung ist es, grundlegendes wissenschaftliches und praktisches Wissen über Ernährung, Tiergesundheit, Genetik und Physiologie und deren Auswirkungen auf die Umwelt, Produktqualität, Haltung, Tierwohl und Zuchtprogramme beim Geflügel zu vermitteln.		
Lernziel	Die Studierenden - verstehen die komplexen Beziehungen zwischen Ernährung, Produktqualität, Zucht und Vermehrung, Gesundheitsmanagement und Tierhaltung sowie die verschiedenen Produktionssysteme mit den dazugehörigen ökonomischen und umweltrelevanten Aspekten und der nachhaltigen Nutzung der Ressourcen - sind in der Lage, grundlegende praktische Aspekte in der Geflügelfütterung zu erklären - sind in der Lage, publizierte Forschungsergebnisse kritisch zu analysieren		
Inhalt	Nach einer Einführung sind die Hauptthemen die Geflügelernährung und Geflügelgesundheit/Krankheiten. Zusätzlich zu den Vorlesungen an der ETH findet am Aviforum in Zollikofen während einem Tag ein Blockkurs statt. Die vom Aviforum geführten Lektionen beinhalten für die Geflügelhaltung relevante Themen und ermöglichen zudem einen Einblick in die aktuellen praktischen Forschungsfragen und Versuche vor Ort.		
Skript	Alle benötigten Unterlagen werden auf Moodle hochgeladen.		
Literatur	Spezifische Literatur wird individuell von den Dozierenden angegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Keine		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
<b>751-6122-00L</b>	<b>Physiology of Lactation</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>
	<b>3G</b>		
	<b>S. E. Ulbrich, R. Bruckmaier</b>		
Kurzbeschreibung	As part of the course, students get to know the detailed processes that lead to the formation and secretion of milk in the context of mammalian lactation, particularly in livestock and wildlife.		
Lernziel	The course aims at an understanding of the complex function of lactation. The acquired knowledge allows the students to assess both current and future potentials and problems which arise during the different stages of lactation.		
Inhalt	The interactive lecture, which is complemented by two days internship, allows students to acquire the detailed processes that lead to the formation and secretion of milk in mammals. These include the basic understanding of the development and functional stages of the mammary gland and its importance for the various farm animal species and humans as food. Also, hormonal changes which are occurring during the different stages of lactation, are discussed in detail. In addition, techniques of milk withdrawal are discussed in lectures and internship. These focus on the particularly challenging interactions between milking technology and the animal.		
Skript	Students will be provided with the lecture slides on Moodle.		

Literatur	F. Döcke, "Veterinärmedizinische Endokrinologie"		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: The lecture "Endocrinology and Reproductive Biology" (751-6113-00L, takes place in the HS) is a very good preparation and supplement to "Lactation Physiology".		
	The course will be held on the following dates: Friday, 01.03.2024 - 09-17h (LFW B3) Friday, 08.03.2024 - 09-17h (LFW B3) Friday, 22.03.2024 - 09-17h (Bern) Thursday/Friday, 11/12 April 2024 (Posieux) 09-17h and 9-12h Friday, 19.04.2024 - 12-18h (LFW B52)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>751-7408-00L</b>	<b>One Health</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. E. Ulbrich, T. Van Boeckel, J. Zinsstag</b>
Kurzbeschreibung	Our health is irrevocably linked to those of animals and our environment. That is "One Health". This course will consolidate knowledge on the cause of diseases and the host's different defence mechanisms. Zoonotic diseases will be explored, along side arising issues concerning antibiotic resistance. Finally, the urgent yet challenging need for a multidisciplinary collaboration will be highlighted.				
Lernziel	Students will be able to understand, apply and disseminate the concept and methods of "One Health" regarding the respective different roles of the participating professionals across disciplines.				
	Particularly, students acquire knowledge on: <ul style="list-style-type: none"> <li>• infectious agents (bacteria, virus, parasites), their virulence and contagiousness;</li> <li>• the way particular zoonotic diseases manifest in individual animals and humans;</li> <li>• how zoonotic diseases spread across certain areas and manifest as epidemic or pandemic;</li> <li>• treatment options including preventive actions.</li> </ul>				
	Students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the theoretical foundations and paradigms of the concept of One Health</li> <li>• analyze links between humans, animals and the environment</li> <li>• apply game theoretical approaches</li> <li>• measure the benefits of a cooperation between stakeholders</li> <li>• design One Health interventions</li> </ul>				
Inhalt	Animals play an important role in the lives of humans across the globe. They provide food, fiber and livelihoods and are kept for travel, sport, education, or companionship. Over the last decades, global climate change and the worldwide land use alterations including deforestation and intensive farming practices have led to disruptions in environmental conditions and habitats that provide new opportunities for diseases to pass to animals.				
	With the human population growing and expanding into geographic areas of former avoidance, more people live in close contact with wild and domestic animals, both livestock and pets. This close contact with animals provides increasing opportunities for zoonotic diseases to pass between animals and people, and to then spread among people. Zoonotic transmission can also occur in any context in which there is contact with or consumption of animals, animal products, or animal derivatives, which is likely in a companionistic (pets), economic (farming, trade, butchering), predatory (hunting, butchering or consuming wild game) or research context.				
	The movement of people, animals, and animal products has increased due to the exponential enhancement of international mobility, travel and trade within the last century. As a result, both animal and human diseases can spread quickly around the globe, making issues of diseases not restricted to national borders.				
	Thus, although the emergence of zoonotic diseases originated with the domestication of animals some thousands of years ago, only lately the spread of both endemic and new or emerging zoonotic diseases is of increasing worldwide concern as there has been a rise in frequency of appearance of new zoonotic diseases.				
	Preventing strategies include hygiene techniques like hand washing, the use of aseptic material, wearing gloves and cooking food. Further treatment options include, but are not limited to vaccinations, the use of antimicrobial substances including antiseptics, disinfectants and antibiotics and pest control. Although antibiotic resistance occurs naturally, it is accelerated by the misuse of antibiotics in human and animal treatments. Thus, antibiotic resistance is one of the biggest threats to global health, food security, and development today.				
	Agricultural Sciences, Veterinary medicine, Human Medicine and Environmental Sciences are core disciplines of importance. Professionals from animal (agricultural practitioners and scientists, veterinarians) and human health (doctors, nurses, public health practitioners, epidemiologists) as well as environment disciplines (ecologists, wildlife experts) together with policymakers need to communicate, collaborate on, and coordinate activities for successful public health interventions.				
Skript	Study material: All lecture material will be provided via moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Crop- and Grassland Science

*Dieser Minor ist neu und gilt ab dem Studienjahr 22/23. Das Gesamtangebot des Minors wird im Sommer 2022 auf der Website des Studienganges veröffentlicht.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-4204-01L	Horticultural Science: Case Studies	W+	2 KP	2G	A. Näf, A. Bühlmann, C. Carlen, M. Lutz, K. Mackie-Haas

Kurzbeschreibung	Aspekte von vier Spezialkulturwertschöpfungsketten werden in je 3 Lektionen behandelt. Wissensvermittlungsblöcke werden mit einfachen Gruppenarbeiten aufgelockert. Die Studierenden teile sich dann in 4 Gruppen, um eine Fallstudie zu bearbeiten. Deren Ergebnis wird auf einem Poster dokumentiert und an einem Abschlusskolloquium mit allen Studierenden vorgestellt und diskutiert.		
Lernziel	Erreichung eines vertieften Verständnisses ausgewählter Herausforderungen von Spezialkulturwertschöpfungsketten im Zusammenhang mit der Transformation von Lebensmittelsystemen und agrarökologischen Grundsätzen. Einschätzung von laufenden Arbeiten der Praxisforschung in diesem Zusammenhang. Teampräsentation eines wissenschaftlichen Posters, das die Ergebnisse der Fallstudie präsentiert.		
Inhalt	Die angesprochenen Spezialkulturen und Wertschöpfungsketten sind Obstbau, Gemüsebau, substratbasierte und geschützte Produktion sowie Weinbau. Die ausgewählten Themen befassen sich mit Herausforderungen in Bezug auf Aspekte der Transformation von Lebensmittelsystemen und mit Problemen, die mit agrarökologischen Grundsätzen in Konflikt stehen und in laufenden angewandten Forschungs- und Entwicklungsprojekten behandelt werden.		
Skript	Präsentationen, die während der Vorlesungen gehalten wurden. Zitierte Referenzen und andere Dokumente, die während Gruppenarbeiten zur Verfügung gestellt wurden.		
Literatur	Von den Dozierenden zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Grundkenntnissen auf, die im Bachelorkurs "Hortikultur" vermittelt werden. Falls dieser Kurs nicht besucht worden ist, werden analoge Kenntnisse und Erfahrungen eine erfolgreiche und produktive Teilnahme an diesem Kurs stark unterstützen. Sprache: Englisch.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>751-4106-00L</b>	<b>Crop Phenotyping</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Hund, J. Anderegg, B. Keller, J. Leipner, L. Roth, A. Walter</b>
Kurzbeschreibung	Crop phenotyping aims to quantify traits like photosynthesis, development, architecture, biomass or quality of crops using a broad variety of sensors and analysis procedures. The course aims to provide the necessary basic knowledge in agronomy and plant breeding along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning and crop modelling to improve crops and cropping systems.				
Lernziel	The course aims to get you acquainted with different aspects of crop phenotyping. Hands-on-practice: Learn how crops develop throughout the season using wheat as an example. Learn how to apply different sensing technologies to monitor crop development ranging from your own eyes over multi-view imaging to thermal imaging, chlorophyll fluorescence, hyperspectral sensing and laser scanning. Basics in agronomy, physiology and plant breeding: Acquire a basic understanding about the major factors affecting the genetic gain for yield and quality parameters. Carriers and sensors: Acquire the ability to select the appropriate combination of sensor and carrier system given the targeted traits. Feature extraction: Acquire a basic understanding about methods to extract features from images or hyperspectral data using machine learning techniques. Trait definition: Know how to define a plant trait using crop ontology standards ( <a href="https://cropontology.org/">https://cropontology.org/</a> ). Description of phenotyping experiments: Get acquainted with the "Minimum Information About a Plant Phenotyping Experiment" ( <a href="https://www.miappe.org/">https://www.miappe.org/</a> ). Data handling: Know the basics about how to organize measurements and data using unique identifiers (UIDs) and relational data tables. Statistical processing: Know how use the Breeders' equation and calculate heritability to judge the benefit of modern phenotyping techniques. Know how to generate sophisticated experimental designs and analyze them to improve the heritability of a trait using mixed linear models. Dynamic modelling: Know how to model the dynamics of growth to characterize the development using penalized splines and non-linear models. Modelling dependence on environmental gradients: Know how to link growth and development with environmental factors to determine a crop-specific response pattern. Target trait prediction: Get a basic understanding how to use all above inputs to improve the prediction of yield and quality using crop models.				
Inhalt	Crops are exposed to different abiotic stress factors during their development. Adaptation of crops to extreme environmental conditions (e.g. cold and heat stress or dry soils) is an important breeding aim. Crop phenotyping includes novel sensors to measure plant traits related to stress response and yield. Examples of such sensors are laser scanners, high-resolution cameras, thermal cameras, or hyperspectral sensors. High-throughput phenotyping includes repeated measurements on hundreds or thousands of experimental plots throughout the growing season. This enables us to quantify environmental effects almost in real-time. The course aims to provide the necessary basic knowledge in crop physiology along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning (random forest, deep learning) and crop modelling (splines, non-linear models, mixed models) to improve crops and cropping systems. It will take place on the field phenotyping platform FIP ( <a href="http://kp.ethz.ch/FIP">kp.ethz.ch/FIP</a> ) of the ETH research station in Eschikon. The course will provide a step-by-step introduction into the whole phenotyping workflow from sensors to the prediction of yield. We will follow wheat through a major part of its development and evaluate the development of the genotypes included in the Swiss variety list. Later in the season, we will also look at peas, soybeans, buckwheat, oats and other crops. At a whole field day in June, experts from ETH, Agroscope and Syngenta will provide hands-on experience in the field. At this day there will also be the presentation of the group work.				
Literatur	(1) Walter, A.; Liebisch, F.; Hund, A. Plant Phenotyping: From Bean Weighing to Image Analysis. <i>Plant Methods</i> 2015, 11 (1), 14. <a href="https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8">https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8</a> . (2) Araus, J. L.; Kefauver, S. C.; Zaman-Allah, M.; Olsen, M. S.; Cairns, J. E. Translating High-Throughput Phenotyping into Genetic Gain. <i>Trends Plant Sci.</i> 2018, 23 (5), 451–466. <a href="https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001">https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001</a> . (3) van Eeuwijk, F. A.; Bustos-Korts, D.; Millet, E. J.; Boer, M. P.; Kruijer, W.; Thompson, A.; Malosetti, M.; Iwata, H.; Quiroz, R.; Kuppe, C.; Muller, O.; Blazakis, K. N.; Yu, K.; Tardieu, F.; Chapman, S. C. Modelling Strategies for Assessing and Increasing the Effectiveness of New Phenotyping Techniques in Plant Breeding. <i>Plant Science</i> 2019, 282, 23–39. <a href="https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018">https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place in Eschikon as it includes hands-on practice in the field. There will be an additional field day during the summer break in June.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-3606-00L</b>	<b>Molecular Plant Breeding</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Studer, R. Kölliker, M. M. Nay, S. Yates</b>
Kurzbeschreibung	Molecular tools have significantly contributed to improve the process of plant breeding throughout the last decades. This course illustrates - on the basis of lectures, exercises and practical examples - the most important molecular breeding tools (genetic diversity analyses, QTL and association studies) and how these tools are applied to plant breeding by means of genomics-assisted selection.				
Lernziel	At the end of the course Molecular Plant Breeding you will be able to: - understand different molecular marker technologies and genotyping methods, and how the generated data can be used for genetic distance measures and multivariate statistics in experimental and natural populations - use the most important molecular breeding tools such as genetic linkage mapping, QTL analysis, genome-wide association studies and to apply these tools to plant breeding by marker-assisted and genomic selection - apply basic bioinformatics tools for sequence data management and comparative genomics (BLAST, simple assemblies, alignments and gene annotations)				
Inhalt	The course Molecular Plant Breeding is based on complementing lectures, exercises and practical examples. The examples cover a wide range of species and traits and will be taught by four different experts in the field. A detailed program including dates and specific contents will be provided through Moodle.				
Skript	Scripts and slides for each lecture and will be made available through Moodle.				
Literatur	For each lecture, additional literature covering the topic will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held at ETH Zentrum (LFW building). Attendance of the courses Agrargenetik and Pflanzenzüchtung is recommended; basic understanding of R is advantageous.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes, E. Devers, P. Zu</b>
	<i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>				
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>751-4904-00L</b>	<b>Microbial Pest Control</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Enkerli, G. Grabenweger, J. Mayerhofer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt konzeptionelle, sowie biologische und ökologische Grundlagen in mikrobieller Schädlingsbekämpfung. Anhand von Beispielen werden die Methoden und Techniken zur Entwicklung und Überwachung von mikrobiellen Schädlingsbekämpfungsmitteln erarbeitet.				

Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Gruppen von insektenpathogenen Mikroorganismen und deren Eigenschaften. Vertraut werden mit den nötigen Schritten für die Entwicklung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Verstehen der Techniken und Methoden, die für das Überwachen von Feldapplikationen benützt werden, und Kennen der Registrierungsanforderungen für mikrobielle Schädlingsbekämpfungsmittel.				
Inhalt	Die in der biologischen Schädlingsbekämpfung gebrauchten Definitionen und generell verwendete Ausdrücke werden erarbeitet. Ferner werden biologische und ökologische Aspekte aller Arthropoden-pathogenen Gruppen (Viren, Bakterien Pilze und Nematoden) und ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf biologische Schädlingsbekämpfung diskutiert. Ein Schwergewicht wird dabei auf die Pilzgruppen Hypocreales und Entomophthorales gelegt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie Projekte in biologischer Schädlingsbekämpfung aufgebaut werden können, wie Pathogene appliziert werden und wie die Effizienz, Effekte auf Nicht-Zielorganismen, Persistenz und Verbreitung überwacht werden. Im Weiteren werden die nötigen Schritte in der Entwicklung eines Produktes, kommerzielle Aspekte und die Registrierungsanforderungen besprochen.				
Skript	Die grundlegenden Aspekte werden als Skript (Präsentationsunterlagen) abgegeben.				
Literatur	Hinweise auf zusätzliche Literatur werde in der Lehrveranstaltung gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-4512-00L</b>	<b>Pflanzenpathologie IV: System-Management im modernen Pflanzenschutz ■</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Maurhofer Bringolf, G. Broggini, S. Bühlmann-Schütz, P. E. De Werra, M. Gygax, M. Lutz, D. Szalatnay, L. Tamm, O. Viret</b>
Kurzbeschreibung	Die LV besteht aus einer Mischung aus Infoelementen (Frontalunterricht), Lerneinheiten mit Beispielen (Mitarbeit Studierende), Selbststudium, Gruppenarbeiten sowie Plenumsdiskussionen. Sie bezieht, wo möglich, die Epidemiologie mit ein, deren wichtigsten Grundlagen zu Beginn repetiert werden.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen den modernen Pflanzenschutz als eine System-Komponente der Pflanzenproduktion. Sie erkennen, basierend auf aktuellen praktischen Beispielen, die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Elementen des modernen Produktionssystems und können diese auch gewichten. Sie sind dazu befähigt, bestehende Massnahmen auf ihre Systemeignung zu evaluieren und sich an der Erarbeitung zukünftiger Pflanzenschutzkonzepte für verschiedene Kulturen und Anbausysteme aktiv zu beteiligen.				
Inhalt	Sieben halbtägige Workshops unter der Leitung von verschiedenen Pflanzenschutzexperten aus Forschung und Praxis. Nach einer Einführung in ein spezifisches Thema bearbeiten die Studierenden in Gruppen eine Fragestellung oder ein aktuelles Problem und entwickeln Pflanzenschutzkonzepte für spezifische Kulturen und Anbausysteme.				
	Die Workshops sind in folgende Themen unterteilt:				
	Workshop 1: Einjähriges System: Fruchtfolge und Bodenbearbeitung (Michel Gygax, Kant. Pflanzenschutzfachstelle, Bern)				
	Workshop 2: Einjähriges System: Krankheiten im Kartoffelanbau: Die Bekämpfung beginnt mit zertifiziertem Pflanzgut (Patrice de Werra, HAFL, Zollikofen)				
	Workshop 3: Spezialkulturen: Sonderfall Gemüsebau: Systembezogene Unterschiede im Pflanzenschutz (Matthias Lutz, Agroscope Wädenswil)				
	Workshop 4: Mehrjähriges System: Aktuelle Herausforderungen im Obstbau (David Szalatnay, Strickhof Winterthur)				
	Workshop 5: Genetische Krankheitsresistenz: Konzepte traditioneller und gentechnologischer Züchtung (Simone Bühlmann, Agroscope Wädenswil / Giovanni Broggini, ETH Zürich)				
	Workshop 6: Pflanzenschutz im Biolandbau auf dem Prüfstand: Stand der Technik, Chancen und Risiken (Lucius Tamm, FiBL, Frick)				
	Workshop 7: Zukunft des Pflanzenschutzes im Weinbau (Oliver Viret, centre de compétence vitivinicole et cultures spéciales, Marcellin)				
Skript	Unterlagen werden in der LV verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die LV integriert die Inhalte der Vorlesungen Pflanzenpathologie I, II und III. Das Erhalten der Kreditpunkte setzt eine lückenlose Teilnahme an der LV voraus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-4902-00L</b>	<b>Modern Pesticides - Mode of Action, Residues and Environmental Fate</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Poiger, M. E. Balmer, I. J. Bürge</b>
Kurzbeschreibung	The biochemical principles of the mode of action of current use plant protection products (PPP) are presented. Important topics are mechanisms for selectivity, development of resistance, residue formation in crops and food safety as well as behavior in the environment.				
Lernziel	The structures and modes of action of current use pesticides (synthetical compounds, natural compounds) are presented. The structure-activity relationships lead to considerations of actual use conditions in crops such as fungicides in viticulture, residues in edible parts of treated plants, possible side effects and environmental fate.				
Inhalt	After a short introduction on pesticide registration (administrative process as in Switzerland and EC, food safety), the biochemical background of the mode of action of important groups of current use PPP active ingredients is presented. Furthermore, selectivity of pesticides, leaching of herbicides to groundwater, accumulation of pesticides in soil, development of resistance of fungicides, formation of residues in edible parts of the crops, and side-effects on non-target organisms shall be covered.				
Skript	An e-script (pdf-files) is provided as download at the beginning of spring term.				

Literatur	none				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-3404-00L</b>	<b>Nutrient Fluxes in Soil-Plant Systems: The Case of Nitrogen</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Oberson Dräyer, F. Tamburini, M. Wiggerhauser</b>
	<i>This courses will be offered in spring 2024 for the last time.</i>				
	<i>The course will take place only if at least 8 (eight) students are registered one week before the start of the lecture.</i>				
	<i>If you are uncertain if you fulfil the requirements for this course, please contact Astrid Oberson before registration.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt Fachwissen und experimentelle Techniken, um Nährstoffflüsse in Boden-Pflanzen-Systemen zu untersuchen und zu beurteilen. Theorie und Methoden betreffen i) die Stickstoffdynamik im Boden, ii) die Stickstoff-Ausnutzungseffizienz durch Pflanzen iii) den Verbleib von Düngernährstoffen im Boden und iv) symbiotische N <sub>2</sub> -Fixierung.				
Lernziel	Am Beispiel des Elementes Stickstoff (N) werden die Studierenden mit Theorie und experimentellen Techniken vertraut, welche der Untersuchung der Dynamik und der Verfügbarkeit von Elementen im Boden-Pflanzensystem dienen. Die Studierenden erlernen die Anwendung von stabilen Isotopen zwecks Erfassung von Nährstoffflüssen in Boden-Pflanzensystemen. Sie lernen biochemische Methoden kennen, welche Indikatoren zu Nährstofftransformationen liefern. Die Studierenden werden befähigt, die Ansätze, Ergebnisse und die Interpretation von agronomischen und umweltwissenschaftlichen Studien kritisch zu überprüfen. Das Fachwissen über Prozesse und Kompartimente, welche Nährstoffkreisläufen in Boden-Pflanzensystemen zu Grunde liegen, wird vertieft. Schlussendlich wird das erworbene Wissen eingesetzt, um eine Expertenmeinung zu einem Stickstoff bezogenen Problem der Landwirtschaftlichen Produktion zu verfassen.				
Inhalt	Die Studierenden lernen im Labor zu arbeiten, Arbeit in Gruppen zu organisieren, Informationen auszutauschen, Information ausserhalb des Kurses zu beschaffen (z.B. in der Bibliothek), diese Informationen kritisch zu lesen und zu analysieren, und die Ergebnisse ihrer Experimente mit den Informationen anderer Quellen zu verbinden. Sie wenden das gewonnene Wissen an einem realen Problem an. Die mündliche und schriftliche Präsentation von Fachwissen und Ergebnissen wird geübt.				
	This course provides theoretical knowledge and teaches methods to analyze the dynamics of elements in soil-plant systems and to determine the use efficiency by crops of nutrients added with mineral and organic fertilizers. Nitrogen (N) will be used as model case. It provides information about various techniques (isotopic, chemical, biochemical) that can be used to evaluate				
	i) content of elements in fertilizers, soils and plants; ii) availability of elements in soils and fertilizers for plants; iii) transfer of elements from a fertilizer to a crop; iv) symbiotic N <sub>2</sub> fixation by legumes.				
	The course starts with revisiting the N cycle in agriculturally managed soil-plant systems, as affected by different fertilizers. Then a background on stable isotope biogeochemistry, with focus on stable N isotope use at natural abundance and with isotope enrichment, is provided. To test the transfer of N contained fertilizers from the soil to the plant, a pot experiment (glasshouse study) is designed. It includes two test plants and fertilization treatments, both with <sup>15</sup> N labeled organic fertilizer and appropriate reference treatments. The soil is characterized for basic chemical properties and for biochemical characteristics that are related to the N dynamics. Plants are harvested and analyzed for their dry matter production, their N isotope composition and N content. From the direct ( <sup>15</sup> N) labeling approach, the proportion of N in the plant derived from the added fertilizers and the percentage of added fertilizer recovered in plant material is calculated. The <sup>15</sup> N analyses in the soil and in the plant material after the crop cycle allows drawing a balance of the added fertilizer and discussing N losses. Data on <sup>15</sup> N isotopic composition in legume and non-legume plants are used to compare the <sup>15</sup> N Natural Abundance and the <sup>15</sup> N Enriched Dilution methods to estimate symbiotic N <sub>2</sub> fixation by the legume. The results get combined and illustrate the role of the various N sources (fertilizer, soil, atmosphere) for N uptake by the plant.				
	The experiments are carried out by the students supervised by group members (three senior scientists, PhDs, laboratory staff). The students carry out data analysis, results calculations and present them orally. At the end of the course, they apply their knowledge to a real problem related to the use of nitrogen in agriculture, and present their outcome in form of a written expert opinion.				
Skript	Documentations will be made available during the course.				
Literatur	Indications during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss der Lehrveranstaltungen "Pflanzenernährung I (751-3401-00L)" und "Pflanzenernährung II - Integriertes Nährstoffmanagement (751-3402-00L)" wird für diesen Kurs vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>751-5102-00L</b>	<b>Biogeochemical Modeling of Agroecosystems</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Van de Broek, M. Laub, J. Six</b>
Kurzbeschreibung	This class provides an introduction to biogeochemical modeling in the context of agricultural ecosystems. It covers the general background and principles of modeling agricultural biogeochemistry in a theoretical part (e.g., plant growth and soil C dynamics), while the focus is on learning how to code biogeochemical models in the R software environment.				
Lernziel	The aim of the course is to (i) introduce students to a range of concepts applied in biogeochemical modelling of agroecosystems, with an emphasis on soil biogeochemistry (carbon cycling) and (ii) teach students the basics of coding biogeochemical models in a free and open-source software environment (R).				
	The focus of the course is on hands-on coding. At the end of the course, students will:				
	- Be able to critically evaluate different concepts applied in widely used biogeochemical models in an agricultural context				
	- Be familiar with the basic concepts of programming that are specifically applicable to modelling biogeochemical cycles in an agricultural context				
	- Be able to come up with basic conceptual models to evaluate crop growth and carbon cycling in agricultural soils, given certain constraints and				
	- Be able to write computer codes to convert their conceptual models to numerical models, and evaluate model outcomes.				

Inhalt	The class consists of (i) a limited theoretical part, in which students learn the basics of biogeochemical models in an agricultural context and (ii) a more extensive part, in which students learn to program plant growth models and soil biogeochemical models in the R software environment.				
	Throughout the course, the R skills necessary to code biogeochemical models are explained using examples related to soil biogeochemical cycling or crop growth (e.g., different data structures, loops, functions, if/else etc.). Aspect of biogeochemical modeling that are covered include constructing sets of coupled differential equations that form the core of numerical models, solving differential equations analytically and numerically, by writing solvers and using existing solvers, model calibration techniques and using different modelling aspects to code flexible models. These principles are applied to code published and widely-used biogeochemical models to solve research questions.				
Literatur	The following handbooks serve as the basis for the concepts and skills the students will learn in the course: - Soltani and Sinclair, 2012, Modeling physiology of crop development, growth and yield. - Soetaert and Herman, 2009, A Practical Guide to Ecological Modelling, Springer Netherlands. - Wallach et al., 2018, Working with Dynamic Crop Models, 3rd Edition, Academic Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students signing up for this course should have a strong interest in modeling of agroecosystem processes. Prior knowledge of the R programming language (or similar) is a plus but is not required, as all basic programming concepts will be explained.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann, M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.				
Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.				
	Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.				
Inhalt	Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.				
	Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.				
	Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>751-5127-00L</b>	<b>Microbiomics I: The Microbiome of the Plant-Soil System</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	This class conveys the current knowledge and state-of-the-art methods for studying the plant-soil microbiome through a combination of theoretical input lectures, selected case studies from ongoing research projects, and flipped classroom assignments.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to (1) explain how microorganisms influence and respond to changes in the plant-soil system (2) evaluate the strengths and limitations of specific methods used in microbial ecology research (3) integrate the acquired knowledge into the critical assessment of current literature in this field				

Inhalt	The plant-soil microbiome is an essential component of agroecosystems, regulating crop growth, nutrient use efficiency, stress resilience, and disease resistance. In this course, students will develop a fundamental understanding of (i) how microorganisms shape the functioning of the plant-soil system, (ii) how ecosystem management and global changes are influencing diversity and functioning of these microbial systems, and (iii) how the microbiome might be managed to improve sustainable agricultural production. A strong focus will be placed on getting to know the methodological toolbox to study microbes in the environment including different next-generation DNA sequencing applications such as metabarcoding and metagenomics. Theoretical input lectures will be combined with presentations of current research projects. Flipped classroom assignments will be used to critically discuss research findings of specific publications or to evaluate the strength and limitation of the specific methods.		
Literatur	Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM and Stahl DA (2019). Brock Biology of Microorganisms, 15th edition, Pearson Education Limited. Paul E (2014). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, 4th edition, Academic Press.		
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some basic background in biology and a keen interest in learning and discussing how microorganisms shape the functioning of our planet. Whereas this course unit can be taken as standalone class, it also serves as preparatory class for the hands-on block course on microbiome analysis (Microbiomics II).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>751-4003-02L</b>	<b>Current Topics in Grassland Sciences (FS)</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Lernziel	Students will be able to understand and evaluate experimental design and data interpretation of on-going studies, be able to critically analyze published research results, practice to present and discuss results in the public, and gain a broad knowledge of recent research and current topics in agro- and forest ecosystem sciences.				
Inhalt	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Skript	none				
Voraussetzungen / Besonderes	Useful: Attendance of the courses "Öko- und Ertragsphysiologie", "Crop Science, Part Futterbau", "Graslandsysteme" in the Bachelor or similar courses. Language will be English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ►► Data Science and Technology for Agricultural Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-5102-00L</b>	<b>Biogeochemical Modeling of Agroecosystems</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Van de Broek, M. Laub, J. Six</b>
Kurzbeschreibung	This class provides an introduction to biogeochemical modeling in the context of agricultural ecosystems. It covers the general background and principles of modeling agricultural biogeochemistry in a theoretical part (e.g., plant growth and soil C dynamics), while the focus is on learning how to code biogeochemical models in the R software environment.				
Lernziel	The aim of the course is to (i) introduce students to a range of concepts applied in biogeochemical modelling of agroecosystems, with an emphasis on soil biogeochemistry (carbon cycling) and (ii) teach students the basics of coding biogeochemical models in a free and open-source software environment (R).  The focus of the course is on hands-on coding. At the end of the course, students will: - Be able to critically evaluate different concepts applied in widely used biogeochemical models in an agricultural context - Be familiar with the basic concepts of programming that are specifically applicable to modelling biogeochemical cycles in an agricultural context - Be able to come up with basic conceptual models to evaluate crop growth and carbon cycling in agricultural soils, given certain constraints and - Be able to write computer codes to convert their conceptual models to numerical models, and evaluate model outcomes.				
Inhalt	The class consists of (i) a limited theoretical part, in which students learn the basics of biogeochemical models in an agricultural context and (ii) a more extensive part, in which students learn to program plant growth models and soil biogeochemical models in the R software environment.  Throughout the course, the R skills necessary to code biogeochemical models are explained using examples related to soil biogeochemical cycling or crop growth (e.g., different data structures, loops, functions, if/else etc.). Aspect of biogeochemical modeling that are covered include constructing sets of coupled differential equations that form the core of numerical models, solving differential equations analytically and numerically, by writing solvers and using existing solvers, model calibration techniques and using different modelling aspects to code flexible models. These principles are applied to code published and widely-used biogeochemical models to solve research questions.				
Literatur	The following handbooks serve as the basis for the concepts and skills the students will learn in the course: - Soltani and Sinclair, 2012, Modeling physiology of crop development, growth and yield. - Soetaert and Herman, 2009, A Practical Guide to Ecological Modelling, Springer Netherlands. - Wallach et al., 2018, Working with Dynamic Crop Models, 3rd Edition, Academic Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students signing up for this course should have a strong interest in modeling of agroecosystem processes. Prior knowledge of the R programming language (or similar) is a plus but is not required, as all basic programming concepts will be explained.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-5127-01L</b>	<b>Microbiomics II: Metabarcoding - From Bioinformatics to Statistics</b>	<b>W+</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Hartmann</b>
	<i>The course 751-5127-00 Microbiomics I: The microbiome of the plant-soil system is a prerequisite of this course (only for MSc students).</i>				
	<i>Master and PhD-students from the ETH Zurich should register through myStudies.</i>				
	<i>All other PhD-students should register via the <a href="https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html">https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html</a> (&gt; Select Plant Sciences)</i>				
Kurzbeschreibung	This computer block course provides a thorough introduction to the application of next-generation sequencing techniques for analyzing diversity of microbial communities. Using a combination of theoretical lectures and hands-on computer exercises, the participants learn the computational steps from bioinformatic processing of sequencing reads down to the final statistical evaluations.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to 1) understand the concept, potential and limitation of microbial NGS applications 2) analyze metabarcoding data to obtain meaningful information 3) use multivariate statistical methods evaluate and visualize microbial community data 4) make informed decisions on best practices for their own data				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some background in microbial ecology and understand the basics of next-generation sequencing techniques as a tool to study microbes in the environment. Participants that are not familiar with these topics are encouraged to take the course unit «The Microbiome of the Plant-Soil System: Part I» as preparatory class (mandatory for master students). No programming or scripting expertise is required, but some basic experience with using command line applications is of advantage since not all the basics can be thoroughly covered in that short amount of time. However, some basic introduction to UNIX-based command line applications will be provided on the first day. All hands-on exercises will be run on UNIX-environments (Linux, Mac) and participants are expected to bring their own UNIX-based laptop (please consult your IT representative if necessary). All statistical analyses will be run in R using RStudio (any operating system). Participants should have installed the following software packages on their computers: Miniconda, R and RStudio, all other software tools will be installed on site using the Miniconda package manager.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-6244-00L</b>	<b>Genomic Animal Breeding</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. Pausch</b>
Kurzbeschreibung	Molecular marker-based methods and applications in animal breeding and genetics are introduced by discussing approaches to discover genomic regions associated with monogenic and complex traits, genomic prediction as well as the properties of genomic breeding values. Participants analyse real genomic data with the R-package and thus acquire the skills to carry out own research projects.				
Lernziel	After the course, students will be able to - work with widely-used formats of genomic data - process and interpret raw sequencing and genotyping data - explain and identify the challenges, opportunities and risks associated with applying molecular marker data in animal breeding and animal genetics - apply common statistical methods to correlate phenotypes and genotypes - carry out research projects that involve molecular marker data				
Inhalt	- Principles of generating, processing and analysing whole-genome sequencing and genotyping data - Statistical approaches to map quantitative trait loci using genome-wide association studies - Calculation of genomic relationship and inbreeding coefficients - Principles of genomic prediction and selection - Bioinformatics approaches to characterize sequence variation at nucleotide level - Approaches to identify causal mutations underlying Mendelian traits - Strategies to consider Mendelian traits in genomic breeding programs				
Skript	The slides will be provided in advance of each lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Laptop with the R software for exercises Basic experience with the R environment for statistical computing (a brief introduction into R will be provided upon request)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft	
		Verfahren und Technologien			geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft	
		Medien und digitale Technologien			gefördert	
		Problemlösung			geprüft	
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement			geprüft	
		Kommunikation			geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			gefördert	
		Kritisches Denken			gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
<b>751-3606-00L</b>	<b>Molecular Plant Breeding</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Studer, R. Kölliker, M. M. Nay, S. Yates</b>	
Kurzbeschreibung	Molecular tools have significantly contributed to improve the process of plant breeding throughout the last decades. This course illustrates - on the basis of lectures, exercises and practical examples - the most important molecular breeding tools (genetic diversity analyses, QTL and association studies) and how these tools are applied to plant breeding by means of genomics-assisted selection.					
Lernziel	At the end of the course Molecular Plant Breeding you will be able to: - understand different molecular marker technologies and genotyping methods, and how the generated data can be used for genetic distance measures and multivariate statistics in experimental and natural populations - use the most important molecular breeding tools such as genetic linkage mapping, QTL analysis, genome-wide association studies and to apply these tools to plant breeding by marker-assisted and genomic selection - apply basic bioinformatics tools for sequence data management and comparative genomics (BLAST, simple assemblies, alignments and gene annotations)					
Inhalt	The course Molecular Plant Breeding is based on complementing lectures, exercises and practical examples. The examples cover a wide range of species and traits and will be taught by four different experts in the field. A detailed program including dates and specific contents will be provided through Moodle.					
Skript	Scripts and slides for each lecture and will be made available through Moodle.					
Literatur	For each lecture, additional literature covering the topic will be provided.					
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held at ETH Zentrum (LFW building). Attendance of the courses Agrargenetik und Pflanzenzüchtung is recommended; basic understanding of R is advantageous.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft	
		Verfahren und Technologien			geprüft	
		Analytische Kompetenzen			geprüft	
		Entscheidungsfindung			geprüft	
		Medien und digitale Technologien			geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft	
		Projektmanagement			geprüft	
		Kommunikation			geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft	
		Kreatives Denken			geprüft	
		Kritisches Denken			gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			geprüft		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft		
	<b>751-4106-00L</b>	<b>Crop Phenotyping</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Hund, J. Anderegg, B. Keller, J. Leipner, L. Roth, A. Walter</b>
	Kurzbeschreibung	Crop phenotyping aims to quantify traits like photosynthesis, development, architecture, biomass or quality of crops using a broad variety of sensors and analysis procedures. The course aims to provide the necessary basic knowledge in agronomy and plant breeding along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning and crop modelling to improve crops and cropping systems.				
Lernziel	The course aims to get you acquainted with different aspects of crop phenotyping. Hands-on-practice: Learn how crops develop throughout the season using wheat as an example. Learn how to apply different sensing technologies to monitor crop development ranging from your own eyes over multi-view imaging to thermal imaging, chlorophyll fluorescence, hyperspectral sensing and laser scanning. Basics in agronomy, physiology and plant breeding: Acquire a basic understanding about the major factors affecting the genetic gain for yield and quality parameters. Carriers and sensors: Acquire the ability to select the appropriate combination of sensor and carrier system given the targeted traits. Feature extraction: Acquire a basic understanding about methods to extract features from images or hyperspectral data using machine learning techniques. Trait definition: Know how to define a plant trait using crop ontology standards ( <a href="https://cropontology.org/">https://cropontology.org/</a> ). Description of phenotyping experiments: Get acquainted with the "Minimum Information About a Plant Phenotyping Experiment" ( <a href="https://www.miappe.org/">https://www.miappe.org/</a> ). Data handling: Know the basics about how to organize measurements and data using unique identifiers (UIDs) and relational data tables. Statistical processing: Know how use the Breeders' equation and calculate heritability to judge the benefit of modern phenotyping techniques. Know how to generate sophisticated experimental designs and analyze them to improve the heritability of a trait using mixed linear models. Dynamic modelling: Know how to model the dynamics of growth to characterize the development using penalized splines and non-linear models. Modelling dependence on environmental gradients: Know how to link growth and development with environmental factors to determine a crop-specific response pattern. Target trait prediction: Get a basic understanding how to use all above inputs to improve the prediction of yield and quality using crop models.					

Inhalt	<p>Crops are exposed to different abiotic stress factors during their development. Adaptation of crops to extreme environmental conditions (e.g. cold and heat stress or dry soils) is an important breeding aim. Crop phenotyping includes novel sensors to measure plant traits related to stress response and yield. Examples of such sensors are laser scanners, high-resolution cameras, thermal cameras, or hyperspectral sensors. High-throughput phenotyping includes repeated measurements on hundreds or thousands of experimental plots throughout the growing season. This enables us to quantify environmental effects almost in real-time.</p> <p>The course aims to provide the necessary basic knowledge in crop physiology along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning (random forest, deep learning) and crop modelling (splines, non-linear models, mixed models) to improve crops and cropping systems. It will take place on the field phenotyping platform FIP (kp.ethz.ch/FIP) of the ETH research station in Eschikon.</p> <p>The course will provide a step-by-step introduction into the whole phenotyping workflow from sensors to the prediction of yield. We will follow wheat through a major part of its development and evaluate the development of the genotypes included in the Swiss variety list. Later in the season, we will also look at peas, soybeans, buckwheat, oats and other crops. At a whole field day in June, experts from ETH, Agroscope and Syngenta will provide hands-on experience in the field. At this day there will also be the presentation of the group work.</p>		
Literatur	<p>(1) Walter, A.; Liebisch, F.; Hund, A. Plant Phenotyping: From Bean Weighing to Image Analysis. <i>Plant Methods</i> 2015, 11 (1), 14. <a href="https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8">https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8</a>.</p> <p>(2) Araus, J. L.; Kefauver, S. C.; Zaman-Allah, M.; Olsen, M. S.; Cairns, J. E. Translating High-Throughput Phenotyping into Genetic Gain. <i>Trends Plant Sci.</i> 2018, 23 (5), 451–466. <a href="https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001">https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001</a>.</p> <p>(3) van Eeuwijk, F. A.; Bustos-Korts, D.; Millet, E. J.; Boer, M. P.; Kruijer, W.; Thompson, A.; Malosetti, M.; Iwata, H.; Quiroz, R.; Kuppe, C.; Muller, O.; Blazakis, K. N.; Yu, K.; Tardieu, F.; Chapman, S. C. Modelling Strategies for Assessing and Increasing the Effectiveness of New Phenotyping Techniques in Plant Breeding. <i>Plant Science</i> 2019, 282, 23–39. <a href="https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018">https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018</a>.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place in Eschikon as it includes hands-on practice in the field. There will be an additional field day during the summer break in June.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft

<b>751-5500-00L</b>	<b>Simulations, Sensors and Data in Agri-Food Supply Chains for Sustainable Nutrition</b>	<b>W+</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>T. Defraeye</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with knowledge and skills on how to apply physics-based simulations, sensing and data analytics in the supply chain of horticultural crops. The targets are to use these technologies to better preserve food quality, extend shelf life and reduce food waste and the carbon footprint to sustainably provide accessible, affordable, appealing and nutritious food for the world.				
Lernziel	<p>The course targets the postharvest part of the supply chain, as products pass through pre-cooling facilities, refrigerated containers and trucks, and cold storage facilities, before arriving at the retailer and consumer. We target supply chains of both domestic and tropical horticultural crops, including apple, citrus, mangoes, and berries. In addition, other applications in agri-food chains are highlighted, such as preharvest sensing and monitoring for horticultural crops, as well as physics-based simulations, sensing and data analytics in supply chains of foods. We also link to foods of animal origin (meat or milk).</p> <p>In the course, we target innovative solutions that are enabled by the augmented insight that simulations and sensing provide with respect to the biophysical processes driving food decay in the cold chain. The course focuses on digital tools for the agri-food chain, such as digital twins, food simulants, data analytics, data science, and sensors.</p> <p>A key objective is to gain specialized knowledge in order to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify which postharvest practices are most suitable for a certain produce and supply chain (e.g., dynamic controlled atmosphere, modified atmosphere packaging, ethylene scrubbing, passive evaporative cooling) for developed and developing countries</li> <li>- Identify which heat and mass transfer processes (e.g., conduction, convection, radiation, respiration, evaporation) play a key role for a certain produce and supply chain</li> <li>- Identify which state-of-the-art sensing technology is most optimal for a certain produce and supply chain (e.g., wireless communication, blockchain technology, and biophysical twins)</li> <li>- Assess if a physics-based model and simulation is built up according to best practices, and if the reported results are realistic</li> <li>- Understand the link of the cooling process to the evolution of food quality attributes</li> <li>- Understand the role and impact of descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive data analytics for food supply chains</li> </ul> <p>Another key objective is to acquire skills in order to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assess the quality of multiphysics simulations of food cooling processes</li> <li>- Assess food cooling processes with several types of sensors</li> <li>- Calculate food shelf-life by experiments and kinetic-rate-law modeling</li> </ul>				
Inhalt	<p>The course is built up of interactive lectures and an excursion. The student learns to apply this knowledge to evaluate postharvest problems and develop solution strategies. We also review upcoming national and international startups and companies in these fields throughout the course.</p> <p>The content is as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the postharvest value chain</li> <li>2. Postharvest quality and losses</li> <li>3. Bio-environmental heat and mass transfer</li> <li>4. Sensors &amp; food simulants</li> <li>5. Basics &amp; best practice of physics-based simulations</li> <li>6. Current and emerging postharvest technologies</li> <li>7. Showcase sessions on physics-based simulation and software and sensors types</li> <li>8. Data acquisition, data analytics and data storytelling for food supply chains</li> <li>9. Food waste and environmental impact in food supply chains and link to nutrition and human health</li> <li>10. Excursion</li> </ol>				
Skript	Handouts of the slides will be provided				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>751-5127-00L</b>	<b>Microbiomics I: The Microbiome of the Plant-Soil System</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	This class conveys the current knowledge and state-of-the-art methods for studying the plant-soil microbiome through a combination of theoretical input lectures, selected case studies from ongoing research projects, and flipped classroom assignments.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to (1) explain how microorganisms influence and respond to changes in the plant-soil system (2) evaluate the strengths and limitations of specific methods used in microbial ecology research (3) integrate the acquired knowledge into the critical assessment of current literature in this field				
Inhalt	The plant-soil microbiome is an essential component of agroecosystems, regulating crop growth, nutrient use efficiency, stress resilience, and disease resistance. In this course, students will develop a fundamental understanding of (i) how microorganisms shape the functioning of the plant-soil system, (ii) how ecosystem management and global changes are influencing diversity and functioning of these microbial systems, and (iii) how the microbiome might be managed to improve sustainable agricultural production. A strong focus will be placed on getting to know the methodological toolbox to study microbes in the environment including different next-generation DNA sequencing applications such as metabarcoding and metagenomics. Theoretical input lectures will be combined with presentations of current research projects. Flipped classroom assignments will be used to critically discuss research findings of specific publications or to evaluate the strength and limitation of the specific methods.				
Literatur	Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM and Stahl DA (2019). Brock Biology of Microorganisms, 15th edition, Pearson Education Limited. Paul E (2014). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, 4th edition, Academic Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some basic background in biology and a keen interest in learning and discussing how microorganisms shape the functioning of our planet. Whereas this course unit can be taken as standalone class, it also serves as preparatory class for the hands-on block course on microbiome analysis (Microbiomics II).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-7602-00L</b>	<b>Applied Statistical Methods in Animal Sciences</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. von Rohr</b>
Kurzbeschreibung	Die genomische Selektion ist in der Tierzucht die Methode der Wahl, das Leistungspotential der Selektionskandidaten zu verbessern. In dieser Vorlesung wird erklärt, weshalb Regressionen in der genomischen Selektion nicht verwendet werden können und was dann die Alternativen sind. Die vorgestellten Konzepte werden mit Übungen in R veranschaulicht.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Eigenschaften der multiplen linearen Regression und können einfache Datensätze mithilfe der Regressionsmethode analysieren. Die Studierenden wissen wieso multiple lineare Regressionen bei der genomischen Selektion nicht verwendet werden können. Die Studierenden kennen die in der genomischen Selektion verwendeten statistischen Verfahren, wie BLUP-basierte Verfahren, Bayes'sche Verfahren und die LASSO Methode. Die Studierenden können einfach Übungsbeispiele mit der Statistiksoftware R erfolgreich bearbeiten.				
Inhalt	- Einführung in multiple lineare Regression - Vorstellen der Problematik $n \ll p$ von Least Squares in der genomischen Selektion - BLUP-basierte Lösungsansätze - LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) als Alternative zu den in der Tierzucht verwendeten Methoden - Einführung in Bayes'sche Statistik und Parameterschätzung - Anwendung von Bayes'schen Verfahren in der genomischen Selektion (BayesA, BayesB, BayesC, BayesN)				
Skript	Ein Skript in Textform, Kopien der verwendeten Folien und Lösungen zu den gestellten Übungen werden auf dem Netz zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Functioning of Soil Systems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-3404-00L	<b>Nutrient Fluxes in Soil-Plant Systems: The Case of Nitrogen</b> <i>This courses will be offered in spring 2024 for the last time.</i> <i>The course will take place only if at least 8 (eight) students are registered one week before the start of the lecture.</i>  <i>If you are uncertain if you fulfil the requirements for this course, please contact Astrid Oberson before registration.</i>	W+	4 KP	4G	A. Oberson Dräyer, F. Tamburini, M. Wiggerhauser
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt Fachwissen und experimentelle Techniken, um Nährstoffflüsse in Boden-Pflanzen-Systemen zu untersuchen und zu beurteilen. Theorie und Methoden betreffen i) die Stickstoffdynamik im Boden, ii) die Stickstoff-Ausnutzungseffizienz durch Pflanzen iii) den Verbleib von Düngernährstoffen im Boden und iv) symbiotische N <sub>2</sub> -Fixierung.				
Lernziel	Am Beispiel des Elementes Stickstoff (N) werden die Studierenden mit Theorie und experimentellen Techniken vertraut, welche der Untersuchung der Dynamik und der Verfügbarkeit von Elementen im Boden-Pflanzensystem dienen. Die Studierenden erlernen die Anwendung von stabilen Isotopen zwecks Erfassung von Nährstoffflüssen in Boden-Pflanzensystemen. Sie lernen biochemische Methoden kennen, welche Indikatoren zu Nährstofftransformationen liefern. Die Studierenden werden befähigt, die Ansätze, Ergebnisse und die Interpretation von agronomischen und umweltwissenschaftlichen Studien kritisch zu überprüfen. Das Fachwissen über Prozesse und Kompartimente, welche Nährstoffkreisläufen in Boden-Pflanzensystemen zu Grunde liegen, wird vertieft. Schlussendlich wird das erworbene Wissen eingesetzt, um eine Expertenmeinung zu einem Stickstoff bezogenen Problem der Landwirtschaftlichen Produktion zu verfassen. Die Studierenden lernen im Labor zu arbeiten, Arbeit in Gruppen zu organisieren, Informationen auszutauschen, Information ausserhalb des Kurses zu beschaffen (z.B. in der Bibliothek), diese Informationen kritisch zu lesen und zu analysieren, und die Ergebnisse ihrer Experimente mit den Informationen anderer Quellen zu verbinden. Sie wenden das gewonnene Wissen an einem realen Problem an. Die mündliche und schriftliche Präsentation von Fachwissen und Ergebnissen wird geübt.				
Inhalt	This course provides theoretical knowledge and teaches methods to analyze the dynamics of elements in soil-plant systems and to determine the use efficiency by crops of nutrients added with mineral and organic fertilizers. Nitrogen (N) will be used as model case. It provides information about various techniques (isotopic, chemical, biochemical) that can be used to evaluate i) content of elements in fertilizers, soils and plants; ii) availability of elements in soils and fertilizers for plants; iii) transfer of elements from a fertilizer to a crop; iv) symbiotic N <sub>2</sub> fixation by legumes. The course starts with revisiting the N cycle in agriculturally managed soil-plant systems, as affected by different fertilizers. Then a background on stable isotope biogeochemistry, with focus on stable N isotope use at natural abundance and with isotope enrichment, is provided. To test the transfer of N contained fertilizers from the soil to the plant, a pot experiment (glasshouse study) is designed. It includes two test plants and fertilization treatments, both with <sup>15</sup> N labeled organic fertilizer and appropriate reference treatments. The soil is characterized for basic chemical properties and for biochemical characteristics that are related to the N dynamics. Plants are harvested and analyzed for their dry matter production, their N isotope composition and N content. From the direct ( <sup>15</sup> N) labeling approach, the proportion of N in the plant derived from the added fertilizers and the percentage of added fertilizer recovered in plant material is calculated. The <sup>15</sup> N analyses in the soil and in the plant material after the crop cycle allows drawing a balance of the added fertilizer and discussing N losses. Data on <sup>15</sup> N isotopic composition in legume and non-legume plants are used to compare the <sup>15</sup> N Natural Abundance and the <sup>15</sup> N Enriched Dilution methods to estimate symbiotic N <sub>2</sub> fixation by the legume. The results get combined and illustrate the role of the various N sources (fertilizer, soil, atmosphere) for N uptake by the plant. The experiments are carried out by the students supervised by group members (three senior scientists, PhDs, laboratory staff). The students carry out data analysis, results calculations and present them orally. At the end of the course, they apply their knowledge to a real problem related to the use of nitrogen in agriculture, and present their outcome in form of a written expert opinion.				
Skript	Documentations will be made available during the course.				
Literatur	Indications during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss der Lehrveranstaltungen "Pflanzenernährung I (751-3401-00L)" und "Pflanzenernährung II - Integriertes Nährstoffmanagement (751-3402-00L)" wird für diesen Kurs vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
701-1342-00L	<b>Agriculture and Water Quality</b>	W	3 KP	3G	C. H. Stamm, E. Frossard, H. Singer
Kurzbeschreibung	Linking scientific basics of different disciplines (agronomy, soil science, aquatic chemistry) with practical questions in the context of real-world problems of diffuse pollution due to agricultural production.				
Lernziel	This course discusses the application of scientific understanding in the context of real-world situations of diffuse pollution caused by agricultural production. It aims at understanding the relevant processes, analysing diffuse pollution and developing mitigation strategies starting from legal requirements regarding water quality.				
Inhalt	- Diversity of diffuse agrochemical pollution - Agronomic background on the use of agrochemicals - Transport of agrochemicals from soils to water bodies - Development of legal requirements for water quality - Monitoring strategies in water bodies - Mitigation strategies - Relevant spatial and temporal scales - Exercises including all major topics - 1 field excursion - 2 - 3 external guest speakers				
Skript	Handouts will be provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some exercises require R ( <a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a> ) and a laptop during the class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>701-0524-00L</b>	<b>Bodenbiologie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. W. Frey, A. Frossard</b>
Kurzbeschreibung	Dem Bodenleben kommt eine Schlüsselrolle bei den natürlichen Bodenfunktionen zu. Im Zentrum des Kurses steht das Thema: Anthropogene Auswirkungen wie Bewirtschaftung, Landnutzungsänderung und Klimawandel auf die Biodiversität im Boden.				
Lernziel	Grundkenntnis der Strukturen und Funktionen der Biozöosen im Boden. Verständnis von Konzepten, die erlauben, die biologisch katalysierten Prozesse im Boden qualitativ und quantitativ zu erfassen. Hier gehen wir folgenden Fragen nach: Wie beeinflussen Umweltfaktoren die Bodenorganismen? Wie lassen sie sich untersuchen und wie werden sie beeinflusst? Welche ökosystemaren Funktionen werden von Bodenorganismen ausgeführt? Was sind wichtige mikrobielle Prozesse im Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf? Der ganze Lerninhalt wird mit Gruppenarbeiten verfeinert.				
Inhalt	Struktur des Biotops Boden: Chemische, physikalische und biologische Faktoren Kopplung Boden-Wasser-Luft. Struktur der Biozöosen im Boden. Interaktionen Bodenfauna-Umwelt und Bodenmikroorganismen-Umwelt. Stoffkreisläufe und biologisch katalysierte Prozesse im Boden. Evaluation von bodenbiologischen Methoden.				
Skript	Skript und Übungsaufgaben werden abgegeben.				
Literatur	Relevante Literatur wird im Verlaufe der Vorlesung vorgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlagen der Bodenphysik, Bodenchemie, Zoologie und Mikrobiologie.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>701-0518-00L</b>	<b>Bodenressourcen und Global Change</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Dötterl, K. Meusburger Di Bella</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bedeutung, Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und der Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. Wir behandeln hierbei die Thematik mit Beispielen aus dem globalen, europäischen und Schweizer Kontext.				
Lernziel	Verständnis der - globale Rahmenbedingungen unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden  - Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für Bodenressourcen  - Folgen des Klima- und Landnutzungswandels auf die Entwicklung von Bodenressourcen  - Kompetenzen zu Prozessverständnis, Systemverständnis sowie Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung werden gelehrt und geprüft.				
Inhalt	Trotz ihrer zahlreichen Funktionen und ihrer Rolle bei der Bewertung von Ökosystem-Dienstleistungen sind Böden und deren Vielfalt oft kein zentrales Thema, wenn es um die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte geht. Zwar werden in vielen Disziplinen Böden als Schnittstelle zwischen belebter und unbelebter Natur wahrgenommen. Allzu oft werden Bodenprozesse dabei aber nur stark vereinfacht für Nutzungskonzepte oder Modellierungen von Umwelt- und Agrarsystemen einbezogen. Diese Vereinfachung entspricht nicht der grossen, globalen Vielfalt an Böden. Sie unterscheiden sich oftmals stark in Bezug auf ihre Resilienz gegen Belastungen und ihre Fähigkeit, sich von diesen zu erholen. Auch in der breiten Bevölkerung ist die Wahrnehmung der Bedeutung von Böden als Grundlage unserer Ökosysteme bestenfalls diffus. So werden zwar Massnahmen zum lokalen Bodenschutz und zur Renaturierung von naturnahen Ökosystemen breit unterstützt, aber im Geldbeutel und beim Konsumverhalten soll sich möglichst wenig ändern. Verschiebungseffekte und intensivere Nutzung von Böden und Ökosystemressourcen in Ländern des globalen Südens sind die Folge.  Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Bedeutung, die Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und in die Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. So geht die Vorlesung auch auf folgende aktuelle Themen ein: Was sind die Folgen unterschiedlicher Konflikte (z.B. russischer Überfall auf die Ukraine) für die Bodengesundheit und Nahrungsproduktion der betroffenen Region für den Weltmarkt? Was sind die Folgen des Klimawandels für die Kohlenstoffspeicherung in Schweizer Bergböden? Oder: Wie wirkt sich die massive Abholzung und Bodendegradation auf Nährstoffkreisläufe in tropischen Böden aus? Die Vorlesung richtet sich an Studierende höherer Semester im Bachelorstudiengang Umweltnatur-, Agrar- und Umweltingenieurwissenschaften sowie an Studierende früher Semester in den gleichlautenden Masterprogrammen. Sie gibt einen Überblick zu den globalen Rahmenbedingungen, unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden. Zudem beleuchtet sie das Einwirken des Menschen auf unterschiedliche Bodentypen und wie dieses die Böden verändert. Gelehrt werden dabei vor allem Kompetenzen zum Prozess- und Systemverständnis sowie zur Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung.  Indirekte Eingriffe wie die Auswirkungen des Klimawandels (Klimaerwärmung, Permafrost oder Trockenstress) werden dabei ebenso behandelt wie direkte Eingriffe durch die Landnutzung (Erosion, chemische Belastungen oder Zerstörung von Böden). Thematisiert werden auch Bodenfunktionen und Bodenbildung, Unterschiede in der regionalen und globalen Bodenentwicklung, Eingriffe in den Wasser- und Lufthaushalt von Böden, Formen von Bodenbelastung sowie regionale und globale Abschätzungen der Belastungen von Böden. Im Zentrum stehen dabei stets die Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für biogeochemische (Nährstoff)Kreisläufe, für den Landschaftswasserkreislauf und die Einschränkung von Bodenfunktionen durch Bodendegradation.  Neben diesen Schwerpunkten im Bereich Bodendegradation und Bodenentwicklung gibt die Vorlesung auch Einblicke in Methoden der regenerativen Landwirtschaft, der Bodenverbesserung und Sanierung von schadstoffbelasteten Böden. Zuletzt beleuchtet die Vorlesung planerische und gesetzliche Umsetzung des Bodenschutzes mit Beispielen aus unterschiedlichen Klima- und Bodennutzungszonen um den Studierenden einen Einblick in die spätere berufliche Praxis der angehenden Umwelt- und Agrarwissenschaftler zu geben.				
Skript	Unterlagen werden zum Download bereitgestellt. Nach jeder Session werden aktuelle wissenschaftliche Artikel zur Nachbereitung empfohlen.				
Literatur	Lehrbücher zum nachschlagen:  - Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde, 17th ed., Springer, Heidelberg, 2016.  - Brady N.C. and Weil, R.R. The Nature and Properties of Soils. 14th ed., Prentice Hall, 2007.  - Press & Siever: Allgemeine Geologie, 7th ed., Springer, Heidelberg, 2016  - Mason/Burt - Physical Geography -5th edition, Oxford, 2015				
Voraussetzungen / Besonderes	Interesse an physischer Geographie und Bodenentwicklung. Grundkenntnisse Chemie, Biologie, Geologie. Vorherige Teilnahme an der Vorlesung "Pedosphere" (701- 0501-00L) ist sehr empfohlen. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung werden vorausgesetzt.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-5127-00L</b>	<b>Microbiomics I: The Microbiome of the Plant-Soil System</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	This class conveys the current knowledge and state-of-the-art methods for studying the plant-soil microbiome through a combination of theoretical input lectures, selected case studies from ongoing research projects, and flipped classroom assignments.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to (1) explain how microorganisms influence and respond to changes in the plant-soil system (2) evaluate the strengths and limitations of specific methods used in microbial ecology research (3) integrate the acquired knowledge into the critical assessment of current literature in this field				
Inhalt	The plant-soil microbiome is an essential component of agroecosystems, regulating crop growth, nutrient use efficiency, stress resilience, and disease resistance. In this course, students will develop a fundamental understanding of (i) how microorganisms shape the functioning of the plant-soil system, (ii) how ecosystem management and global changes are influencing diversity and functioning of these microbial systems, and (iii) how the microbiome might be managed to improve sustainable agricultural production. A strong focus will be placed on getting to know the methodological toolbox to study microbes in the environment including different next-generation DNA sequencing applications such as metabarcoding and metagenomics. Theoretical input lectures will be combined with presentations of current research projects. Flipped classroom assignments will be used to critically discuss research findings of specific publications or to evaluate the strength and limitation of the specific methods.				
Literatur	Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM and Stahl DA (2019). Brock Biology of Microorganisms, 15th edition, Pearson Education Limited. Paul E (2014). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, 4th edition, Academic Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some basic background in biology and a keen interest in learning and discussing how microorganisms shape the functioning of our planet. Whereas this course unit can be taken as standalone class, it also serves as preparatory class for the hands-on block course on microbiome analysis (Microbiomics II).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
Kreatives Denken				gefördert	
Kritisches Denken				gefördert	
<b>751-5127-01L</b>	<b>Microbiomics II: Metabarcoding - From Bioinformatics to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	<i>The course 751-5127-00 Microbiomics I: The microbiome of the plant-soil system is a prerequisite of this course (only for MSc students).</i>  <i>Master and PhD-students from the ETH Zurich should register through myStudies.</i> <i>All other PhD-students should register via the <a href="https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html">https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html</a> (&gt; Select Plant Sciences)</i>				
Lernziel	This computer block course provides a thorough introduction to the application of next-generation sequencing techniques for analyzing diversity of microbial communities. Using a combination of theoretical lectures and hands-on computer exercises, the participants learn the computational steps from bioinformatic processing of sequencing reads down to the final statistical evaluations. After the course, the participants will be able to 1) understand the concept, potential and limitation of microbial NGS applications 2) analyze metabarcoding data to obtain meaningful information 3) use multivariate statistical methods evaluate and visualize microbial community data 4) make informed decisions on best practices for their own data				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some background in microbial ecology and understand the basics of next-generation sequencing techniques as a tool to study microbes in the environment. Participants that are not familiar with these topics are encouraged to take the course unit «The Microbiome of the Plant-Soil System: Part I» as preparatory class (mandatory for master students). No programming or scripting expertise is required, but some basic experience with using command line applications is of advantage since not all the basics can be thoroughly covered in that short amount of time. However, some basic introduction to UNIX-based command line applications will be provided on the first day. All hands-on exercises will be run on UNIX-environments (Linux, Mac) and participants are expected to bring their own UNIX-based laptop (please consult your IT representative if necessary). All statistical analyses will be run in R using RStudio (any operating system). Participants should have installed the following software packages on their computers: Miniconda, R and RStudio, all other software tools will be installed on site using the Miniconda package manager.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-1646-00L</b>	<b>Carbon and Nutrient Cycling under Global Change</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Hagedorn, T. Crowther, S. Dötterl</b>
Kurzbeschreibung	The course covers the pools and fluxes of carbon and nutrients across various types of ecosystems and landscapes and how they are affected by changing climate and land-use. Specifically, the course explores carbon and nutrient cycling: (i) in vegetation and soils at the plot to global scale; (ii) the role of soil properties as controls; and (iii) the effects of climate change and land management.				
Lernziel	The participants learn to identify, analyze and propose solutions for problems and research questions associated with land management and climate change effects on carbon and nutrient cycling in various ecosystems and landscapes. A variety of experimental data will be presented from stemming from ongoing research projects of the involved lecturers. Analyses of this data encompasses a range of statistical approaches which are widely used in environmental research.				
Inhalt	After short thematic introductions, the participants will work in small groups on the following topics:				
	Part 1 Pools and fluxes of carbon and nutrients in terrestrial ecosystems across Switzerland				
	o Carbon and nutrient cycles from the plot to national scale				
	o Impacts of land use change on biomass and soil carbon				
	o Effects of soil warming and drought on biogeochemical cycles				
	Part 2: Tropical land use change: Geomorphic cascades, soil degradation, soil weathering				
	o Weathering and geochemistry as controls on carbon and nutrient cycles				
	o Feedbacks between soil development, soil transport and soil loss for carbon cycling				
	o Patterns and consequences of disturbance for soil landscapes in the fast changing African Tropics				
	Part 3: Global biogeochemical cycles and climate change				
	o Global biogeochemical cycles and impacts on climate				
	o Carbon cycle feedbacks to climate change				
	o Changes in global nutrient balance				
	The participants will work on specific projects which includes the evaluation and interpretation of data as well as the preparation of a presentation either as a poster, report or a talk.				
Literatur	Biogeochemistry - An Analysis of Global Change <a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry">https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Apart from a background in terrestrial ecosystems, the participants must have basic knowledge in soil sciences, plant nutrition, and biogeochemical cycles.				
	The course will build on individual learning and interactive teaching. The format of the course is that the students work in small groups of 2 or 3 members on a small project in each of the three parts of the course. Introductory information will be given on the first day of the course and at the beginning of each part. For structuring the projects, homework will be given from week to week. Each group will do a poster presentation (end of part 1), a short report (end of part 2) and an oral presentation (end of part 3) on their respective subjects. Active participation at all contact hours is compulsory for all students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

## ►► Safety and Quality in Agri-Food Chain

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-1652-00L	<b>Food Security - From the Global to the Local Dimension</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Sonneveld, D. Barjolle</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Participants are selected after an application process. Information regarding the application processes will be given at the first information event on 21th February 2024 (17:15-18:00), room tba.</i></p> <p>Food security, environmental health and quality, livelihoods and social well-being represent key outcomes of sustainable food systems. Achieving global food security is an important element of the UN Agenda 2030 and its Sustainable Development Goals.</p>				



Lernziel	<p>This year, the focus of the course will be on how the concept of true cost accounting for food contributes to more sustainable food system and its impact on food and nutrition security. FAO currently works intensively on "true cost of food" as both the State of Food and Agriculture (SOFA) Report 2023 and 2024 will be on true cost of food. Furthermore, we will link the topic to an ongoing research Sinergia research project (<a href="https://e4s.center/resources/projects/true-cost-of-food/">https://e4s.center/resources/projects/true-cost-of-food/</a>) and an ongoing case study for Switzerland to be published in the SOFA report 2024, under the lead of FiBL (Adrian Müller).</p> <p>The participants of the course will explore the true cost accounting for food and its impact on food system transformation and on food and nutrition security. Food production and consumption has multiple impacts across the entire food system. These can be positive such as the provision of food for a growing population, income for farming households and other actors across the food system. Often, they also negative, such as land use change, the emission of greenhouse gases, the spread of antibiotic resistance, the degradation of soil, pollution of river or ground water and the rise of obesity and the spread of disease. These damages are very rarely reflected in the price of food. Those "hidden" costs are covered through taxes, health care costs, pollution clean-up, water rates, as well as deferred costs including emissions causing climate change which will have to be paid for by subsequent generations.</p> <p>The aim of the course is to learn, discuss and reflect, both based on conceptual level as well using concrete cases, about the concept of true cost accounting for food and how it can be used to sustainably transform food system and support food and nutrition security. Students will learn from inputs, papers, exchanges with experts at FAO and from science and policy as well as discussions in groups about the complexity of sustainable food systems and how true cost of food can support a transformation to more sustainable food systems. The students will discover and explore the concept of true cost accounting for food as well as a systemic approach to implement the evidence that it generates for adapting or introducing instruments, tools, strategies, and policies from local to global scale.</p>
Inhalt	<p>Core element of the course is a three-day workshop at FAO in Rome (03.04.-05.04.2024) in which students will exchange with experts from FAO and other Rome based agencies on different topic linked to food security and sustainable food systems with a focus on elements important for true cost and true value of food.</p> <p>The main outcomes of sustainable food systems are food and nutrition security, environmental quality and health, including the protection of natural resources and the mitigation of climate change impacts, decent livelihoods and social wellbeing. The concept of "Food systems" is key to understand the complex framework of actions to ensure food and nutrition security of present and future generations around the globe but also within local systems. Farmers and the related farming practices, food processors, logistics operators and retailers as well as the consumers themselves are among the key actors in any food system. Others are policy makers, public administration, research institutions, etc. Several methods and tools have been developed to assess sustainability and resilience of agriculture and food systems True cost of food is a concept which has gained in importance in recent years. In this course, you will learn more about the concept and the approach chosen by FAO to measure true cost and true value of food, globally and at national level.</p> <p>Availability, access, utilization and stability are generally recognized as the four dimensions of food security, combining (i) availability of food at a certain time and a certain place, (ii) individuals physical and monetary accessibility, (iii) appropriate use of the food to make sure it's healthy and of high quality and (iv) stability of the food system, especially regarding the economic, political and environmental conditions. The High Level Panel of Experts of the Committee for Food Security (CFS) recommends in their last report released in 2020 to acknowledge two further dimensions: agency, as the capacity (of individuals or groups) to make their own decisions about food production, processing, distribution and consumption, and their ability to participate in processes which shape food system policies and governance.</p> <p>Eradicating hunger and ensuring food security for all at any time is one of the key challenges of our society. The specific issues related to "food systems" will be at focus of this course. In desk research, discussions and by listening to experts, students will critically reflect and analyze the role of true cost and true value of food in supporting food security can be achieved, livelihoods improved, and natural resources conserved.</p> <p>In the course students will discuss and explore following three main aspects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) Exploring concepts, approaches and tools leading to a better and more holistic understanding of sustainable food systems, food and nutrition security, human and environmental health, livelihoods and social wellbeing;</li> <li>(ii) Reviewing and critical reflection of true cost and true value of food;</li> <li>(iii) Reflecting about the perspectives and roles of various food system actors such as farmers, processors, food industry, retailers, policy makers (both at national and local level), United-Nations Agencies like FAO, research institutions, and other players such as civil society, consumers on true cost and true value of food and how this concept supports sustainable food system transformation.</li> </ul>
Skript	<p>The course will not provide a script. We will share the presentations and other material available and compose a document of the material elaborated by the students during the workshop after the course.</p>
Literatur	<p>Material on the course will be shared on Moodle: link will follow</p> <p>We will share literature and information on moodle and expect the students to actively search for relevant information and share them with their colleagues.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The Lecture is held in English and accepts approx. 20 MSc-students from agricultural and environmental sciences.</p> <p>We plan a visit to Rome and FAO, meeting with experts from FAO, and eventually other organizations such as e.g. IFAD to allow for lively discussions in the week after Easter (no classes) from 03.04.-05.04.2024.</p> <p>The main part of the course are discussions and interactions with experts and within students' small groups to learn together about "true cost accounting of food" as a tool to build sustainable food systems by contributing to the achievement of the SDGs and global food and nutrition security. There is a 3-day workshop planned in Rome at FAO which will take place in the week after Easter (03.-05.04.2024). This workshop will be co-organized with the Swiss Representation to FAO, IFAD and WFP in Rome and colleagues from the Rom-based agencies (FAO, IFAD and WFP). We expect the different students' groups to prepare for this workshop and activity contribute to the discussion.</p> <p>To inform and prepare the course, one first preparatory event on 21th February 2024 (17:15-18:00) at LEE C114 will be organized.</p> <p>On that day, we will present details of the course its objectives, the content, desired outputs, logistics and the involvement and deliverables we expect from the participants. Student semester performance includes active participation in all lectures (online and physical at ETH) and during the workshop, as well as a written group paper due in June 2024. Interested students have then one week time to decide and apply to this learning journey. Participants will be selected based on a short questionnaire on their background and motivation.</p>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
Soziale Kompetenzen		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-4204-01L</b>	<b>Horticultural Science: Case Studies</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Näf, A. Bühlmann, C. Carlen, M. Lutz, K. Mackie-Haas</b>
Kurzbeschreibung	Aspekte von vier Spezialkulturwertschöpfungsketten werden in je 3 Lektionen behandelt. Wissensvermittlungsblöcke werden mit einfachen Gruppenarbeiten aufgelockert. Die Studierenden teilen sich dann in 4 Gruppen, um eine Fallstudie zu bearbeiten. Deren Ergebnis wird auf einem Poster dokumentiert und an einem Abschlusskolloquium mit allen Studierenden vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	Erreichung eines vertieften Verständnisses ausgewählter Herausforderungen von Spezialkulturwertschöpfungsketten im Zusammenhang mit der Transformation von Lebensmittelsystemen und agrarökologischen Grundsätzen. Einschätzung von laufenden Arbeiten der Praxisforschung in diesem Zusammenhang. Teampräsentation eines wissenschaftlichen Posters, das die Ergebnisse der Fallstudie präsentiert.				
Inhalt	Die angesprochenen Spezialkulturen und Wertschöpfungsketten sind Obstbau, Gemüsebau, substratbasierte und geschützte Produktion sowie Weinbau. Die ausgewählten Themen befassen sich mit Herausforderungen in Bezug auf Aspekte der Transformation von Lebensmittelsystemen und mit Problemen, die mit agrarökologischen Grundsätzen in Konflikt stehen und in laufenden angewandten Forschungs- und Entwicklungsprojekten behandelt werden.				
Skript	Präsentationen, die während der Vorlesungen gehalten wurden. Zitierte Referenzen und andere Dokumente, die während Gruppenarbeiten zur Verfügung gestellt wurden.				
Literatur	Von den Dozierenden zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Grundkenntnissen auf, die im Bachelorkurs "Hortikultur" vermittelt werden. Falls dieser Kurs nicht besucht worden ist, werden analoge Kenntnisse und Erfahrungen eine erfolgreiche und produktive Teilnahme an diesem Kurs stark unterstützen. Sprache: Englisch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
Soziale Kompetenzen		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-4902-00L</b>	<b>Modern Pesticides - Mode of Action, Residues and Environmental Fate</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Poiger, M. E. Balmer, I. J. Bürge</b>
Kurzbeschreibung	The biochemical principles of the mode of action of current use plant protection products (PPP) are presented. Important topics are mechanisms for selectivity, development of resistance, residue formation in crops and food safety as well as behavior in the environment.				
Lernziel	The structures and modes of action of current use pesticides (synthetical compounds, natural compounds) are presented. The structure-activity relationships lead to considerations of actual use conditions in crops such as fungicides in viticulture, residues in edible parts of treated plants, possible side effects and environmental fate.				
Inhalt	After a short introduction on pesticide registration (administrative process as in Switzerland and EC, food safety), the biochemical background of the mode of action of important groups of current use PPP active ingredients is presented. Furthermore, selectivity of pesticides, leaching of herbicides to groundwater, accumulation of pesticides in soil, development of resistance of fungicides, formation of residues in edible parts of the crops, and side-effects on non-target organisms shall be covered.				
Skript	An e-script (pdf-files) is provided as download at the beginning of spring term.				
Literatur	none				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>752-1202-00L</b>	<b>Food Safety and Quality Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Gude</b>
Kurzbeschreibung	The course procures the general rules of a quality management system and its application in the food chain to guarantee food safety. Therefore the HACCP concept will be touched in relation to risk management and risk assessment. Furthermore the origin of limits as well as the analytical proof will be highlighted. Finally general principles of laboratory testing will be discussed.				
Lernziel	Comprehensive knowledge to take over the responsibility for and organisation of quality assurance in a food processing environment. Awareness of the impact of legal, economic, cultural, and consumer related factors on the food system are known. Identification of major challenges in the agro-food-health chain can be identified				
Inhalt	The following topics are discussed Definition of (Food) Quality TQM/quality management Q.A in the food chain (manufacturer/retail) Food Quality, -Safety (also give by examples) Food Limits - origin of and how to get them HACCP introduction, risk management, -assessment Self control concepts GFSI/Standards BRC, IFS, ISO Statistical Process Control Risk Assessments on examples for biological and chemical hazards will be discussed				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
<b>752-4010-00L</b>	<b>Problems and Solutions in Food Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp, M. Schmelcher</b>
	<i>Prerequisites: It is essential to have a basic knowledge in General Microbiology and Food Microbiology. If students have not taken appropriate courses, it is strongly recommended to consult with the lecturer before attending this seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	A journal-club style seminar, in which preselected recent scientific articles are analyzed, presented and discussed by students. The relevant topics are selected from the wider area of food microbiology, including fundamental and applied disciplines. Students learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Lernziel	Students will learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Inhalt	Several pre-selected, recently published papers will be up for selection by the students. All papers were selected from recent literature and reflect the wider area of food microbiology, including fundamental research (molecular biology, genetics, biochemistry) and applied disciplines (diagnostics, control, epidemiology). Groups of 2 students each will pick a paper for in-depth analysis (mostly work done at home and/or library) and presentation to the other students.				
Skript	No script needed. Pre-selected papers will be assigned to student groups in the kick-off meeting (first lecture); PDF copies will be available to all students.				
Literatur	No specific books needed. Access to a library and web-based literature search is required.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teamwork in small groups of 2 students				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
Kreatives Denken		gefördert			
Kritisches Denken		geprüft			
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>752-3024-00L</b>	<b>Hygienic Design</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Riedl</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course Hygienic Design covers the special requirements in the design of equipment and components used in food production. Material science and surface treatments are as important as the cleaning mechanisms of these surfaces. Explanations of basic design requirements in food production areas, as well as the relevant regulations associated, are covered in this course.				
Lernziel	To identify and evaluate hazards of food safety which can come from the equipment used in the food processing. Understanding of the most important design principles for easy cleaning of machinery and equipment.				
<b>751-5500-00L</b>	<b>Simulations, Sensors and Data in Agri-Food Supply Chains for Sustainable Nutrition</b>	<b>W+</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>T. Defraeye</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with knowledge and skills on how to apply physics-based simulations, sensing and data analytics in the supply chain of horticultural crops. The targets are to use these technologies to better preserve food quality, extend shelf life and reduce food waste and the carbon footprint to sustainably provide accessible, affordable, appealing and nutritious food for the world.				
Lernziel	The course targets the postharvest part of the supply chain, as products pass through pre-cooling facilities, refrigerated containers and trucks, and cold storage facilities, before arriving at the retailer and consumer. We target supply chains of both domestic and tropical horticultural crops, including apple, citrus, mangoes, and berries. In addition, other applications in agri-food chains are highlighted, such as preharvest sensing and monitoring for horticultural crops, as well as physics-based simulations, sensing and data analytics in supply chains of foods. We also link to foods of animal origin (meat or milk).				
	In the course, we target innovative solutions that are enabled by the augmented insight that simulations and sensing provide with respect to the biophysical processes driving food decay in the cold chain. The course focuses on digital tools for the agri-food chain, such as digital twins, food simulants, data analytics, data science, and sensors.				
	A key objective is to gain specialized knowledge in order to:				
	- Identify which postharvest practices are most suitable for a certain produce and supply chain (e.g., dynamic controlled atmosphere, modified atmosphere packaging, ethylene scrubbing, passive evaporative cooling) for developed and developing countries				
	- Identify which heat and mass transfer processes (e.g., conduction, convection, radiation, respiration, evaporation) play a key role for a certain produce and supply chain				
	- Identify which state-of-the-art sensing technology is most optimal for a certain produce and supply chain (e.g., wireless communication, blockchain technology, and biophysical twins)				
	- Assess if a physics-based model and simulation is built up according to best practices, and if the reported results are realistic				
	- Understand the link of the cooling process to the evolution of food quality attributes				
	- Understand the role and impact of descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive data analytics for food supply chains				
	Another key objective is to acquire skills in order to:				
	- Assess the quality of multiphysics simulations of food cooling processes				
	- Assess food cooling processes with several types of sensors				
	- Calculate food shelf-life by experiments and kinetic-rate-law modeling				

Inhalt	The course is built up of interactive lectures and an excursion. The student learns to apply this knowledge to evaluate postharvest problems and develop solution strategies. We also review upcoming national and international startups and companies in these fields throughout the course.				
	The content is as follows:				
	1. Introduction to the postharvest value chain				
	2. Postharvest quality and losses				
	3. Bio-environmental heat and mass transfer				
	4. Sensors & food simulants				
	5. Basics & best practice of physics-based simulations				
	6. Current and emerging postharvest technologies				
	7. Showcase sessions on physics-based simulation and software and sensors types				
	8. Data acquisition, data analytics and data storytelling for food supply chains				
	9. Food waste and environmental impact in food supply chains and link to nutrition and human health				
	10. Excursion				
Skript	Handouts of the slides will be provided				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kundenorientierung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>751-7800-00L</b>	<b>Quality of Products of Animal Origin</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova</b>
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality				
	- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool				
	- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality				
	- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)				
	- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)				
	- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)				
	- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				
Inhalt	National waste management				
	Waste as a resource				
	Circular Economy				
	Assessment tools for waste management strategies				
	Plastic recycling				
	Organic Wastes in Switzerland				
	Anaerobic Digestion & Biogas				
	Composting process technologies				
	Organic Waste Hygiene				
	Product Quality & Use				
Waste Economy and environmental aspects					

Skript	Handouts Exercises based on literature
Literatur	Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. <i>Journal of Industrial Ecology</i> 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. <i>Environmental and Sustainability Indicators</i> Volumes 1–2, September 2019, 100005.  More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> )
Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature

<b>752-3200-00L</b>	<b>Sustainable Food Processing</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Mathys</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an overview of the holistic approach in sustainable food processing via the consideration of the total value chain. Sustainability assessment as emerging tool in food process development will be introduced.				
Lernziel	Understanding of the fundamental knowledge, the interdisciplinary connections and tools of Sustainable Food Processing to enable system oriented thinking, including their need in society and their environmental, economic and social impact. Understanding of food production concepts for biomass and energy use efficiency, significant waste reduction along the food value chain as well as healthy and high quality food production. Awareness of future trends in sustainable food processing.				
Inhalt	Sustainability analysis and life cycle assessment in food research and production Emerging combined processes based on mechanical, thermal and non-thermal techniques Novel protein sources Algae and insect biorefineries in urban environment Industry projects and experience in the presented topics				
Literatur	International Reference Life Cycle Data System ILCD handbook ,developed by the Institute for Environment and Sustainability in the European Commission Joint Research Centre (JRC). <a href="http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC48157">http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC48157</a>  Aganovic K., Smetana S., Grauwet T., Toepfl S., Mathys A., Van Loey A. & Heinz V. (2017).Pilot scale thermal and alternative pasteurization of tomato and watermelon juice: An energy comparison and life cycle assessment. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 141, 514–525.  Chaudhary, A., Gustafson, D., & Mathys, A. (2018). Multi-indicator sustainability assessment of global food systems. <i>Nature communications</i> , 9(1), 848.  Chen C., Chaudhary A. & Mathys A. (2019). Swiss Food Sustainability Analysis sing Nutritional, Human Health and Environmental Indicators. <i>Nutrients</i> , 11(4), 856.  Margni, M., and Curran, M. (2012). "Life cycle Impact Assessment." In <i>Life Cycle Assessment Handbook : A Guide for Environmentally Sustainable Products</i> , John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.  Frischknecht, R.; Jungbluth, N.; Althaus, H.-J.; Doka, G., Dones, R.; Heck, T.; Hellweg, S.; Hischier R.; Nemecek, T.; Rebitzer, G.; Spielmann, M. (2005): The ecoinvent Database: Overview and Methodological Framework. In: <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i> Volume 10, Issue 1, 2005, 3-9, doi:10.1065/lca2004.10.181.1  Smetana, S., Mathys, A., Knoch, A., and Heinz, V. (2015). Meat alternatives: life cycle assessment of most known meat substitutes. <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i> 20(9), 1254-1267.  Smetana, S., Schmitt, E., & Mathys, A. (2019). Sustainable use of <i>Hermetia illucens</i> insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment. <i>Resources, Conservation and Recycling</i> , 144, 285-296.  Valsasina L., Pizzol M., Smetana S., Georget E., Mathys A. & Heinz V. (2017).Life cycle assessment of emerging technologies: The case of milk ultra-high pressure homogenisation. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 142 (4), 2209–2217.  Trivedi, J., Aila, M., Bangwal, D. P., Kaul, S., & Garg, M. O. (2015). Algae based biorefinery—How to make sense?. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 47, 295-307.  Enzing, C., Ploeg, M., Barbosa, M., & Sijtsma, L. (2014). Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe. IPTS Institute for Prospective technological Studies, JRC, Seville.  Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security (No. 171). Food and agricultural organization of the United nations (FAO).  Ashley Green, Christoph Oliver Blattmann, Canxi Chen and Alexander Mathys. The role of alternative proteins and future foods in sustainable and contextually-adapted flexitarian diets. <i>Trends in Food Science &amp; Technology</i> , vol. 124, pp. 250-258  Ashley Green, Thomas Nemecek, Sergiy Smetana and Alexander Mathys. Reconciling regionally-explicit nutritional needs with environmental protection by means of nutritional life cycle assessment. <i>Journal of Cleaner Production</i> , vol. 312, pp. 127696  Christopher B. Barrett, et al. Bundling innovations to transform agri-food systems. <i>Nature Sustainability</i> , vol. 3: no. 12, pp. 974-976  Christopher B. Barrett, et al. <i>Socio-technical Innovation Bundles for Agri-food Systems Transformation</i> . Nature Sustainability, London: Nature Publishing Group, 2020				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ►► Sustainable Agricultural Development

*Der Minor Transdisciplinarity for Sustainable Development wurde auf das Studienjahr 22/23 überarbeitet und umbenannt. Die Lerneinheiten, welche bisher angeboten wurden, sind weiterhin im Minor Sustainable Agricultural Development angeboten.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1502-00L	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b> <i>Number of participants limited to 25. Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</i>	W+	7 KP	15P	M. Stauffacher, F. Knaus, B. Vienni Baptista
	<i>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</i>				
Kurzbeschreibung	This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society. In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne.				
Lernziel	Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.				
Inhalt	The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered. The following people coach and support the students in the 2024 case study: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)</li> <li>• Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)</li> </ul> During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller</li> </ul> Advisory group: We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).				
Voraussetzungen / Besonderes	First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab). If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.				
	Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch				
	Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"				
	The following parallel course is the perfect complement to the tdCS: 701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools" Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
701-0998-00L	<b>Environmental and Human Health Risk Assessment of W Chemicals</b>		3 KP	3G	M. Scheringer, B. Escher
Kurzbeschreibung	Anwendungen der Methoden zur Produktisikobewertung für Mensch und Umwelt gemäss EU-Leitfäden; Gefährdung und Risiko; Expositions- und Effektanalyse am Beispiel verschiedener Chemikalien. Abschätzung fehlender Stoffeigenschaften (QSAR-Methoden); Diskussion der Bewertungsmethoden; Vorstellung alternativer Methoden zur Risikobewertung von Chemikalien				

Lernziel	Kenntnis der Methoden der Risikobewertung (Umwelt und menschliche Gesundheit) für chemische Produkte und ihrer Möglichkeiten und Grenzen; Diskussion neuer Ansätze zur Risikobewertung: 1. Vermittlung des politischen und rechtlichen Zusammenhangs, in dem die Bewertung chemischer Produkte stattfindet, mit besonderem Fokus auf REACH (Chemikaliengesetzgebung der EU) 2. Vermittlung der Bewertungsverfahren und der benötigten Methoden zur Abschätzung von Emission, Exposition von Mensch und Umwelt sowie toxischen Wirkungen. Umgang mit Datenlücken und Unsicherheit, Bewertung der Resultate.		
Inhalt	Regulatory methods for environmental risk assessment of chemicals (industrial chemicals, pesticides, pharmaceuticals), European regulation REACH, Swiss regulations, international approaches - Human vs. environmental risk assessment - Classification and labelling of chemicals - PBT assessment (persistence, bioaccumulation, toxicity) - Exposure analysis: emission patterns, multimedia fate and transport models for quantifying environmental exposure, Long range transport and persistence, predicted and measured exposure concentration for the environment and humans - Effect analysis: estimation of hazard potential for ecotoxicity and human health, extrapolation methods, classification of chemicals according to modes of toxic action, predictive models (QSAR) - Risk assessment methods (deterministic vs. probabilistic), risk assessment vs. hazard assessment, risk management - uncertainty and sensitivity analyses, precautionary principle - Environmental Quality Assessment (water, sediment, biota), Water Framework Directive) - New methods in environmental risk assessment: mixtures, temporally and spatially explicit risk assessment		
Skript	Es werden Kopien der Folien und weiteres Material verteilt.		
Literatur	- Van Leeuwen, C.J., Vermeire, T. (Eds.) (2007) Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar. - Hungerbühler, K., Boucher, J., Pereira, C., Roiss, T., Scheringer, M. (2021) Chemical Products and Processes. Foundations of Environmentally Oriented Design. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar.		
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture and accompanying exercise where students conduct a comprehensive risk assessment for one selected chemical each according to the European regulation for industrial chemicals. The risk assessment will be presented in class and has to be compiled in a written technical report (Chemical dossier) that will be graded.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert

<b>751-5001-00L</b>	<b>Agroecologists without Borders</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>4S</b>	<b>K. Benabderrazik, M. Grant, J. Six</b>
Kurzbeschreibung	Students will focus on ways to reach out to a wider public the complexity of science. Sub-topics like the role of socially engaged art, political ecologies, and decolonial food systems will be explored in the lecture. Students will be encouraged to develop critical thinking on the connections between water, sanitation, food security and ways to sustainably improve food systems resilience.				
Lernziel	(1) Students analyze one concrete example of an agricultural research project. (2) Students broaden their understanding of environmental and socio-economic challenges. (3) Engage with positive and empowering frameworks that motivate critical reflection and action on the types of transformative responses needed within agricultural and food systems. (4) Students articulate complexity and challenges in agricultural development interventions. (5) Students develop science communication skills by producing science communication materials in the context of the given case study. (6) Students practice their project management skills.				
Inhalt	In the spring term 2024 - the case study will be on the Bishopstowe Agroecology Living Lab (BALL) in South Africa. The case study is part of the ongoing research project "RUNRES – The rural-urban nexus: Establishing a nutrient loop to improve city region food systems resilience". The BALL consists of three components deemed critic: First, it is place-based community-led living lab which allows space for learning by doing al in addressing agroecology transition and food system transformation.and observation learning on all the 10 agroecology principles in one place. Second, it has a research infrastructure component which creates a space a participatory and on-farm scientific research and experimentation. For instance, the scientific experiments will be around circular economy principles. Third, it has an agroecology curriculum which will include short courses covering all the 10 principles of agroecology. Throughout the class, students will gain insights on ways to make science accessible and reachable for various stakeholders of the community. To facilitate community understanding of the role of the Living Lab, a science communication package will be developed in collaboration with students and scholars from the University of KwaZulu Natal.				
Literatur	Gliessman, S.R., Méndez, V.E., Izzo, V.M., & Engles, E.W. (2022). Agroecology: Leading the Transformation to a Just and Sustainable Food System (4th ed.). CRC Press. <a href="https://doi.org/10.1201/9781003304043">https://doi.org/10.1201/9781003304043</a>  Foster, J.B. (1999). Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology. The American Journal of Sociology, vol 105(2). Oo. 366-405. <a href="https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Marxs-Theory-of-Metabolic-Rift.pdf">https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Marxs-Theory-of-Metabolic-Rift.pdf</a>  Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikainen, J., Saikku, L., Schosler, H. (2015). Transition towards circular economy in the food system. Sustainability, 8, 69. <a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/69">https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/69</a>  Wilde, B.C.; Lieberherr, E.; Okem, A.E.; Six, J. Nitrified Human Urine as a Sustainable and Socially Acceptable Fertilizer: An Analysis of Consumer Acceptance in Msunduzi, South Africa. Sustainability 2019, 11, 2456. <a href="https://doi.org/10.3390/su11092456">https://doi.org/10.3390/su11092456</a>				

Voraussetzungen / Besonderes	Students signing up for this class should have a strong interest in environment, agricultural challenges and science communication.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
				geprüft	
<b>751-1000-00L</b>	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4U</b>	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter,</b> H. Adelmann, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig- Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin
Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.				
Lernziel	Die Studierenden - arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin; - präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht; - reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.  Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung		gefördert	
		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				



Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>• the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>• the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>• the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>• empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>																																													
Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>																																													
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.																																													
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.																																													
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project.</p> <p>Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.</p>																																													
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																												
	Verfahren und Technologien	geprüft																																												
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																												
	Entscheidungsfindung	geprüft																																												
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																												
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																												
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																												
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft																																												
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																												
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																												
	Kreatives Denken	gefördert																																												
	Kritisches Denken	geprüft																																												
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																												
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																												
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																												

<b>751-1652-00L</b>	<b>Food Security - From the Global to the Local Dimension ■</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Sonneveld, D. Barjolle</b>
	<i>Participants are selected after an application process. Information regarding the application processes will be given at the first information event on 21th February 2024 (17:15-18:00), room tba.</i>				
Kurzbeschreibung	Food security, environmental health and quality, livelihoods and social well-being represent key outcomes of sustainable food systems. Achieving global food security is an important element of the UN Agenda 2030 and its Sustainable Development Goals.				
Lernziel	<p>This year, the focus of the course will be on how the concept of true cost accounting for food contributes to more sustainable food system and its impact on food and nutrition security. FAO currently works intensively on "true cost of food" as both the State of Food and Agriculture (SOFA) Report 2023 and 2024 will be on true cost of food. Furthermore, we will link the topic to an ongoing research Sinergia research project (<a href="https://e4s.center/resources/projects/true-cost-of-food/">https://e4s.center/resources/projects/true-cost-of-food/</a>) and an ongoing case study for Switzerland to be published in the SOFA report 2024, under the lead of FiBL (Adrian Müller).</p> <p>The participants of the course will explore the true cost accounting for food and its impact on food system transformation and on food and nutrition security. Food production and consumption has multiple impacts across the entire food system. These can be positive such as the provision of food for a growing population, income for farming households and other actors across the food system. Often, they also negative, such as land use change, the emission of greenhouse gases, the spread of antibiotic resistance, the degradation of soil, pollution of river or ground water and the rise of obesity and the spread of disease. These damages are very rarely reflected in the price of food. Those "hidden" costs are covered through taxes, health care costs, pollution clean-up, water rates, as well as deferred costs including emissions causing climate change which will have to be paid for by subsequent generations.</p> <p>The aim of the course is to learn, discuss and reflect, both based on conceptual level as well using concrete cases, about the concept of true cost accounting for food and how it can be used to sustainably transform food system and support food and nutrition security. Students will learn from inputs, papers, exchanges with experts at FAO and from science and policy as well as discussions in groups about the complexity of sustainable food systems and how true cost of food can support a transformation to more sustainable food systems. The students will discover and explore the concept of true cost accounting for food as well as a systemic approach to implement the evidence that it generates for adapting or introducing instruments, tools, strategies, and policies from local to global scale.</p>				

Inhalt	<p>Core element of the course is a three-day workshop at FAO in Rome (03.04.-05.04.2024) in which students will exchange with experts from FAO and other Rome based agencies on different topic linked to food security and sustainable food systems with a focus on elements important for true cost and true value of food.</p> <p>The main outcomes of sustainable food systems are food and nutrition security, environmental quality and health, including the protection of natural resources and the mitigation of climate change impacts, decent livelihoods and social wellbeing. The concept of "Food systems" is key to understand the complex framework of actions to ensure food and nutrition security of present and future generations around the globe but also within local systems. Farmers and the related farming practices, food processors, logistics operators and retailers as well as the consumers themselves are among the key actors in any food system. Others are policy makers, public administration, research institutions, etc. Several methods and tools have been developed to assess sustainability and resilience of agriculture and food systems True cost of food is a concept which has gained in importance in recent years. In this course, you will learn more about the concept and the approach chosen by FAO to measure true cost and true value of food, globally and at national level.</p> <p>Availability, access, utilization and stability are generally recognized as the four dimensions of food security, combining (i) availability of food at a certain time and a certain place, (ii) individuals physical and monetary accessibility, (iii) appropriate use of the food to make sure it's healthy and of high quality and (iv) stability of the food system, especially regarding the economic, political and environmental conditions. The High Level Panel of Experts of the Committee for Food Security (CFS) recommends in their last report released in 2020 to acknowledge two further dimensions: agency, as the capacity (of individuals or groups) to make their own decisions about food production, processing, distribution and consumption, and their ability to participate in processes which shape food system policies and governance.</p> <p>Eradicating hunger and ensuring food security for all at any time is one of the key challenges of our society. The specific issues related to "food systems" will be at focus of this course. In desk research, discussions and by listening to experts, students will critically reflect and analyze the role of true cost and true value of food in supporting food security can be achieved, livelihoods improved, and natural resources conserved.</p> <p>In the course students will discuss and explore following three main aspects:</p> <p>(i) Exploring concepts, approaches and tools leading to a better and more holistic understanding of sustainable food systems, food and nutrition security, human and environmental health, livelihoods and social wellbeing;</p> <p>(ii) Reviewing and critical reflection of true cost and true value of food;</p> <p>(iii) Reflecting about the perspectives and roles of various food system actors such as farmers, processors, food industry, retailers, policy makers (both at national and local level), United-Nations Agencies like FAO, research institutions, and other players such as civil society, consumers on true cost and true value of food and how this concept supports sustainable food system transformation.</p>				
Skript	<p>The course will not provide a script. We will share the presentations and other material available and compose a document of the material elaborated by the students during the workshop after the course.</p>				
Literatur	<p>Material on the course will be shared on Moodle: link will follow</p> <p>We will share literature and information on moodle and expect the students to actively search for relevant information and share them with their colleagues.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The Lecture is held in English and accepts approx. 20 MSc-students from agricultural and environmental sciences.</p> <p>We plan a visit to Rome and FAO, meeting with experts from FAO, and eventually other organizations such as e.g. IFAD to allow for lively discussions in the week after Easter (no classes) from 03.04.-05.04.2024.</p> <p>The main part of the course are discussions and interactions with experts and within students' small groups to learn together about "true cost accounting of food" as a tool to build sustainable food systems by contributing to the achievement of the SDGs and global food and nutrition security. There is a 3-day workshop planned in Rome at FAO which will take place in the week after Easter (03.-05.04.2024). This workshop will be co-organized with the Swiss Representation to FAO, IFAD and WFP in Rome and colleagues from the Rom-based agencies (FAO, IFAD and WFP). We expect the different students' groups to prepare for this workshop and activity contribute to the discussion.</p> <p>To inform and prepare the course, one first preparatory event on 21th February 2024 (17:15-18:00) at LEE C114 will be organized.</p> <p>On that day, we will present details of the course its objectives, the content, desired outputs, logistics and the involvement and deliverables we expect from the participants. Student semester performance includes active participation in all lectures (online and physical at ETH) and during the workshop, as well as a written group paper due in June 2024. Interested students have then one week time to decide and apply to this learning journey. Participants will be selected based on a short questionnaire on their background and motivation.</p>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p>		
701-1580-00L	<p><b>Environmental and Agricultural Regulation: Law and Governance</b></p> <p><i>After 01.03.2024 no registration possible.</i></p> <p><i>Target group and waiting list will be invited to the mandatory introduction on 04.03.2024.</i></p>	W	3 KP	1V	R. Norer, S. Hug
Kurzbeschreibung	<p>This course first introduces the students to the main features of international environmental law (actors, sources, key concepts, governance structures and institutional frameworks) and gives an overview of its foundational principles and objectives. In addition, particular subject matters such as climate change, flora, fauna and biodiversity and agricultural regulations will be looked at.</p>				
Lernziel	<p>The aim of this course is to make students with a technical scientific background aware of the legal and political context of international environmental and agricultural policy and to give them an understanding of the legal framework surrounding environmental protection and agriculture.</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-1030-00L	<b>Master-Arbeit ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	O	30 KP	64D	Dozent/innen
	<i>Vor dem Belegen muss das Anmeldeformular für die Master-Arbeit im Studiensekretariat abgegeben und von der Departementskonferenz genehmigt worden sein.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit ist eine selbständige wissenschaftliche Arbeit. Das Thema wird in der Regel im Fachgebiet der Vertiefung gewählt. Sie wird von einer Professorin/einem Professor der Studienrichtung Agrarwissenschaft geleitet.				
Lernziel	Selbständiges Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	

### ► Ergänzendes Lehrangebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-9100-00L	<b>LERNfeld – lernen für die Zukunft: Biodiversität und Klimawandel im Kontext der Landwirtschaft</b>	Z Dr	2 KP	4G	S. Keller
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden begleiten Schulklassen (5. Primar- bis zur Maturitätsstufe) auf einen Bauernhof und leiten Lernaktivitäten an. Sie vermitteln Jugendlichen das Interesse am Forschen, und sie zeigen verschiedene Aspekte der Biodiversität und des Klimawandels im Kontext der Landwirtschaft auf.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können mit verschiedenen Akteur:innen (Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern, Bäuerinnen und Bauern) zielgruppengerecht kommunizieren. Sie sind in der Lage, selbständig Schülerinnen und Schüler bei der Umsetzung von forschenden Lernaktivitäten anzuleiten, die Lehrpersonen fachlich zu unterstützen, sowie die von der Klasse erhobenen Daten im grösseren Kontext von Klimawandel und Biodiversität zu interpretieren und zu diskutieren.				
Inhalt	Der Besuch des Einführungskurses ist obligatorisch, danach sind die Teilnehmenden während ungefähr 8-10 Halbtagen selbständig mit Schulklassen und deren Lehrperson unterwegs. Die Einsätze werden durch eine Koordinationsstelle organisiert.				
	Teilnehmende erhalten nach Abschluss ein Zertifikat.				
	Info auf <a href="http://www.globe-swiss.ch/de/Angebote/Landwirtschaft/Akteure/Forschung/">http://www.globe-swiss.ch/de/Angebote/Landwirtschaft/Akteure/Forschung/</a>				
	Bei Fragen: <a href="mailto:lernfeld@usys.ethz.ch">lernfeld@usys.ethz.ch</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Teilnahme sind sehr gute Deutschkenntnisse.				
	Mit dem Einschreiben in eine Gruppe im Moodle-Kurs bis spätestens Semesterbeginn 19.2.2024 werden Sie Teil des LERNfeld-Jungforschenden-Teams und verpflichten sich, als Jungforschende:r mitzuwirken.				
	Die Einsätze mit den Schulklassen finden vorwiegend während der Schulzeit zwischen den Frühlings- und Sommerferien statt (ca. Anfang April - Anfang Juli). Es gibt auch regelmässig Anfragen von Lehrpersonen für Einsätze nach den Sommerferien (Ende August - Anfang Oktober). Teilnehmende können ihre Einsätze auch ausserhalb des regulären Studiensemesters leisten.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert	

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-6102-AAL	<b>Anatomy and Physiology of Humans and Animals I+II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	2 KP	4R	S. E. Ulbrich

	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>			
Kurzbeschreibung	Imparts a basic understanding of physiology and anatomy in man and domestic animals, focusing on the interrelations between morphology and function of the organism, in particular of domestic animals. This is fostered by discussing all subjects from a functional point of view. The lecture consists of two consecutive parts.			
Lernziel	The course enables students to describe basic knowledge of human and animal anatomy and physiology, to understand basic functions of the organism, to understand connections between morphology and function of organ systems, to describe the development of organ systems and to be able to understand pathophysiological connections.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert
<b>751-7002-AAL</b>	<b>Basics in Animal Nutrition</b>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>			
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>			
Kurzbeschreibung	This course builds on "Nutritional Science" by translating the information on nutrition to individual farm animal species and purposes. The emphasis is on the principles of utilisation of and requirements for energy and nutrients and the resulting feed evaluation systems as applied for the relevant forms of livestock nutrition (cattle, pig, poultry).			
Lernziel	Attending the course allows the students to explain the most important basic relationships of nutrition and digestion and energy metabolism. They are able to name and apply the range of feedstuffs. They are able to derive the requirements of the most important farm animals. By means of a series of exercises, they are taught how to apply the knowledge to concrete tasks in the field of animal nutrition.			
Inhalt	Turnover and utilisation of nutrients and energy in the animal (definition of terms, turnover in the animal body, balances, utilisation). Feed evaluation in cattle, pigs and poultry (energetic feed evaluation, evaluation of nitrogenous feed substance) Nutrition of cattle, pigs and poultry (basics of feeding, physiological characteristics, demand and demand coverage, feeding standards, ration design) Feed science (individual feedstuffs, farm-produced feed)			
Skript	Script is available and can be obtained by moodle at the start of the lecture.			
Literatur	A detailed bibliography is included in the script.			
Voraussetzungen / Besonderes	Calculation exercises are part of the course. A calculator is required for this.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
		Verfahren und Technologien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
<b>751-3401-AAL</b>	<b>Plant Nutrition I</b>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>			
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>			
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to present the processes controlling the uptake and transport of nutrients by the plant, the assimilation of nutrients in the plant, the effect of nutrients on crop yield and quality, and the role of the soil as a source of nutrients for crops.			
Lernziel	Remembering: Students will recall how mineral nutrients are absorbed through roots, transported within plants, and assimilated and how nutrients are released from soil. Understanding: Students will explain the roles of these nutrients in plants. Applying: Students will demonstrate the significance of nutrients for yield formation and crop product quality. Analyzing: Students will differentiate between the effects of various nutrients on yield formation and crop product quality. Evaluating: Students will assess the impact of different nutrient levels on the yield and quality of crops. Creating: Students should be able to design fertilization plans suitable for field crops growing under Swiss conditions. (these learning objectives were formulated with the support of Microsoft copilot)			
Inhalt	A general introduction explains the needs of appropriately managing nutrients in plant production. Afterwards, we will study the physiology of plant nutrition (nutrient uptake by roots; nutrient transports in the plant; physiological roles of nutrients in the plant). Then the role of nutrients for yield formation and their effects on crop quality is dealt with.			
Skript	<a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants">https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants</a>			
Literatur	Chapter 1 - Introduction, Definition and Classification of Nutrients Chapter 2 - Ion Uptake Mechanisms of Individual Cells and Roots: Short-distance Transport Chapter 3 - Long-distance Transport in the Xylem and Phloem Chapter 5 - Mineral Nutrition, Yield and Source-Sink Relationships Chapter 6 - Functions of Macronutrients Chapter 7 - Function of Nutrients: Micronutrients Chapter 9 - Nutrition and Quality Chapter 12 - Nutrient Availability in Soils Chapter 14 - Rhizosphere Chemistry in Relation to Plant Nutrition Chapter 16 - Nitrogen Fixation <a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants">https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants</a>			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert
<b>751-4107-AAL</b>	<b>Introduction to Crop and Forage Production</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E- 2 KP 4R</b>	<b>A. Walter, N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an introduction into crop and forage sciences - with a focus on sustainable management methods.		
Lernziel	The students know the basic processes and management methods of arable and forage production in Switzerland and Central Europe. They know the most relevant arable crops. Students can assess the influence of environmental factors and management not only on individual plants, but also on meadow and pasture plant communities and on their yields. They understand the relevance of crop rotation measures and can make recommendations for the establishment of land management methods. The students are familiar with sustainable, climate-friendly and biodiversity-conserving or biodiversity-enhancing management measures and understand the value of species-rich vegetation for the provision of ecosystem services.		
Inhalt	The lecture is divided into two parts, i.e., Arable Crop and Forage Production, supervised by different lecturers.  The part 'Arable Crop Production' deals with the most relevant arable crops and with basic steps of arable field management such as soil tillage, sowing and plant protection. Effects on soil structure, different tillage measures for different crops as well as differences in the intensity of intervention in comparison of conventional and soil-conserving tillage (e.g. no-till) are explained. The most important differences between conventional, integrated and organic production are addressed. Special emphasis is placed on the establishment of crop rotations taking into account the farm context.  In the part 'Forage Production', important plant functional groups and representative plant species as well as different types of grassland systems, i.e., most important mixtures as well as natural plant communities in Central Europe are presented (sward assessment). Based on the ecophysiology of individual plants, the reactions of plant stands to changing environmental conditions are elaborated. Different types of management are presented (e.g. fertilisation, grazing, cutting) and their effects on stand composition and yields are discussed. Feedback mechanisms between environment and grassland systems are addressed. The role of biodiversity is addressed.		
Literatur	Available on moodle		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft
<b>751-6301-AAL</b>	<b>Animal Breeding</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E- 2 KP 4R</b>	<b>H. Pausch</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basics of animal breeding. Importance of animal production. Species of livestock and their products, performance recording, functional traits, genetic diversity, breeding goals. Qualitative and quantitative traits. Basic knowledge of breeding methods: genetic and environmental variation, heritability, genetic correlation, estimation of breeding values, selection, mating systems.		
Lernziel	Show the importance of animal production for Swiss and international agriculture. Name the livestock species, their products, systematic classification and breeding and production goals. Describe methods to measure animal performance (performance recording) and functional traits. Define the most important parameters and methods in animal breeding.		
Inhalt	Domestication, history of animal breeding. Definition, models of animal production, species of livestock, numbers, distribution. Genetic polymorphisms and their applications in animal breeding. Genetic diversity, breeds, production and breeding goals. Traits: performance, functional. Performance recording, herd replacement. Qualitative (monogenic) and quantitative (polygenic) traits, Mendelian genetics, quantitative genetics. Genetic and environmental variation, heritability, genetic correlation, selection, selection response.		
Skript	Transparencies and single chapters of textbook are made available on homepage.		
Literatur	Tierzucht (Willam/Simianer) UTB 3526 (2011) Additional literature to be announced in the lecture.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

### Agrarwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Applied Geophysics Master

## ► Period ETHZ

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4079-00L</b>	<b>Reflection Seismology Processing</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>6V+6U</b>	<b>D.-J. van Manen</b>
Kurzbeschreibung	Seismic data processing from field data to interpretation.				
Lernziel	Application of theoretical knowledge acquired in previous courses to the processing of a seismic data set and an extensive introduction to commercial processing software.				
Inhalt	Keywords: data conversion, amplitude reconstruction, filtering (in time and space), geometry assignment, static corrections, velocity analyses, normal-moveout (NMO) corrections, deconvolution, stacking, migration, interpretation.				
Literatur	Access to commercial processing software manuals and Yilmaz (2001) textbook Seismic Data Analysis				
Voraussetzungen / Besonderes	Students usually work in teams of 2.				
<b>651-4104-00L</b>	<b>Geophysical Field Work and Processing: Methods</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3V</b>	<b>C. Schmelzbach, H. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Mapping aquifers for water supply, identifying archaeological remains to protect them, and investigating landslides for geohazard assessments are three examples highlighting the critical role played by near-surface geophysics. The course 'Geophysical Field Work and Processing' split into 'Methods', 'Preparation' and 'Field Work' provides an introduction into near-surface geophysical field work.				
Lernziel	The overall learning objective of the course 'Geophysical Fieldwork and Processing' is that by the end of the course the students will be able to plan and conduct a near-surface geophysical field campaign to address a real-world problem as well as to process their self-acquired data, and interpret and document their results.				
Inhalt	<p>The 'Methods' part is a step towards this objective. By the end of the 'Methods' part, the students will be able (1) to summarize the working principles of the most important geophysical methods and (2) to identify the underlying physics of a 'real-world' problem to translate that problem into a 'tractable' geophysical research question.</p> <p>The 'Methods' part of the course 'Geophysical Field Work and Processing' is centered around learning and refreshing the basic principles of the most common geophysical field techniques such that the students have the necessary background to plan a geophysical field campaign (topic of the 'Preparation' part), to conduct these campaigns in the subsequent 'Field Work' course part as well as to analyze and interpret their self-acquired geophysical data (topic of 'Field Work' part).</p> <p>The 'Methods' part is a combination of self-study and classroom sessions. The students will study at their own pace online lectures and learning material provided on ETH's Moodle platform. Regular classroom sessions will be dedicated to applying and deepening the acquired knowledge in hands-on exercises.</p> <p>The online lectures and quizzes covering short reviews of the theory, techniques, acquisition and processing complemented by reading material focus on the most common geophysical techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ground Penetrating Radar;</li> <li>- Electrical Resistivity Tomography;</li> <li>- Magnetic Surveying;</li> <li>- Electromagnetic Induction Surveying;</li> <li>- Seismic Refraction Tomography.</li> </ul>				
Skript	Available over the ETH online lecture Moodle page. Link will be given during the first lecture.				
Literatur	<p>Recommended literature:</p> <p>An introduction to geophysical exploration Third Edition Kearey, Brooks, and Hill 2002, WILEY-BLACKWELL ISBN: 978-0-632-04929-5</p> <p>Further recommended literature:</p> <p>Environmental Geology Handbook of Field Methods and Case Studies Knödel, Klaus, Lange, Gerhard, Voigt, Hans-Jürgen Bundesanstalt für Geowissenschaften (Ed.) 2007, XXVI, 1358 p. 501 illus., 243 in color., Hardcover ISBN: 978-3-540-74669-0</p> <p>Fundamentals of Geophysics William Lowrie 2nd Edition Cambridge University Press ISBN: 9780521675963</p> <p>Good overview literature:</p> <p>An Introduction to Applied and Environmental Geophysics John M. Reynolds WILEY-BLACKWELL ISBN: 978-0-471-48535-3</p> <p>More detailed and specific:</p> <p>Near-Surface Geophysics Edited by Dwain K. Butler Society of Exploration Geophysicists (SEG) ISBN: 9781560801306 (13); 1560801301 (10)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Passing the 'Methods' part of 'Geophysical Fieldwork and Processing' is a requirement to participate in the 'Preparation' and 'Field Work' parts.</p> <p>Students of the Joint Master in Applied Geophysics: all three parts of 'Geophysical Fieldwork and Processing' ('Methods', 'Preparation' and 'Field Work') are compulsory.</p> <p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>651-4094-00L</b>	<b>Numerical Modelling for Applied Geophysics</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Robertsson, H. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Numerical modelling in environmental and exploration geophysics. The course covers different numerical methods such as finite difference and finite element methods applied to solve PDE's for instance governing seismic wave propagation and geoelectric problems.				
Lernziel	Prerequisites include basic knowledge of (i) signal processing and applied mathematics such as Fourier analysis and (ii) Matlab. After this course students should have a good overview of numerical modelling techniques commonly used in environmental and exploration geophysics. Students should be familiar with the basic principles of the methods and how they are used to solve real problems. They should know advantages and disadvantages as well as the limitations of the individual approaches.				
Inhalt	<p>The course includes exercises in Matlab where the students both should learn, understand and use existing scripts as well as carrying out some coding in Matlab themselves.</p> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Applications of modelling</li> <li>- Physics of acoustic, elastic, viscoelastic wave equations as well as Maxwell's equations for electromagnetic wave propagation and diffusive problems</li> <li>- Recap of basic techniques in signal processing and applied mathematics</li> <li>- Solving PDE's, boundary conditions and initial conditions</li> <li>- Acoustic/elastic wave propagation I, explicit time-domain finite-difference methods</li> <li>- Acoustic/elastic wave propagation II, Viscoelastic, pseudospectral</li> <li>- Acoustic/elastic wave propagation III, spectral accuracy in time, frequency domain FD, Eikonal</li> <li>- Implicit finite-difference methods (geoelectric)</li> <li>- Finite element methods, 1D/2D (heat equation)</li> <li>- Finite element methods, 3D (geoelectric)</li> <li>- Acoustic/elastic wave propagation IV, Finite element and spectral element methods</li> </ul> <p>Most of the lecture modules are accompanied by exercises. Small projects will be assigned to the students. They either include a programming exercise or applications of existing modelling codes.</p>				
Skript	Presentation slides and some background material will be provided.				
Literatur	Igel, H., 2017. Computational seismology: a practical introduction. Oxford University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half semester course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>651-4096-00L</b>	<b>Inverse Theory I: Basics</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Fichtner</b>
Kurzbeschreibung	Inverse theory is the art of inferring properties of a physical system from noisy and sparse observations. It is used to transform observations of waves into 3D images of a medium seismic tomography, medical imaging and material science; to constrain density in the Earth from gravity; to obtain probabilities of life on exoplanets ... . Inverse theory is at the heart of many natural sciences.				
Lernziel	The goal of this course is to enable students to develop a mathematical formulation of specific inference (inverse) problems that may arise anywhere in the physical sciences, and to implement suitable solution methods. Furthermore, students should become aware that nearly all relevant inverse problems are ill-posed, and that their meaningful solution requires the addition of prior knowledge in the form of expertise and physical intuition. This is what makes inverse theory an art.				

Inhalt	<p>This first of two courses covers the basics needed to address (and hopefully solve) any kind of inverse problem. Starting from the description of information in terms of probabilities, we will derive Bayes' Theorem, which forms the mathematical foundation of modern scientific inference. This will allow us to formalise the process of gaining information about a physical system using new observations. Following the conceptual part of the course, we will focus on practical solutions of inverse problems, which will lead us to study Monte Carlo methods and the special case of least-squares inversion.</p> <p>In more detail, we aim to cover the following main topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The nature of observations and physical model parameters</li> <li>2. Representing information by probabilities</li> <li>3. Bayes' theorem and mathematical scientific inference</li> <li>4. Random walks and Monte Carlo Methods</li> <li>5. The Metropolis-Hastings algorithm</li> <li>6. Simulated Annealing</li> <li>7. Linear inverse problems and the least-squares method</li> <li>8. Resolution and the nullspace</li> <li>9. Basic concepts of iterative nonlinear inversion methods</li> </ol> <p>While the concepts introduced in this course are universal, they will be illustrated with numerous simple and intuitive examples. These will be complemented with a collection of computer and programming exercises.</p> <p>Prerequisites for this course include (i) basic knowledge of analysis and linear algebra, (ii) basic programming skills, for instance in Matlab or Python, and (iii) scientific curiosity.</p>				
Skript	Presentation slides and detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the first part of the semester				
<b>651-4096-02L</b>	<b>Inverse Theory II: Applications</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Fichtner, C. Böhm, A. Zunino</b>
	<i>Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss von 651-4096-00L Inverse Theory I: Basics.</i>				
Kurzbeschreibung	This second part of the course on Inverse Theory provides an introduction to the numerical solution of large-scale inverse problems. Specific examples are drawn from different areas of geophysics and image processing. Students solve various model problems using python and jupyter notebooks, and familiarize themselves with relevant open-source libraries and commercial software.				
Lernziel	This course provides numerical tools and recipes to solve (non)-linear inverse problems arising in nearly all fields of science and engineering. After successful completion of the class, the students will have a thorough understanding of suitable solution algorithms, common challenges and possible mitigations to infer parameters that govern large-scale physical systems from sparse data measurements.				
Inhalt	<p>Prerequisites for this course are (i) 651-4096-00L Inverse Theory: Basics, (ii) basic programming skills.</p> <p>The class discusses several important concepts to solve (non)-linear inverse problems and demonstrates how to apply them to real-world data applications. All sessions are split into a lecture part in the first half, followed by tutorials using python and jupyter notebooks in the second. The range of covered topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regularization filters and image deblurring</li> <li>2. Travel-time tomography</li> <li>3. Line-search methods</li> <li>4. Time reversal and Born's approximation</li> <li>5. Adjoint methods</li> <li>6. Full-waveform inversion</li> </ol>				
Skript	Presentation slides and some background material will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the second part of the semester				
<b>651-4087-00L</b>	<b>Case Studies in Exploration and Environmental Geophysics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. Maurer, M. Hertrich, J. Robertsson, M. O. Saar, T. Spillmann</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on benefits and limitations of geophysical methods applied to problems of high societal relevance. It is demonstrated, how seismics, ground-penetrating-radar and other electromagnetic methods can be employed in geothermics, the cryosphere, hydrocarbon exploration, natural hazard assessments and radioactive waste disposal problems.				
Lernziel	This course is set up for both, geophysicists and non-geophysicists. The former will become familiar with applications of geophysical methods, for which they have learned the underlying theory in other courses. Non-geophysicists (i.e., potential users of geophysical technics, such as geologists and geotechnical engineers) will learn, which geophysical method or which combination of geophysical methods can be used to solve a particular in their realm.				
	The main learning goal for both groups is to understand the benefits and limitations of geophysical techniques for important applications, such as exploration problems, waste disposal, or natural hazards.				

Inhalt	<p>During the first part of the course, various themes will be introduced, in which geophysical methods play a key role.</p> <p>Module 1 (22.2.): Natural Hazards (H.R. Maurer)</p> <p>Module 2 (29.2./11.4): Geothermal Energy (M. Saar)</p> <p>Module 3 (7.3.): Long-term geophysical monitoring of Geologic Carbon Sequestration (GCS) projects (B. Biondi)</p> <p>Module 4 (14.3./21.3.): Radioactive Waste Disposal (T. Spillmann)</p> <p>Module 5 (25.4.): Cryosphere Applications (H.R. Maurer)</p> <p>Module 6 (28.3.): Hydrocarbon Exploration (Fons ten Kroode)</p> <p>During the second part of the course, we will focus on Deep Underground Laboratories. They offer exciting opportunities for research associated with many themes covered in Modules 1 to 6. The lab visits are scheduled as follows</p> <p>2.5.: Mont Terri Laboratory</p> <p>16.5: Bedretto Laboratory</p> <p>23.5.: Grimsel Test Site</p> <p>The laboratory visits will occupy the full afternoons of the respective days. For earning the credit points, at least two out of the three laboratory visits are mandatory, but the students are encouraged, to join all visits.</p> <p>Active participation of the students will be required. Prior to the laboratory visits, the students must familiarize themselves with one experiment (in total, not per laboratory), and they will introduce this experiment during the visit to their fellow students. Finally, a short report on the experiment assigned will have to be written. Presentation and report will contribute 50% to the final grade.</p> <p>The remaining 50% of the final grade will be earned with an oral exam. More details will be provided during the course.</p>																																										
Skript	Course material will be provided in the teaching repository associated with this course.																																										
Literatur	Provided during the course																																										
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of geophysical methods is required.																																										
Kompetenzen	<p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW  <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p> <table border="1"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>				Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																									
	Verfahren und Technologien	geprüft																																									
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																									
	Entscheidungsfindung	geprüft																																									
	Problemlösung	geprüft																																									
	Projektmanagement	gefördert																																									
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																									
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																									
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																									
	Kreatives Denken	geprüft																																									
	Kritisches Denken	geprüft																																									
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																									
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																									
<b>651-4106-03L</b>	<b>Geophysical Field Work and Processing: Preparation and Field Work</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+11P</b>	<b>C. Schmelzbach, P. Nagy, A. Wieser</b>																																						
Kurzbeschreibung	Mapping aquifers for water supply, identifying archaeological remains to protect them, and investigating landslides for geohazard assessments are three examples highlighting the critical role played by near-surface geophysics. The course 'Geophysical Field Work and Processing' split into 'Methods', 'Preparation' and 'Field Work' provides an introduction into near-surface geophysical field work.																																										
Lernziel	<p>The overall learning goal of the course 'Geophysical Fieldwork and Processing' is that by the end of the course the students will be able to plan and conduct a near-surface geophysical field campaign to address a 'real-world' problem as well as to process their self-acquired data, and to interpret and document their results.</p> <p>Specific learning objectives of the 'Preparation' and 'Field Work' part are that by the end of the course, students will be able to...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...design and plan experiments to collect geophysical data appropriate for the target of investigation;</li> <li>...relate the problem to solve to other investigations (e.g., case studies);</li> <li>...identify the appropriate analysis technique and adequately process the data using state-of-the-art approaches;</li> <li>...critically evaluate intermediate and final results;</li> <li>...interpret the results considering all relevant information and draw conclusions based on the results;</li> <li>...integrate the results into context and compare the results with relevant data and other studies.</li> </ul>																																										
Inhalt	<p>The 'Preparation' and 'Field Work' parts of 'Geophysical Field Work and Processing' are dedicated to addressing 'real-world' problems such as mapping archaeological remains, investigating the internal structure of a landslide, or locating abandoned landfills in geophysical field campaigns planned by student teams. Typically, the projects will be conducted in close collaboration with external experts.</p> <p>The 'Preparation' part of the course (second half of the semester) is centered around planning the field experiments by introducing the students first to the 'real-world' problems that will be addressed. Then, they will learn in classroom lectures and hands-on exercises how to use tools to plan and conduct the field campaigns, such as preparing maps using Geographical Information Systems (GIS) and using Global Navigation Satellite System (GNSS) for surveying. By the end of the 'Preparation' part, the students teams will have worked out plans to carry out the field experiments based on expert lectures, literature studies and potential field visits.</p> <p>The 'Field Work' part (first month following the spring semester; June) is centered around conducting in small teams field campaigns to acquire geophysical data using different methods to solve the 'real-world' problems. The students will then process, analyze and interpret their self-acquired data. Typically, the students will spend several days in the field followed by data processing sessions using state-of-the-art software solutions. The final results and interpretations will be presented (oral presentations; written reports) and discussed in the class as well as with external experts.</p>																																										

Skript Relevant reading material, manuals and instructions will be handed out during the course. ETH's Moodle platform will be used to share information and documents.

Literatur Recommended literature:  
An introduction to geophysical exploration  
Third Edition  
Kearey, Brooks, and Hill  
2002, WILEY-BLACKWELL  
ISBN: 978-0-632-04929-5

Further recommended literature:

Environmental Geology  
Handbook of Field Methods and Case Studies  
Knödel, Klaus, Lange, Gerhard, Voigt, Hans-Jürgen  
Bundesanstalt für Geowissenschaften (Ed.)  
2007, XXVI, 1358 p. 501 illus., 243 in color., Hardcover  
ISBN: 978-3-540-74669-0

Fundamentals of Geophysics  
William Lowrie  
2nd Edition  
Cambridge University Press  
ISBN: 9780521675963

Good overview literature:

An Introduction to Applied and Environmental Geophysics  
John M, Reynolds  
WILEY-BLACKWELL  
ISBN: 978-0-471-48535-3

More detailed and specific:

Near-Surface Geophysics  
Edited by Dwain K. Butler  
Society of Exploration Geophysicists (SEG)  
ISBN: 9781560801306 (13); 1560801301 (10)

Voraussetzungen / Besonderes Passing the 'Methods' part of 'Geophysical Fieldwork and Processing' is a requirement to participate in the 'Preparation' and 'Field Work' parts.

Students of the Joint Master in Applied Geophysics: all three parts of 'Geophysical Fieldwork and Processing' ('Methods', 'Preparation' and 'Field Work') are compulsory.

Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB\\_ERDW\\_Exkursionen\\_en.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>701-0106-00L</b>	<b>Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. A. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte mathematische Themen und Konzepte, die allenfalls schon in den Vorlesungen Mathematik I-III eingeführt worden sind, werden im Sinne einer Vorbereitung auf spätere Spezialvorlesungen anhand von Beispielen aus der Praxis verknüpft, illustriert, vertraut gemacht und vor allem angewandt. Es wird bei Gelegenheit auch neuer Stoff behandelt.				
Lernziel	Das Ziel besteht darin, auf spätere Spezialvorlesungen vorzubereiten. Die Studierenden sollen vertrauter gemacht werden mit dem schon behandelten mathematischen Stoff, den mathematischen Konzepten und vor allem mit deren Anwendungs- und Interpretationsmöglichkeiten.				
Inhalt	Es werden Beispiele aus der Praxis zu folgenden Themen behandelt: Gewöhnliche Differentialgleichungen; Eigenwertproblem der linearen Algebra; Lineare und nichtlineare Differentialgleichungssysteme; Partielle Differentialgleichungen (Diffusionsgleichung, Transportgleichung, Wellengleichung)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>651-4240-00L</b>	<b>Geofluids</b>	<b>W+</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>X.-Z. Kong, T. Driesner</b>

Kurzbeschreibung	This course presents advanced topics of single/multiphase fluid flow, heat transfer, reactive transport, and geochemical reactions in the subsurface. Emphasis is on the understanding of the underlying governing equations of each physical and chemical process, and their relevance to applications, e.g., groundwater management, geothermal energy, CO2 storage, waste disposal, and oil/gas production.
Lernziel	This course presents the tools for understanding and modeling basic physical and chemical processes in the subsurface. In particular, it will focus on fluid flow, reactive transport, heat transfer, and fluid-rock interactions in a porous and/or fractured medium. The students will learn the underlying governing equations, followed by a demonstration of corresponding analytical or/and numerical solutions. By the end of the course, the student should be able to: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand, formulate, and derive the governing equations of fluid flow, heat transfer, and solute transport;</li> <li>2. Understand and apply the underlying physical and chemical processes to simplify and model practical subsurface problems;</li> <li>3. Solve simple flow problems affected by fluid density (induced by the solute concentration or temperature);</li> <li>4. Understand and be able to assess the uncertainties pertaining to the reactive transport processes;</li> <li>5. Assess simple coupled reactive transport problems.</li> </ol>
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introduction to the fundamental concepts of fluid flow in the subsurface</li> <li>2) Immiscible fluid flow in porous/fractured media</li> <li>3) Solute transport and heat transfer in subsurface</li> <li>4) Uncertainty estimation of solute transport properties</li> <li>5) Density-driven flow</li> <li>6) Reactive transport</li> <li>7) Fluid injection and production</li> <li>8) Fluid-rock interactions (non-mechanical) <ol style="list-style-type: none"> <li>(8a) mineral and gas solubility in brines</li> <li>(8b) mineral dissolution/precipitation</li> </ol> </li> </ol>
Literatur	R. Allan Freeze and John A. Cherry. Groundwater. 1979. Steven E. Ingebritsen, Ward E. Sanford, and Christopher E. Neuzil. Groundwater in geologic processes. 2008. Vedat Batu. Applied flow and solute transport modelling in aquifers. 2006. Luigi Marini. Geological sequestration of carbon dioxide : thermodynamics, kinetics, and reaction path modeling. 2006. Jacob Bear. Dynamics of fluids in porous media. 1988.
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss von 651-4023-00 Groundwater, 102-0455-00 Grundwasser I oder 651-4001-00 Geophysical Fluid Dynamics

<b>651-4109-00L</b>	<b>Geothermal Energy</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. O. Saar, P. Bayer, M. Brehme, M. Esmaeil Pour</b>
Kurzbeschreibung	The course will introduce students to the general principles of Geothermics and is suitable for students who have a basic knowledge of Geoscience or Environmental Science (equivalent of a Bachelor degree).				
Lernziel	To provide students with a broad understanding of the systems used to exploit geothermal energy in diverse settings.				
Inhalt	<p>The course will begin with an overview of heat generation and the thermal structure of the Earth. The basic theory describing the flow of heat in the shallow crust will be covered, as will be the methods used to measure it. Petrophysical parameters of relevance to Geothermics, such as thermal conductivity, heat capacity and radiogenic heat productivity, are described together with the laboratory and borehole measurement techniques used to estimate their values. The focus will then shift towards the exploitation of geothermal heat at various depths and temperatures, ranging from electricity and heat production in various types of deep geothermal systems (including high and medium temperature hydrothermal systems, and Engineered Geothermal Systems at depths of 5 km or more), to ground-source heat pumps installed in boreholes at depths of a few tens to hundreds of meters for heating domestic houses.</p> <p>The subjects covered are as follows:</p> <p>Week 1: Introduction. Earth's thermal structure. Conductive heat flow  Week 2: Heat flow measurement. Advective heat flow. Petrophysical parameters and their measurement.  Week 3: Temperature measurement. Hydrothermal reservoirs &amp; well productivity  Week 4: Hydrological characterisation of reservoirs. Drilling. Optimized systems  Week 5: Petrothermal or Engineered Geothermal Systems  Week 6: Low-enthalpy systems 1  Week 7: Low-enthalpy systems 2.</p>				
Skript	The script for each class will be available for download from the Ilias website no later than 1 day before the class.				

<b>651-1062-00L</b>	<b>Master's Thesis</b>	<b>W</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	<b>H. Maurer</b>
---------------------	------------------------	----------	--------------	------------	------------------

<b>651-4110-00L</b>	<b>Computational Methods in Seismic Data Analysis and Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>P. F. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	Mathematical methods play a fundamental role in seismic data analysis and imaging. The course covers mathematical tools regarding Fourier analysis, inverse problems, sparsity and low rank that are central themes in modern seismic data analysis and imaging. Implementation design and computational efficiency are aspects that are also covered.				
Lernziel	The students are expected to learn to deal with Fourier analysis on unequally spaced data, frequency estimation methods, Radon transforms, rank constraints and splitting methods of complex problems into smaller sub-problems. The students are expected to be able to implement algorithms within the area on their own during the course. Another objective is to be able to adapt and apply these methods to seismic data.				
Inhalt	<p>6 (2 hour) lectures followed by 2h lab, Computer laboratory exercises every week.</p> <p>Recap of linear algebra concepts. Duality, norms, eigenvalues and singular value decomposition The Radon transform The FFT and the unequally spaced FFT.  Frequency estimation methods  Data sparsity  Low-rank methods  The alternating direction method of multipliers Kirchhoff migration Reverse time migration The adjoint state method GPU programming model. CUDA kernels in C.</p> <p>Computer laboratory exercises covering  * The Radon transform and the unequally spaced FFT. Using GPU in MATLAB or Python.  * Frequency estimation, data sparsity and the alternating method of multipliers.  * Seismic migration.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Having attended "Numerical Modelling for Applied Geophysics" beneficial but not required.				

<b>651-2001-00L</b>	<b>Semester Research Project (small) ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b>	<b>Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Small individual research project done by a student and supervised by a Professor/Dozent/Oberassistent of D-ERDW. The content of each project is unique and is defined by the supervisor. The project consists of research activity aimed at producing new scientific results and/or data. Short scientific report/paper is written by the student, which serves as a basis for project grading.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To learn logic, content and methodology of research aimed at producing new scientific results and/or data.</li> <li>- To familiarize with research procedures in a selected scientific area.</li> <li>- To obtain experience in writing scientific reports/papers.</li> </ul>				

Inhalt	The content of each project is unique and not related to the BSc or MSc Thesis. This content is defined by the supervisor and discussed with the student, who agrees to take the project. The project should mainly consist of research activity aimed at producing new scientific results and/or data and cannot be limited to a literature work. Short scientific report is written by the student at the end of the project, which serves as a basis for the project grading.
Voraussetzungen / Besonderes	Grading criteria for the Semester project is similar to these for an MSc project according to the assessment criteria of the MSc Project Proposal.  The Semester Research Project has a clear-defined scope of work that is not related to the BSc or MSc Thesis.

<b>651-2002-00L</b>	<b>Semester Research Project (large) ■</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Small individual research project supervised by a lecturer of D-ERDW that builds on the skills acquired during the BSc or MSc studies. The project consists of research activity in a selected scientific topic aimed at producing new scientific results and/or data.			
Lernziel	Students deepen their knowledge in a specific topic. They familiarize with research procedures and scientific methods that are used in current research. They gain experience in writing scientific reports/papers.			
Inhalt	The content of the project consists of research activity aimed at producing new scientific results and/or data. It does not reduce to literature work.			
Voraussetzungen / Besonderes	The project must be approved in advance by the study advisor.  The semester research project is determined by student and supervisor. The topic of each project is unique and not related to the BSc or MSc Thesis.  Only one project (small or large) is allowed per study degree.			

#### Applied Geophysics Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Architektur Bachelor

## ► Fächer der Basisprüfung

### ►► Prüfungsblock 1

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0604-00L</b>	<b>Tragwerksentwurf II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Block</b>
Kurzbeschreibung	Die Kurse Tragwerksentwurf I und II erläutern die Grundlagen der Funktionsweise von Strukturen. In diesen Kursen wird die Beziehung zwischen der Form eines Tragwerks und den darin wirkenden Kräften mit Hilfe der grafischen Statik untersucht.				
Lernziel	Am Ende der Kurse Tragwerksentwurf I und II werden die Studierenden dazu in der Lage sein:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. die inneren Kräfte in zweidimensionalen Strukturen zu visualisieren.</li> <li>2. den Zusammenhang zwischen der Form eines Tragwerks und den darin wirkenden Kräften zu verstehen.</li> <li>3. den Tragwerksentwurf zu modifizieren, um ihn zu verbessern.</li> <li>4. die wichtigsten strukturellen Typologien zu identifizieren.</li> <li>5. grafische Statik für die Formfindung und Analyse von Strukturen zu verwenden.</li> <li>6. eine Dimensionierung von Tragwerkelementen durchzuführen.</li> <li>7. auf Probleme struktureller Art kreativ zu reagieren.</li> </ol>				
Inhalt	Tragwerksentwurf I: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen und Gleichgewicht</li> <li>- Einführung in die grafische Statik</li> <li>- Dimensionierung von strukturellen Elementen</li> <li>- Seiltragwerke</li> <li>- Bogentragwerke</li> <li>- Bogen-Seil-Tragwerke</li> </ul> Tragwerksentwurf II: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachwerke</li> <li>- Balken</li> <li>- Rahmen</li> <li>- Platten</li> <li>- Knicken von auf Druck belasteten Bauteilen</li> </ul>				
Literatur	"The art of structures, Introduction to the functioning of structures in architecture" (Aurelio Muttoni, EPFL Press, 2011, ISBN-13: 978-0415610292, ISBN-10: 041561029X)  "Faustformel Tragwerksentwurf" (Philippe Block, Christoph Gengangel, Stefan Peters, DVA Deutsche Verlags-Anstalt 2013, ISBN: 978-3-421-03904-0)  "Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures" (Edward Allen, Waclaw Zalewski, October 2009, ISBN: 978-0-470-17465-4)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Konzepte und Theorien		gefördert
<b>052-0704-00L</b>	<b>Soziologie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Schmid, I. Apostol, N. Bathla</b>
Kurzbeschreibung	Soziologie II präsentiert aktuelle Perspektiven und Methoden in der Stadtsoziologie. Teil I führt historische und laufende Prozesse in Zürich und auf dem gesamten Planeten ein (Christian Schmid), insbesondere das Recht auf die Stadt, mit einem Schwerpunkt auf dem Leben in Nachbarschaften (Ileana Apostol); Teil II präsentiert postkoloniale Perspektiven in der Stadtsoziologie (Nitin Bathla).				
Lernziel	Die Vorlesungsreihe soll den Studierenden die Fähigkeit vermitteln, Architektur und gebaute Umwelt in ihrem gesellschaftlichen Kontext zu begreifen. Sie vermittelt eine Einführung in die grosse Bandbreite von zeitgenössischen Urbanisierungsprozessen im globalen Kontext.				
Inhalt	Soziologie II konzentriert sich auf aktuelle Analyseperspektiven in der Urbanistik und präsentiert theoretische Bezugsrahmen anhand konkreter Fallstudien. Zunächst werden durch eine soziologische Perspektive die jüngsten historischen Transformationen Zürichs vorgestellt, gefolgt von einer Präsentation der Vokabeln planetarer Urbanisierungsprozesse (Christian Schmid). Anschließend werden Inputs zum Recht auf die Stadt mit besonderem Fokus auf Urbanität und Lebensqualität im Quartier präsentiert (Ileana Apostol). Der zweite Teil des Kurses erkundet postkoloniale Perspektiven in der Urbanistik. Dieser Teil stellt eine Übersicht über die postkoloniale Stadtheorie vor und diskutiert räumliche Polarisierung und den Alltag unter erweiterter Urbanisierung im sogenannten Globalen Süden sowie Möglichkeiten, Zürich durch eine postkoloniale Linse neu zu betrachten (Nitin Bathla). Der Kurs endet mit der Notwendigkeit, über theoretische und geografische Dichotomien hinauszugehen.				
Skript	23.02 Zürich I: Von der Industriestadt zur Global City- CS 01.03 Zürich II: Urbane Qualitäten in der Metropolitanregion - CS 08.03 Ein Vokabular für planetare Urbanisierungsprozesse - CS 15.03 Wohnungsgenossenschaften - IA 12.04 Recht auf die Stadt - IA 19.04 Überblick über postkoloniale Theorie - NB 26.04 Durch andere Blicke: Delhi - NB 03.05 Postkoloniales Schweiz? - NB 10.05 CODA: Southern and postcolonial urbanisms beyond geographical binaries - NB 17.05 Prüfungskolloquium - CS & IA				
Literatur	Begleitend zur Vorlesung werden verschiedene Texte zur Verfügung gestellt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Konzepte und Theorien		gefördert
	Soziale Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken		gefördert
			Kritisches Denken		gefördert
<b>052-0902-00L</b>	<b>Baugeschichte II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Holzer</b>
Kurzbeschreibung	Baugeschichte von der Gotik bis 1914				
Lernziel	Studierende kennen die Grundzüge der Baugeschichte 1130-1914				

Inhalt Baugeschichte II behandelt:  
 - Gotik  
 - Renaissance  
 - Barock und Klassizismus  
 - Historismus und Stilpluralismus

Wir behandeln den grossen technischen und architektonischen Umbruch zwischen 1130 und 1194, der zur Entstehung der "Gotik", des einzigen grossen Gegenentwurfes zur klassischen Architektur, geführt hat. Sodann betrachten wir die Ausbreitung der Gotik im 13. und 14., ausgehend von den grossen französischen Kathedralen, aber auch unter Berücksichtigung der umliegenden Länder und der "reduzierten Gotik" der Bettelorden und Stadtpfarrkirchen. Sodann wenden wir uns der nächsten grossen Aufbruchzeit zu, dem "langen 15. Jahrhundert" (etwa 1380-1520). Nördlich der Alpen entstand damals die spätgotische Architektur, eine ganz neue Umdeutung der gotischen Prinzipien, während sich in Italien die Frührenaissance etablierte. Beide sind durch intensiven Wissenstransfer und gemeinsame technische Innovationen verbunden. Die Renaissance konnte ab dem 16. Jahrhundert weite Teile Europas erobern, wengleich die "Hochrenaissance" im engeren Sinne auf Italien beschränkt blieb und dort ihr Hauptwerk, den Kuppelbau des Petersdoms in Rom, hinterlassen hat. Ebenfalls von Rom ging die Barockarchitektur aus, die nur wenige technische Neuerungen, dafür aber eine Perfektion der Kuppelarchitektur mit sich brachte. Neben dem 17. Jahrhundert in Rom - der Hauptstadt des Barocks schlechthin - wird der Blick auch auf Frankreich und auf die Spätbarock- und Rokokoarchitektur in den deutschsprachigen Ländern (Österreich, Deutschland, Schweiz) gelenkt. Nach einer kurzen Studie der streng (neo-)klassisch ausgerichteten Architektur vor allem in Frankreich im späten 17. und im 18. Jahrhundert schliesst die Vorlesung mit der Architektur des 19. Jahrhunderts ab, die vor allem unter dem Vorzeichen der Ausbreitung der Baumaterialien Eisen und Beton betrachtet wird. Einen Meilenstein bezeichnet hier das Jahr 1850, in dem sowohl Henri Labrousstes Bibliothèque Sainte-Geneviève in Paris als auch die Britannia Bridge zwischen dem englischen Festland und der Insel Anglesey fertig geworden sind.

Skript Die Vorlesungsfolien stehen zum Download bereit.  
 Vorlesungsaufzeichnungen werden bereitgestellt.  
 Lernskript

Literatur see lecture notes

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
052-0804-00L	Architekturgeschichte und -theorie II	O	2 KP	2V+2U	M. Delbeke, T. Avermaete, L. Stalder, P. Ursprung
Kurzbeschreibung	Einführung und Überblick zur Architekturgeschichte und -Theorie von der Renaissance bis zum 19. Jahrhundert. (Prof. Dr. M. Delbeke) Einführung in Methoden und Werkzeuge der Kunst- und Architekturgeschichte (Prof. Dr. M. Delbeke, Prof. Dr. L. Stalder, Prof. Dr. P. Ursprung, Prof. Dr. T. Avermaete)				
Lernziel	Erwerb grundlegenden Wissens in Architekturgeschichte und -theorie bzw. der Methoden und Werkzeuge der architekturbezogenen Forschung. Fähigkeit, wesentliche Gegenstände und Debatten der Architektur von den im Kurs behandelten Epochen und geographischen Gegenden zu bestimmen. Erwerb eines Bewusstseins und der methodischen Herangehensweisen für ein historisch sensibles Verständnis der gebauten Umwelt. Erwerb der Werkzeuge für die Fundierung eigenen architektonischen Schaffens in der historischen, theoretischen und kritischen Forschung.				
Inhalt	Die Vorlesung Architekturgeschichte und -theorie II bietet einen zeitlichen und thematischen Überblick über die europäische Architekturpraxis und -theorie vom 15. bis ins 19. Jahrhundert. Thematische Vorlesungen über zentrale Fragen einer jeweiligen Epoche werden vertieft mit detaillierten Analysen einzelner historischer Bauten. Themen umfassen das Aufkommen und die Entwicklung des Vitruvianismus in Architektur und -theorie bis ins 19. Jahrhundert und damit verbundene Themen wie die Herausbildung des Architektenberufs; Medien architektonischen Entwerfens und Bauens (Zeichnungen und Texte); Formen und Medien der Verbreitung und Einflussnahme (Bücher und Drucke); Bautypen (wie Palazzo und Villa); Fragen von Schönheit und Ornamentik; Fragen der Auftraggeberschaft (wie der Päpste in Rom); das Verhältnis von Bauten zur Stadt (beispielsweise die Entwicklung Roms); Positionen gegenüber der Geschichte (Ursprungsmythen, Historismus); das Problem des Monuments.  Der Kurs Grundlagen der Geschichte und Theorie der Architektur II umfasst verschiedene Teile die sich jeweils einem bestimmten Forschungsbereich der Kunst- und Architekturgeschichte widmen. (1) Historiographie (Geschichtsschreibung) der Architektur (M. Delbeke) (2) Medien der Architektur (L. Stalder) (3) Architektur und Kunst (P. Ursprung) (4) Städtebau und die Commons (T. Avermaete)				
Literatur	Literaturangaben und Handzettel werden im Laufe des Semesters zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für die Vorlesung Architekturgeschichte und -theorie II müssen sich StudentInnen in selbständigem Studium grundlegendes Wissen der kanonischen Geschichte europäischer Architektur erwerben.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>151-8002-00L</b>	<b>Bauphysik I: Wärme und Akustik</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Carmeliet, M. Ettl</b>
Kurzbeschreibung	Akustik: Grundlagen des Schallschutzes und der Raumakustik				
Lernziel	Akustik: Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen in folgenden Gebieten: Schall, Schallwahrnehmung, Eigenschaften von Schallwellen, Schallausbreitung, Rechtliche und Planerische Grundlagen, Luftschalldämmung, Trittschalldämmung, Raumakustik. Die Studierenden können einfache Schalldämmnachweise und Nachhallzeitberechnungen selbständig erstellen.				
Inhalt	AKUSTIK: 1. Grundlagen: Schall, Schallwahrnehmung, Eigenschaften von Schallwellen, Schallausbreitung.  2. Bauakustik: Rechtliche und Planerische Grundlagen, Lärmschutz, Luftschalldämmung, Trittschalldämmung.  3. Raumakustik: Schallabsorption, Schallreflexion, Nachhall, raumakustische Planung.				
Skript	The course lectures and material are available on the Website for download (MOODLE <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php">https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php</a> ).				
<b>052-0606-00L</b>	<b>Computational Design II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Dillenburger, A. Savov</b>
	<i>Titel dieses Kurses vor HS22: "Mathematisches Denken und Programmieren I"</i>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs bietet eine Einführung in Computational Design, und unterrichtet, wie Design mittels digitaler Technologie modelliert und materialisiert werden kann. Dabei lernen die Teilnehmer den Computer strategisch, sorgfältig und sensibel im Entwurfsprozess einzusetzen. Mit der im Kurs erworbenen "Digital Literacy" entwickeln sie ein Verständnis für das Potential einer digitalen Baukultur.				
Lernziel	Um das Potential vom Computer elegant in ihrer Arbeit verwenden zu können, benötigen Architekten einen Einblick in die fundamentalen Prinzipien von Informationstechnologie. Im Kurs lernen Studierende die Konzepte, Methoden und Instrumente von Computational Design. Am Ende der beiden Semester werden die Studenten die Grundlagen von 3D Modellierung, parametrischen Design, Programmiercode für Computer Aided Design (CAD) und digitalen Prototyping beherrschen. Sie sind damit in der Lage, den Computer nicht nur als effizientes Werkzeug zur Modellierung von Gebäudeentwürfen zu verwenden, sondern entwickeln auch ein Verständnis dafür, wie sich CAD und Programmiercode kreativ und produktiv in Planung, Entwurf und Bauen einsetzen lässt.				
	Im Einzelnen sind die Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ein kritisches Bewusstsein der Möglichkeiten von Informationstechnologie im Entwurf zu entwickeln</li> <li>● Einen Überblick und Orientierung zu den Mechanismen und Arten von CAD Systemen und digitalen Gebäudemodellen zu gewinnen</li> <li>● Ein grundlegendes Verständnis von Computational Geometry zu erlangen</li> <li>● Visualisierungsmethoden und digitale Medien strategisch einsetzen zu können</li> <li>● Parametrische Entwurfsstrategien zu verstehen und anwenden zu können.</li> <li>● Computergestützter Analyse und Optimierungsmethoden in den Entwurfsprozess integrieren zu können.</li> <li>● Die Prinzipien und das Potential von Digitalen Prozessketten vom Design zu Fabrikation kennenzulernen</li> <li>● Mit Visual Programming Code umgehen zu können</li> <li>● In der Lage sein, Programmiercode innerhalb von CAD Software zu lesen, verstehen und anzupassen.</li> </ul>				
Inhalt	Architektur ist ohne Informationstechnologie nicht mehr denkbar. Die Planung, Konstruktion, Operation und letztendlich auch die Natur von Gebäuden wird immer mehr von digitaler Technologie beeinflusst. Das Digitale ist sowohl in der Arbeit von Architekten als auch in der gebauten Umwelt selbst omnipräsent.  Der Kurs Computational Design I und 2 bietet eine Einführung zu dem Charakter, den Herausforderungen und den Möglichkeiten digitaler Technologie im architektonischen Entwurf. In den Vorlesungen diskutiert werden aktuelle Fragen zu digitalen Gebäudemodellen und architektonischen Daten, Computational Geometry, Digitale Fabrikation, Machine Intelligence, und Mixed Reality. Geübt werden digitale Modellierungsverfahren und verwandte Techniken. Das Spektrum der Übungen beinhaltet manuelles Modellieren, den Einsatz von Visual Programming und Programmiercode innerhalb von CAD-Software. Die Studenten lernen diesen Code zu lesen, verstehen und anzupassen. Daneben wird die Natur und der Umgang unterschiedlicher digitalen Medienformate von Realtime Rendering bis zu Mixed Reality behandelt.  Themen, die in den Vorlesungen diskutiert werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>● CAD - Hintergrund und Entwicklungen</li> <li>● Zur Natur von Digitalen Modellen und Daten</li> <li>● Architectural geometry</li> <li>● Computational geometry</li> <li>● Parametrisches und generatives Erstellen von Modellen</li> <li>● Computergestützte Analyse und Optimierung von Modellen</li> <li>● Künstliche Intelligenz im Entwurf</li> <li>● Materialisierung von Digitalen Modellen</li> <li>● Mixed Reality</li> </ul> Kurs-Struktur Der Kurs besteht aus theoretischen Vorlesungen, praktischen Tutorien, die technische Konzept behandeln, sowie betreute Übungen. Aktuelle und detaillierte Informationen werden über Moodle bekannt gegeben, welches als Lernplattform für diesen Kurs verwendet wird.				
<b>052-0710-00L</b>	<b>Perspektiven auf Landschaft und Urbane Transformation II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Persyn, L. Fink, C. Schaeben</b>
Kurzbeschreibung	Dies ist das zweite Semester des Kurses Perspektiven auf Landschaft und Urbane Transformation. Wir werden gemeinsam die verschiedenen professionellen Rollen und Berufsbilder kennen lernen, die unsere Umwelt repräsentieren und kollektiv gestalten. Der Kurs wird gemeinsam vom Institute of Landscape and Urban Studies (LUS) organisiert, wobei der NEWROPE-Lehrstuhl die Koordination übernimmt.				



Literatur	Literaturhinweise werden fallweise in den Vorlesungen bekannt gegeben.  Buchempfehlung BUK I - IV: "Konstruktion"; Ein Nachschlagewerk zu zeitgenössischer Konstruktion Deutsch oder Englisch 360 Seiten, 171 Abbildungen, 20 Farbbilder, Texte ISBN 978-3-0356-2225-6 Online-Bezugsquelle: <a href="https://www.hochparterre-buecher.ch/konstruktion.html">https://www.hochparterre-buecher.ch/konstruktion.html</a>
Voraussetzungen / Besonderes	100% Interesse und Engagement  Obligatorische Einführung in die Werkstatt/Modellbau: tba  Die Daten der ganztägigen Übungen "BUK II" werden noch bekannt gegeben.

<b>052-0504-00L</b>	<b>Kunst in Raum und Zeit II</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>1V+6G+2U</b>	<b>R. Barba, H. E. Franzen, M. Narula</b>
	<i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag: 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Dies gilt als letzter Termin zum Löschen/Belegen der Lehrveranstaltung!</i>				
Kurzbeschreibung	Teilnahme an der "Einführung in Freies und Perspektivisches Zeichnen" sowie der Vorlesung "Art in Space and Time II". Teilnahme an Gruppenarbeiten in Praxis-Modulen, verbunden mit der Abgabe einer künstlerischen Übungsarbeit. Die Semesternote ergibt sich aus der Teilnahme an der Vorlesung "Art in Space and Time II" und dieser Abgabe.				
Lernziel	Im FS24 erproben Studierende Freies und Perspektivisches Zeichnen sowie experimentelle Konzepte in der Kunst. Neben der Aneignung erweiterter künstlerischer Recherchen und Praktiken entwickeln sie jeweils eine eigenständige künstlerische Übungsarbeit.				
Inhalt	"Art in Space and Time" arbeitet mit einem Konzept, in dem Zeit nicht als lineare, sondern als eine vertikale Linie verstanden wird, in der sich Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft simultan durch den Raum bewegen. Über offene Diskussionen und Forschungen werden mittels Film, Sound, Texten und Aktivierungen im Innen- und Aussenraum künstlerische Produktionen erprobt. Es werden konkrete, theoretische wie auch spekulative, praktische Verfahren eingesetzt, um neue Wahrnehmungshorizonte zu eröffnen und diese zu reflektieren.  Das Angebot der in Gruppenarbeit zu absolvierenden Praxiskurse setzt sich wie folgt zusammen:  "Artistic Gestures and Resonances" (Corinne Diserens) "Resonating with the Poetics of Space" (Nina Emge & Catherine Facerias) "Through the Skin: Feeling Space and Time" (Eduardo Jorge de Oliveira) "Canopy" (Monica Narula) "Membranal Play Grounds" (Nicole L'Huillier) "Transmitting, Together" (Sam Ghantous) "Skulptur und Raum" (Sara Masüger)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

► **Prüfungsblöcke**  
►► **Prüfungsblock 1**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0608-00L</b>	<b>Tragwerksentwurf IV</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Pauli</b>
Kurzbeschreibung	In Tragwerksentwurf IV wenden die Studierenden die in den Lehrveranstaltungen Tragwerksplanung I, II und III erworbenen Kenntnisse in einem einsemestrigen Entwurfsprojekt an.				
Lernziel	Am Ende von Tragwerksentwurf IV sind die Studierenden in der Lage: 1. Strukturen kreativ gestalten. 2. die Zusammenhänge zwischen architektonischem Konzept, Tragwerksform, Schnittgrößen und Baustoffen erkennen. 3. den Übergang vom architektonischen Konzept zur baulichen Idee bewirken. 4. grafische Statik designorientiert einsetzen. 5. Strukturformen jenseits bekannter Strukturtypologien generieren. 6. räumliches Gleichgewicht anhand physikalischer Modelle erforschen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer Vortragsreihe, in der gebaute Projekte mit einer gelungenen Integration von Architektur und Tragwerk vorgestellt werden. Anschließend entwerfen die Studierenden in Vierergruppen die Struktur eines Architekturprojekts mit grafischer Statik und physikalischen Modellen. Die Entwicklung des Entwurfsvorschlags wird bei Tischkritiken unterstützt und seine Entwicklung wird in Zwischeneinreichungen bewertet. Am Ende des Semesters werden alle Projekte von Statikern, Statikern und Architekten begutachtet.				

Skript	auf eEquilibrium "Skript Tragwerksentwurf I/II/III/IV" <a href="http://www.block.arch.ethz.ch/eq/course/4?lang=en">http://www.block.arch.ethz.ch/eq/course/4?lang=en</a>			
Literatur	Gedruckte Versionen können beim Lehrstuhl für Tragwerksplanung Prof. Schwartz erworben werden. - "The art of structures, Introduction to the functioning of structures in architecture" (Aurelio Muttoni, EPFL Press, 2011, ISBN-13: 978-0415610292, ISBN-10: 041561029X)  - "Faustformel Tragwerksentwurf" (Philippe Block, Christoph Gengangel, Stefan Peters, DVA Deutsche Verlags-Anstalt 2013, ISBN: 978-3-421-03904-0)  - "Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures" (Edward Allen, Waclaw Zalewski, October 2009, ISBN: 978-0-470-17465-4)			
Voraussetzungen / Besonderes	Zur Belegung wird das vorgängige Absolvieren von Tragwerksplanung I, II und III empfohlen oder Kenntnisse der grafischen Statik vorzuweisen.			
<b>052-0806-00L</b>	<b>Architekturgeschichte und -theorie IV</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b> <b>L. Stalder</b>
Kurzbeschreibung	Die zweisemestrige Einführung in die Geschichte der Architektur ist fokussiert auf «Dinge der Moderne» – Elemente, Bauten und Netzwerke von der zweiten Industriellen Revolution der 1850er bis zur Ölkrise der 1970er in Europa, die die Architektur verändert haben. Dabei wird ihre technische, wissenschaftliche und kulturelle Bedeutung beleuchtet, die sie zu einem Charakteristikum der Moderne machen.			
Lernziel	Um die Studierenden in die Geschichte und Theorie der Architektur einzuführen, verfolgt der Kurs drei Ziele: Erstens werden die Studierenden befähigt "Dinge", die die Architektur der Moderne verändert haben, und entscheidenden Ereignisse, Gebäude, Theorien und Akteure, die ihre Geschichte geprägt haben, zu identifizieren. Zweitens werden die Studierenden lernen zu beschreiben, wie diese "Dinge" in verschiedenen Grössenordnungen funktionieren. Dabei wird weniger auf eine formale Ebene fokussiert, sondern es werden die verschiedenen Formen der Expertisen, die sie historisch konstituiert haben, wie auch die Prozesse in die sie eingebettet sind, beleuchtet. Drittens werden die Studierenden eingeführt, verschiedene Apparate, Geräte und Gebäudeteile zu analysieren, bei denen es sich in Wirklichkeit um Mikro-Architekturen handelt und die trotz ihrer zentralen Rolle in der Gestaltung des Alltagslebens moderner Gesellschaften oft vernachlässigt wurden.			
Inhalt	Der Kurs bietet einen neuen Ansatz für das Verständnis der Geschichte und Theorie der Architektur der Moderne in Europa. Er konzentriert sich weniger auf einzelne Architekt*innen oder ihre Gebäude, sondern vielmehr auf jene "Dinge", die in den letzten 200 Jahren tiefgreifende Veränderungen in der gebauten Umwelt und im täglichen Leben bewirkt haben, wie z.B. die Drehtür, die Uhr und die Trennwand. Der Begriff "Ding" umfasst sowohl die konkreten Gebäudeteile als auch die mit ihnen assoziierten Anliegen wie materielle Leistung, soziale Synchronisation und individueller Ausdruck. Gebäude als Ansammlungen von "Dingen" zu verstehen bedeutet daher nicht, ihre Bedeutung zu schmälern, sondern, im Gegenteil, ihnen Realität hinzuzufügen, sie im Sinne der komplexen, historisch verorteten und vielfältigen Anliegen zu verstehen, innerhalb derer sie entworfen wurden. Jede Vorlesung stellt eine Sache durch eine Genealogie vor, die sie geprägt hat, von Patenten und wissenschaftlichen Entdeckungen und technologischem Fortschritt bis hin zum Kino, den bildenden Künsten und der Literatur. Eine Reihe renommierter Projekte sowie weniger bekannte Bauten aus ganz Europa bieten eine Vielzahl von Fallstudien, um diese "Dinge" zu beschreiben, um zu verstehen, wie sie in ihrer Beziehung zueinander funktionierten, und um die Theorien und Taktiken zu identifizieren, die die Architekten mobilisierten, um ihnen einen Sinn zu geben.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement		geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung		gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft
<b>052-0636-00L</b>	<b>Computational Design IV</b> <i>Titel dieses Kurses vor HS22: "Mathematical Thinking and Programming IV".</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b> <b>F. Gramazio, M. Kohler, J. Medina Ibañez</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs baut auf den im ersten Jahr erworbenen Grundlagen auf und erweitert die Kompetenzen im Umgang mit dem Computer im Sinne einer Digitalen Entwurfs- und Baukultur weiter aus. Im Zentrum steht die Frage, wie digitale Strategien und Methoden unter Einbezug konstruktiver Fragestellungen, kreativ, gezielt und bewusst im architektonischen Entwurf eingesetzt werden können.			

Lernziel Die Lehrveranstaltung besteht aus Vorlesungen und Übungen. In den Vorlesungen werden Strategien für die Anwendung von algorithmischen Techniken anhand realer Beispiele aus der Forschung und Praxis der Professur besprochen. Dieser pragmatische Blick in den Entstehungsprozess von parametrisch gestalteter Architektur soll algorithmische Techniken demystifizieren und ein kritisches Bewusstsein für deren unmittelbaren Potentiale in der architektonischen Praxis fördern. Programmieren verstehen wir als Erweiterung herkömmlicher Entwurfsmethoden. Diese Kulturtechnik erlaubt es uns mit Komplexität sowie hoher Auflösung im Detail mit dem Entwurf umzugehen, wobei die Frage nach Sinnhaftigkeit, Relevanz und Potential projektspezifisch immer wieder neu verhandelt werden. Dafür müssen wir uns sowohl ein konzeptionelles Verständnis für die Methoden erschliessen wie auch eine handwerkliche Praxis dieser Techniken aneignen. Während ersteres durch die Besprechung der Beispiele in den Vorlesungen geschärft wird, erfolgt das Zweite mittels betreuten Übungen. Dabei bauen die Übungen auf einer Auswahl in der Vorlesung besprochener Praxisbeispiele auf. Als Modellier- und Programmierumgebungen werden uns Rhinoceros 3D und Grasshopper, welche bereits im ersten Jahr eingeführt wurden, dienen. Aktuelle und detaillierte Informationen zu Vorlesungen und Übungen werden über MOODLE bekannt gegeben, welches als Lernplattform für diesen Kurs verwendet wird.

Im Einzelnen sind die Lernziele:

- Ein kritisches Bewusstsein für die Potentiale von algorithmische Entwurfsmethoden zu entwickeln.
- Parametrische Entwurfsstrategien verstehen und anwenden zu können.
- Mit Visueller Programmierung umgehen zu lernen.
- Die Prinzipien und das Potential Digitaler Fabrikation kennenzulernen.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Problemlösung	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

## ►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>151-8004-00L</b>	<b>Building Physics III: Building Energy Demand and Urban Physics</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Carmeliet, A. Rubin, N. Vulic</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung Basics and application of thermal comfort, building energy demand and urban physics.

Lernziel The students acquire basic knowledge in building energy demand and urban physics and apply the knowledge to the design of low energy buildings and mitigation of urban climate.

Inhalt Topics of the course are:  
 - climatic change & energy  
 - thermal comfort and transparent envelopes  
 - stationary energy demand  
 - dynamic heat transport  
 - urban physics: urban heat island, wind, rain  
 - durability

Skript The course lectures and material are available on the Website for download (MOODLE <https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php>).

<b>052-0802-00L</b>	<b>Global History of Urban Design II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Avermaete</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---------------------

Kurzbeschreibung This course focuses on the history of the city, as well as on the ideas, processes and actors that propel their development and transformation. This course approaches the history of urban design as a cross-cultural field of knowledge that integrates scientific, economic and technical innovation as well as social and cultural change.

Lernziel The lectures in this course deal with the definition of urban design as an independent discipline that nevertheless maintains strong connections with other disciplines and fields that affect the transformation of the city (e.g. politics, sociology, geography, etc). The aim is to introduce students to the multiple theories, concepts and approaches of urban design that have been articulated from the turn of the 20th century to today, in a variety of cultural contexts. The course thus offers a historical and theoretical framework for students' future design work.

Inhalt 22.02.2024 2.01: The Long 20th Century and Its Challenges  
 29.02.2024 2.02: Housing and the Industrial City  
 07.03.2024 2.03: Cities and Ideologies  
 14.03.2024 2.04: Envisioning Urban Utopias  
 21.03.2024 No Lecture (Seminar week)  
 28.04.2024 2.05: Reconstructing the City, Constructing New Towns  
 04.04.2024 No Lecture (Easter break)  
 11.04.2024 2.06: New Capitals for New Democracies, New Institutions for Old Democracies (guest lecture)  
 18.04.2024 2.07: Rethinking Masterplanning  
 25.04.2024 2.08: Countercultural Experiments with Urbanity  
 02.05.2024 2.09: Finding Meaning in the Postmodern City  
 09.05.2024 No Lecture (Ascension Day)  
 16.05.2024 2.10: Open- Ended Strategies for Imploding Cities

Skript Prior to each lecture a chapter of the reader (Skript) will be made available through the webpage of the Chair. These Skripts will introduce the lecture, as well as the basic visual references of each lecture, key dates and events, and references to further/additional readings.

Literatur The book that will function as main reference literature throughout the course is:

-Tom Avermaete, Janina Gosseye, Urban Design in the 20th Century: A History (Zürich: gta Verlag, 2021).

Other books that provide background information for the course are:

-Eric Mumford, Designing the Modern City: Urban Design Since 1850 (New Haven, CT: Yale University Press, 2018)

-Francis D. K. Ching, Mark Jarzombek and Vikramditya Prakash, A Global History of Architecture (Hoboken: Wiley & Sons, 2017)

-David Grahame Shane, Urban Design Since 1945: A Global Perspective (Hoboken: Wiley & Sons, 2011)

These books will be reserved for consultation in the ETH Baubibliothek, and will not be available for individual loans. A list of further recommended literature will be found within each chapter of the reader (Skript).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>052-0708-00L</b>	<b>Urban Design IV</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Klumpner, F. T. Salva Rocha Franco</b>
Kurzbeschreibung	Students are introduced to a narrative of 'Urban Stories' through a series of three tools driven by social, governance, and environmental transformations in today's urbanization processes. Each lecture explores one city's spatial and organizational ingenuity born out of a particular place's realities, allowing students to transfer these inventions into a catalog of conceptual tools.				
Lernziel	How can students of architecture become active agents of change? What does it take to go beyond a building's scale, making design-relevant decisions to the city rather than a single client? How can we design in cities with a lack of land, tax base, risk, and resilience, understanding that Zurich is the exception and these other cities are the rule? How can we discover, set rather than follow trends and understand existing urban phenomena activating them in a design process? The lecture series produces a growing catalog of operational urban tools across the globe, considering Governance, Social, and Environmental realities. Instead of limited binary comparing of cities, we are building a catalog of change, analyzing what design solutions cities have been developing informally incrementally over time, why, and how. We look at the people, institutions, culture behind the design and make concepts behind these tools visible. Students get first-hand information from cities where the chair as a Team has researched, worked, or constructed projects over the last year, allowing competent, practical insight about the people and topics that make these places unique. Students will be able to use and expand an alternative repertoire of experiences and evidence-based design tools, go to the conceptual core of them, and understand how and to what extent they can be relevant in other places. Urban Stories is the basic practice of architecture and urban design. It introduces a repertoire of urban design instruments to the students to use, test, and start their designs.				
Inhalt	<p>Urban form cannot be reduced to physical space. Cities result from social construction, under the influence of technologies, ecology, culture, the impact of experts, and accidents. Urban un-concluded processes respond to political interests, economic pressure, cultural inclinations, along with the imagination of architects and urbanists and the informal powers at work in complex adaptive systems. Current urban phenomena are the result of urban evolution. The facts stored in urban environments include contributions from its entire lifecycle, visible in the physical environment, but also for non-physical aspects. This imaginary city exists along with its potentials and problems and with the conflicts that have evolved. Knowledge and understanding, and critical observation of the actions and policies are necessary to understand the diversity and instability present in the contemporary city and understand how urban form evolved to its current state.</p> <p>How did cities develop into the cities we live in now? Urban plans, instruments, visions, political decisions, economic reasonings, cultural inputs, and social organizations have been used to operate in urban settlements in specific moments of change. We have chosen cities that exemplify how these instruments have been implemented and how they have shaped urban environments. We transcribe these instruments into urban operational tools that we have recognized and collected within existing tested cases in contemporary cities across the globe.</p> <p>This lecture series will introduce urban knowledge and the way it has introduced urban models and operational modes within different concrete realities, therefore shaping cities. The lecture series will translate urban knowledge into operational tools extracted from cities where they have been tested and become exemplary samples, most relevant for understanding how the urban landscape has taken shape. The tools are clustered in twelve thematic clusters and three tool scales for better comparability and cross-reflection.</p> <p>The Tool case studies are compiled into a global urbanization toolbox, which we use as typological models to read the city and critically reflect upon it. The presented contents are meant to serve as inspiration for positioning in future professional life and provide instruments for future design decisions.</p> <p>In an interview with a local designer, we measure our insights against the most pressing design topics in cities today, including inclusion, affordable housing, provision of public spaces, and infrastructure for all.</p>				
Skript	<p>The learning material, available via <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> is comprised of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toolbox 'Reader' with an introduction to the lecture course and tool summaries</li> <li>- Weekly exercise tasks</li> <li>- Infographics with basic information of each city</li> <li>- Quiz question for each tool</li> <li>- Additional reading material</li> <li>- Interviews with experts</li> <li>- Archive of lecture recordings</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reading material will be provided throughout the semester.</li> <li>- Please see 'Skript', (a digital reader is available).</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	"Semesterkurs" (semester course) students from other departments, students taking this lecture as GESS / Studium Generale course, and exchange students must submit a research paper, which will be subject to the performance assessment: "Bestanden" (pass) or "Nicht bestanden" (failed). The performance assessment type for "Urban Design III: Urban Stories" taken as a semester course is categorized as "unbenotete Semesterleistung" (ungraded semester performance).				

### ►► Prüfungsblock 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0808-00L</b>	<b>Architekturgeschichte und -theorie VI (Ursprung)</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Ursprung</b>
Kurzbeschreibung	Kunst- und Architekturgeschichte seit den 1970er Jahren				

Lernziel	Kenntnis der Kunst- und Architekturgeschichte seit den 1970er Jahren. Sensibilität für historische Prozesse und für die Konzepte der visuellen Kultur.
Inhalt	Gegenstand der zweisemestrigen Vorlesung ist die Einführung in die Geschichte der Kunst und Architektur seit ca. 1970 bis heute. Ausgehend von aktuellen Fragestellungen werden zentrale Themen anhand von Fallstudien geschildert. Im historischen Rückblick werden thematische Zusammenhänge unter Begriffen wie beispielsweise "Arbeit", "Ökonomie", "Erfahrung", "Forschung", "Natur", "Diversität" oder "Oberfläche" untersucht. Kunst und Architektur wird dabei nicht nur als Schauplatz kultureller Veränderungen, sondern auch als Indikator sozialer, ökonomischer, politischer Konflikte aufgefasst und damit als Gegenstand, durch welchen historische Dynamiken klarer erfasst und dargestellt werden können.
Skript	Eine Videoaufzeichnung der Lehrveranstaltung steht zur Verfügung.
Literatur	Prüfungsliteratur wird in der Vorlesung und auf der Webseite der Professur bekanntgegeben.

<b>052-0652-00L</b>	<b>Bauprozess II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Menz, A. Paulus</b>
Kurzbeschreibung	Schwerpunkt der Vorlesungsreihe ist der Bauprozess, der als zeitliche Abfolge von Kriterien verstanden wird. Themenbereiche: Baurecht, Bauökonomie, Beteiligte und ihre Leistungen, Bau- und Planungsorganisation und Bewirtschaftung. Prozessdenken, Akquisition und ein Blick ins benachbarte Ausland ergänzen den Lehrinhalt.				
Lernziel	Neben der Erörterung der Grundlagen, den Tendenzen und den Terminologien, wird anhand von aktuellen, sowie architektonisch-städtebaulich relevanten Fallbeispielen das jeweilige Thema vertieft. Ablesbar sind immer die Kriterien Form, Verantwortungen/Kompetenz und Kommunikation.				
Inhalt	Schwerpunkt der Vorlesungsreihe ist der Bauprozess, der als zeitliche Abfolge von Kriterien verstanden wird. Diese sind in den Themenbereichen Baurecht, Bauökonomie, Beteiligte und ihre Leistungen, Bau- und Planungsorganisation und Bewirtschaftung dargestellt. Prozessdenken, Akquisition und ein Blick ins benachbarte Ausland ergänzen den Lehrinhalt. Neben der Erörterung der Grundlagen, den Tendenzen und den Terminologien, wird anhand von aktuellen, sowie architektonisch-städtebaulich relevanten Fallbeispielen das jeweilige Thema vertieft. Ablesbar sind immer die Kriterien Form, Verantwortungen/Kompetenz und Kommunikation. Eine aktive Mitarbeit, interdisziplinäres und prozessorientiertes Denken der Studierenden wird vorausgesetzt.				
Skript	<a href="https://map.arch.ethz.ch">https://map.arch.ethz.ch</a>				

<b>052-0706-00L</b>	<b>Landschaftsarchitektur II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bucher</b>
Kurzbeschreibung	Seit der Jahrtausendwende prägen Themen und Kontexte wie Klimawandel, Migration, Digitalisierung etc. die Naturgestaltung. Die Vorlesungen befassen sich mit Schlüsselthemen und Kontexten der Landschaftsarchitektur im 21. Jahrhundert sowie mit deren transdisziplinären Ansätzen.				
Lernziel	Überblick über gegenwärtige und kommende Aufgabenfelder der Landschaftsarchitektur. Kritische Reflexion zeitgenössischer Entwurfspraxis und Vermittlung von Ansätzen eines neuen Zugangs zur Gestaltung von Landschaft.				
Inhalt	Die Vorlesungsreihe "Theorie und Entwurf der zeitgenössischen Landschaftsarchitektur"(Landschaftsarchitektur II) schliesst an die Vorlesung "Geschichte und Theorie der Gartenkunst und Landschaftsarchitektur" (Landschaftsarchitektur I) an. Sie konzentriert sich nicht nur auf stilistische Fragen der Landschaftsarchitektur, sondern auch auf anstehende Aufgaben wie Revitalisierung von Landschaften, Nachhaltigkeit etc. Vorgestellt werden Gestaltungsansätze, die sich kritisch mit überkommenen Naturbildern auseinandersetzen. Die Themenfelder Ort, Boden, Wasser und Vegetation bieten dabei praktisches Anschauungsmaterial für den landschaftsarchitektonischen Entwurf.				
Skript	Kein Skript. Handout und prüfungsrelevante Literatur werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Für die Prüfung wird eine Literaturliste zusammengestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Allgemeine Hinweise zur Prüfung:  Bachelorstudierende: Als Grundlage für die Prüfungsvorbereitung dienen das in der Vorlesung vermittelte Wissen und die prüfungsrelevante Literatur, die der Lehrstuhl zur Verfügung stellt. Die Vorlesung ist als Jahreskurs angelegt. Da in der schriftlichen Sessionsprüfung Kenntnisse aus den beiden Vorlesungsreihen Landschaftsarchitektur I und II überprüft werden, wird unbedingt angeraten, die Vorlesung über zwei Semester zu besuchen. Kurz vor Semesterende werden die Prüfungsthemen bekannt gegeben. Die Professur stellt zu den Prüfungsthemen Texte als pdf zum Download zur Verfügung. Diese dienen dem vertieften Verständnis der Vorlesung.  Mobilitätsstudierende oder Studierende anderer Departemente: Studierende, welche die Vorlesung nur über ein Semester besuchen, schliessen die Vorlesung mit einer mündlichen Semesterendprüfung ab. Auch hier stellt die Professur prüfungsrelevante Literatur als Download zur Verfügung. Die Studierenden werden gebeten, sich vorab per Email bei der Professur zu melden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>052-0610-00L</b>	<b>Energie- und Klimadesign II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Schlüter, I. Hischier</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Jahreskurs werden die wesentlichen physikalischen Prinzipien, Konzepte und Methoden für die effiziente und nachhaltige Versorgung von Gebäuden mit Wärme, Kälte und Luft behandelt. Abhängigkeiten und Interaktionen zwischen Energie und Klima mit dem architektonischen und städtebaulichen Entwerfen werden untersucht.				
Lernziel	Am Ende dieses Jahreskurses sind Studierende in der Lage den Einfluss von Energie und Klima auf ein Gebäude überschlägig abzuschätzen. Sie werden die Schritte eines integrierten Designprozesses selbstständig an einem eigenen Projekt anwenden können und ausgewählte Werkzeuge/Tools der A/S knowledge Plattform beherrschen ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=11917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=11917</a> ). Zukünftige eigene Entwürfe können mit Potentialen aus Energie- und Klimaanalysen ergänzt und bereichert werden.				

Inhalt	Studierende bearbeiten in Gruppen selbstständig eine Serie von Aufgaben. Dabei werden mit Hilfe digitaler Werkzeuge an einem Fallbeispiel die Schritte eines integrierten Designprozesses durchgespielt. Die Bearbeitung der obligatorischen Gruppenaufgaben wird mit kurzen Inputreferaten, Vorlesungsunterlagen sowie Feedbacksessions unterstützt und bewertet. Im zweiten Semester dieses Jahres werden die folgenden Themen behandelt: 1. Lokale Energiegewinnung 2. Speicherung 3. Umweltbelastung		
Skript	Die Folien aus der Vorlesung dienen als Skript und sind als download erhältlich.		
Literatur	Eine Liste weiterführender Literatur ist am Lehrstuhl erhältlich.		
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs kann nur belegt werden, wenn im vorhergehenden Semester Energie- und Klimadesign I belegt wurde, da die Gruppenarbeiten zusammenhängend sind und sich über das ganze Jahr erstrecken.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft

<b>052-0508-00L</b>	<b>Konstruktion VI</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Kerez</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesungsreihe werden Zusammenhänge zwischen entwerflichen Absichten, architektonischem Ausdruck und konstruktiven Prämissen diskutiert. Anhand verschiedener Projekte werden ausgewählte Themen mit ihrem theoretischen Hintergrund und ihrer geschichtlichen Entwicklung vorgestellt sowie vielfach mit zeitgenössischen Tendenzen und Standpunkten verknüpft.				
Lernziel	Ziel ist es, im letzten Teil der Vorlesungsreihe Konstruktion V/VI konstruktive Techniken und architektonische Ausdrucksformen in ihrem Zusammenwirken zu analysieren. Die verschiedenen thematischen Bausteine der Tragwerkslehre, Gebäudehülle und Materialkunde werden mit der Entwurfpraxis vernetzt und in einem grösseren Kontext der Architekturtheorie reflektiert. Die Vertiefung des Verständnisses der Abhängigkeit von Konstruktion, Produktion und formalem Ausdruck in der Architektur des 20. Jahrhunderts wird angestrebt.				
Inhalt	In der Vorlesungsreihe Architektur und Konstruktion werden unter verschiedenen Fragestellungen Zusammenhänge zwischen entwerflichen Absichten, architektonischem Ausdruck und konstruktiven Prämissen diskutiert. Jede Vorlesung konzentriert sich dabei auf ein eigenständiges Themengebiet wie der Einsatz von gewissen Materialien (Glas, Naturstein), die Anwendung bestimmter konstruktiver Systeme (Tektonik, Hybride) oder entwerflicher Generatoren (Raster, Serie) beziehungsweise die Suche nach einem bestimmten Ausdruck (Vernakuläre Architektur, Readymade). Die Schwerpunkte werden mit ihrem theoretischen Hintergrund und ihrer geschichtlichen Entwicklung vorgestellt sowie vielfach mit zeitgenössischen Tendenzen und Standpunkten verknüpft. Der einjährige Vorlesungszyklus umfasst zwanzig Titel, von denen sich der grösste Teil mit Werken aus der jüngeren Architekturgeschichte beschäftigt.				
	26.02.24	Bruno Taut			
	04.03.24	Ludwig Mies van der Rohe			
	11.03.24	Lecture on Literature			
	25.03.24	João Batista Vilanova Artigas			
	15.04.24	Lecture by Atelier Scheidegger Keller			
	29.04.24	André Bloc			
	06.05.24	Lecture on Lectures by Hermes Killer / Exam Preparation			
Skript	Das Skript ist eine umfassende Materialsammlung, welche es den Studierenden erlaubt sich unabhängig von der Vorlesung eine eigene Vorstellung der gezeigten Fallbeispiele zu machen. Die meisten Fotografien entstanden auf Studienreisen und zeigen die zur Diskussion gestellten Gebäude mit unveröffentlichtem Material. Die umfassende Sammlung von Fotografien wird ergänzt mit Zeichnungen, Plänen, Baustellenfotos und historischen Aufnahmen aus Büchern und Archiven. Das Skript wird den Studierenden, welche sich für die Vorlesungsreihe eingeschrieben haben, am Ende des Semesters in digitaler Form zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Allgemeine Hinweise (zur Prüfung und Prüfungsvorbereitung): Der gesamte in den Vorlesungen behandelte Stoff ist auch Stoff der Prüfung. Dabei sind die Vorlesungen als Jahreskurs angelegt, und in der Prüfung wird die Kenntnis des Stoffes der beiden jeweils vorangehenden Semester (Konstruktion V und VI) vorausgesetzt. Um die Prüfung möglichst im ersten Anlauf zu bestehen, empfehlen wir Ihnen daher dringend, die Vorlesung über zwei Semester zu besuchen und erst dann die Prüfung zu absolvieren.  Die Vorlesungen sind keine zwingende Voraussetzung, um die Prüfung zu bestehen, sondern eine anschauliche Einführung in den Prüfungsstoff, sowie eine Erleichterung den Prüfungsstoff zu verstehen und zu vertiefen. Der Aufbau des Prüfungsstoffes wechselt von einem Semester zum anderen und von einem Jahr zum nächsten. Prüfungen können sich deshalb nur auf die Vorlesungen eines ganzen Jahres beziehen absolvieren.				
Kompetenzen	Mobilitätsstudenten oder Studenten anderer Departemente, die die Prüfung über den Stoff nur des letzten Semesters ablegen möchten, (Konstruktion V oder VI), werden gebeten, sich vorab am Lehrstuhl zu melden.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

► Entwurf  
►► Entwurf (4. Semester)



Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
052-0542-24L	<b>Entwurf IV: Shelter: Reale Architektur (E.Christ/Ch.Gantenbein)</b> <i>Die Belegung unter myStudies ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>). Studierende, welche die Entwurfsklasse nicht wechseln möchten, müssen an der internen Einschreibung nicht teilnehmen.</i>  <i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</i>	W	14 KP	2V+14U	E. Christ, J. De Vylder, D. Mettler, R. Boltshauser, C. Gantenbein, M. Kajijima, D. Studer
Kurzbeschreibung	In diesem Semester werden wir unsere Interpretation der idealen Architektur mit der Komplexität des Planens und Entwerfens in der heutigen Gesellschaft konfrontieren. Im Kontext der Schweizer Agglomeration arbeiten wir mit bestehenden Gebäuden und Strukturen, um deren verborgenes Potenzial wiederzuentdecken und es durch kritische und zukunftsorientierte Entwurf zu transformieren.				
Lernziel	Ziel des Semesters ist die eigenständige Entwicklung eines architektonischen Projekts, das sich mit dem bestehenden Kontext und zeitgenössischen Fragestellungen auseinandersetzt. Der Entwurf umfasst alle Massstabebenen, vom städtischen Kontext bis hin zu konstruktiven Details, aber auch den gesamten Entwurfsprozess – vom Lesen eines spezifischen Gebäudes bis hin zur Formulierung einer eigenen Haltung und Position, vom Aufbau eines Arguments (sowohl sprachlich als auch architektonisch) bis zu dessen präziser Ausdrucksweise durch die angemessenen Darstellungen. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse eines suburbanen Kontextes vor Ort mittels verschiedener Medien (Collage, Fotografie, Zeichnung).</li> <li>- Anwendung verschiedener gestalterischer Darstellungstechniken (Collage, Zeichnung, Modell).</li> <li>- Auseinandersetzung mit architektonischen Grundprinzipien und deren kreative Umsetzung in ein Projekt unter Berücksichtigung von Aspekten wie energetische Effizienz, klimatische Bedingungen und nachhaltiger Umgang mit Ressourcen.</li> <li>- Entwicklung eines komplexen architektonischen Projekts vom städtebaulichen Kontext bis zur Bauweise, insbesondere der Umgang mit dem Bestehenden in einer anspruchsvollen und innovativen Weise, wobei Konzepte im Zusammenhang mit Umnutzung, Wiederverwendung und Anpassungen erforscht werden.</li> </ul>				
Inhalt	Im zweiten Semester werden wir unsere Erfahrungen einer «Idealen Architektur» aus dem ersten Semester mit der Realität der zeitgenössischen Stadtentwicklung in der Schweiz konfrontieren. Im Kontext des Schweizer Vorstadtbereichs, konkret im Raum zwischen der Agglomeration von Liestal und Kaiseraugst, werden wir gemeinsam die Idee des Zufluchtsorts durch kritische und zukunftsorientierte Transformationsprozesse neu interpretieren. <p>Der instabile Zustand der Vorstadtsiedlungen, die zwischen veralteten Typologien, fehlenden Dienstleistungen und der zunehmenden Spekulation auf dem Wohnungsmarkt feststecken, bietet die Gelegenheit, die Rolle und das Wesen des öffentlichen Raums in diesen Stadtgefügen zu hinterfragen. Wie können diese neu transformierten 'Shelter' dazu beitragen, ein tieferes Verständnis für kollektive Praktiken zu fördern? Wie sollte ein Bahnhof, eine Hotellobby, eine Kirche oder ein Markt beschaffen sein, um zu relevanten Orten der Begegnung zu werden? Indem wir mit verschiedenen architektonischen Sprachen experimentieren, werden wir Gemeinschaftsräume unterschiedlicher Art und Größe entwerfen, die zusammen ein Netz von Gemeinschaftseinrichtungen bilden, die für die Gestaltung einer nachhaltigen Agglomeration von grösster Bedeutung sind.</p> <p>Während in Rom der idealtypische Entwurf im Vordergrund steht, geht es im zweiten Semester also vor allem um das, was wir vor Ort vorfinden: Umbauen, Umnutzen, Weiterbauen und neu Interpretieren sind entsprechend die Strategien. Vorträge von Expert:innen in Form eines Symposiums werden unser Verständnis der Agglomeration bereichern. Weiter werden wir verschiedene Projekte besichtigen, die unterschiedliche Ansätze für den Erhalt und den Umbau der bestehenden gebauten Umwelt aufzeigen. Eine sorgfältige Reflexion über die Verwendung von Baumaterialien und die Umsetzung energieeffizienter Lösungen werden den Entwurf auf praktischer Ebene ergänzen.</p>				
Literatur	Ausgehend von historischen Referenzen und einer typologischen Analyse im ersten Semester wird die Einführung von Kontext und baulichen Zwängen im zweiten Semester unsere Entwurfserfahrung vervollständigen und vertiefen: von ideal zu real. <p>Vorlesung "Konstruktion IV":  Momoyo Kajijima:  - Atelier Bow-Wow: "Behaviorology" Rizzoli International Publication, New York, 2010  - Momoyo Kajijima et al "Made in Tokyo" Kajijima Publishing, Japan, 2001</p> <p>Jan De Vylder:  Free to consult / not limited  - 3 BOEK 789 – ISBN 9789492321749  - BRAVOURE SCARCITY BEAUTY – 9789082122572  - UNLESS EVER PEOPLE – ISBN 9789492567079  - GALLERY MAGAZINE N° 1 – ISBN 9789493146495  - PARTTIMEAMATEURTOURIST - INSTAGRAM</p> <p>Emanuel Christ and Christoph Gantenbein:  - "Remaking Cities: Techning at ETH Zurich 2010 - 2013. Review No. III", Park Books, Zurich,2022</p> <p>Roger Boltshauser:  - Tschanz, Martin (2021): Roger Boltshauser, Monografie, Triest Verlag, Zürich.  - Boltshauser, Roger; Veillon, Cyril; Maillard, Nadja (2020): Pise´. Stampflehm – Tradition und Potenzial, Triest Verlag, Zürich.  - Hönger, Christian; Menti, Urs-Peter; et al. (2009): Das Klima als Entwurfaktor, Quart Verlag, Luzern.  - Kapfinger, Otto; Boltshauser, Roger; Rauch, Martin (2011): Haus Rauch: ein Modell moderner Lehmarchitektur / The Rauch house: a model of advanced clay architecture, Birkhäuser, Basel.</p>				

Voraussetzungen /  
Besonderes Design Studio "Entwurf IV":  
Gruppenarbeit.  
Einführung: 20 Februar 2024, 10.00 am, HIL F41.  
Zwischenkritiken: nach Ankündigung.  
Schlusskritiken: 28.05/29.05.2024

Vorlesung "Konstruktion IV":  
- 21.02.2024 Roger Boltshauser  
- 28.02.2024 Roger Boltshauser  
- 06.03.2024 Roger Boltshauser  
- 13.03.2024 Roger Boltshauser  
- 20.03.2024 Seminar Week  
- 27.03.2024 Lecture Roger Boltshauser + Jan de Vylder  
- 03.04.2024 Easter Break  
- 10.04.2024 Jan de Vylder  
- 17.04.2024 Jan de Vylder  
- 24.04.2024 Jan de Vylder  
- 01.05.2024 Labour Day // Day off  
- 08.05.2024 Jan de Vylder  
- 15.05.2024 Examination - Exhibition of the sketchbooks: All chairs

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**052-0544-24L Architectural Design IV: Public Space Behaviorology in Switzerland (Kaijima) W 14 KP 2V+14U J. De Vylder, M. Kaijima, D. Mettler**  
*Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>). Students who do not wish to change the design class don't have to participate in the internal enrolment.*

*Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!*

**Kurzbeschreibung** Through the method of public drawing, students learn to observe, analyze, and improve a public Further, students propose and build a furniture scale intervention to improve the usability and potential for interaction on the given public space. Research based design, in accordance with architectural behaviorology is a guiding design principle of the course.

## Public space observation by "Public Drawing" (2 weeks)

## Student groups

- are able to identify relevant actors using and shaping a public space. (2)
- are able to use observational skills to identify the interactions between different actors such as humans, plants, animals, weather, etc. on a given public space. (3)
- are able to draw connections between those activities and key actors / elements of the public space. (4)

## Design Competition (1 week)

## Each individual student

- is able to come up with a small-scale intervention to strengthen one or several of the observed interactions. (6)

## Public space research and design (4 weeks)

## Each individual student

- is able to understand the basic principles of evidence-based design. (2)
- is able to define relevant characteristics and metrics to evaluate a design on. (2)
- is able to use and analyze different methods and sources to find relevant information on their research topic. (3)
- is able to evaluate different research findings with the goal to find an optimal design solution based on objective criteria. (5)

## Student groups

- are able to improve a given design according to their individual research finding. (6)

## 1:1 construction (5 weeks)

## Student groups

- are able to draw construction plans for a furniture scale intervention. (6)
- are able to plan the construction process for a furniture scale intervention, including identifying key steps, necessary tools, necessary safety equipment as well as estimating time and money costs. (3)
- are able to construct a small furniture scale intervention. (3)

## Each individual student

- remembers and understands basic safety guidelines for construction. (2)
- is able to use different tools for construction. (3)

## Cognitive scale

- (1) Remember
- (2) Understand
- (3) Apply
- (4) Analyze
- (5) Evaluate
- (6) Create

[https://ethz.ch/content/dam/ethz/main/eth-zurich/education/lehrentwicklung/files\\_DE/Vorlage\\_LernzieleFormulierenDe.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/main/eth-zurich/education/lehrentwicklung/files_DE/Vorlage_LernzieleFormulierenDe.pdf)

## Grading Criteria:

The submissions will be graded before each review. Each submission is graded according to the following criteria:

- Completeness and punctuality of submission
- Research method, the ability to find and analyze information
- Implementation of the concept of Architectural Behaviorology within the design
- Choice of Typology, Design and Expression of the project, in connection with the concept of Architectural Behaviorology
- Structural design, construction details and choice of materials in accordance with the design idea and the method of Architectural Behaviorology
- Visualization, the ability to communicate a design effectively with compelling drawings, models and text.

The final grade consists of the following partial grades:

- Mid review 1 submission: 25 % (group work: 15%, individual work: 10%)
- Mid review 2 submission: 30% (group work: 15%, individual work 15%)
- Final review submission: 35% (group work 25%, individual work 10%)
- 'Construction IV' submission: 10%

## Lecture 'Construction IV':

Introducing students into different design and making approaches to find a path towards their personal approach on designing and making. Last day of lecture, students must bring construction drawing by a A5 sketchbook given at first lecture by design studio to submit the result of understanding of lectures. The presentation will be a large exhibition participated by all 2nd year students to share as exhibition by all 2nd year students. The result will be integrated in the grading of design studio.

Inhalt	<p>Public spaces play an important role in our civic and urban life. They are places of spontaneous gatherings, demonstrations, and markets but also offer spaces for everyday mundane activities such as eating lunch, having a drink, exercising etc. How well the public spaces of a city or neighbourhood work has a big influence on life quality for most of the nearby residence. But what makes a space a good public space?</p> <p>To answer this question, we will use the methods of Architectural Behaviorology as well as follow in the footsteps of previous public space research. By observing public spaces in and around the forest, we try to find the natural, typological and human actors and the rules of the interplay between those, which lead to people using a certain place. We will look at what activities are happening in a public space and how the individual actors are enabling these activities. We will explore the tool of drawing as a way of representing gathered data as well as a tool for design.</p> <p>With these observations in mind, we will work on improving these spaces. By designing a small structure or furniture we try to make people more conscious of the interplay between different actors in these spaces and making the spaces more enjoyable. By working with models, mock-ups and 1:1 installation we also gather a better understanding of materials and construction and learn different building techniques hands-on.</p> <p>The working method of the semester will be design-accompanied by research. Questions of design are questions of research. Students are asked to formulate one key question on the relationship between users and public spaces. Students will individually research how this relationship could be used, strengthened, or changed to improve the quality of the public space. This research will influence the design of the furniture or small-scale structure. Finally, we plan to place the structure onto the chosen public space and will observe, if the design has the desired effect on the space. This loop between observation, research, design, construction and observation again serves as a basis for students to question their design work, further their individual interests and philosophy of design and motivates everyone involved to keep continuously learning.</p> <p>The course is structured as follow:  Public space observation by "Public Drawing" (2 weeks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapping which natural and human actors are present in a public space. Observing what activities are happening in a public space and how these activities are shaped by the design of the space.</li> <li>• Mapping possible connections between the typology of the space, the forms, materials, and structures present and the behavior of human as well as non-human actors.</li> <li>• Using the method of public drawing to illustrate and present the above-mentioned observations.</li> </ul> <p>Design competition (1 week)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Designing a small-scale intervention on a public space following a set of specific requirements as well as constraints.</li> <li>• Illustrating the design idea in model, text, and sketch to a wider audience.</li> </ul> <p>Public space research and design (4 weeks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conducting small-scale research on an architectural topic. Searching for good solutions for the design of small-scale installations in a public space. Testing how research to an architectural topic can be shaped and can influence the design.</li> <li>• Using the tool of model and 1:1 mockup building to test as well as communicate different designs.</li> </ul> <p>1:1 construction (4 weeks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning a small-scale structure, including drawing detailed plans, organizing material, and keeping costs in check.</li> <li>• Constructing a small-scale structure, learning how to handle different tools and safety equipment.</li> </ul> <p>Design testing (1 week)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflecting on and critically questioning the previously done research.</li> <li>• Combining the research and observation in a conclusive research report.</li> </ul>
Skript	<p>Each student will receive a printed reader, containing the basic information about the course, such as schedule, syllabus and other important information, as well as examples and references for the design task, and readings to support the theoretical framework of the course.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Joan C. Toronto, "Caring Architecture", Critical Care, Architecture and Urbanism for a Broken Planet, MIT Press, 2019</li> <li>Architecture For Biodiversity</li> <li>• Tokyo Institute of Technology, Architecture for Biodiversity Tokyo Tech Midorigaoka Campus, Architecture Design Studio 1, Spring 2015</li> <li>Public Space</li> <li>• Gehl, Jan + Svarre, Birgitte "How to Study Public Life", Island Press, Washington, 2013</li> <li>• Atelier Bow-Wow "Commonalities   Comunaliades" ARQ ediciones, Santiago de Chile, 2015</li> <li>• Latour, Bruno "On Actor-Network: A few clarifications", Harvard University Press, Cambridge, 1987</li> <li>Forest</li> <li>• "Conflict Situation and Response Strategies in Urban Forests in Switzerland"</li> <li>• Koechlin, Florianne "The Dignity of Plants", Plant Signaling &amp; Behavior</li> <li>• Wollheben, Peter "Ants Secret Sovereign", The Secret Network of Nature, The Bodley Head, London, 2018</li> <li>Construction</li> <li>• Hebel, Dirk E. "SUDU, Research and Building Manual", Ruby Press, 2015</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This is the second semester of the second-year course. Students need to have visited the first semester of the same course or need the written approval of the professor to join this course.</p> <p>The submissions during the spring semester will be partially group work and individual work.</p> <p>Schedule Spring Semester 2024:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction: February 20th, 10:00</li> <li>• Mid Review 01: March 13th</li> <li>• Mid Review 02: April 24th</li> <li>• Final Review: May 29th</li> </ul> <p>Costs: 150.-  Location: ONA G25 + G27, RIA E1</p> <p>Lecture 'Construction IV':</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 21.02.2024 Roger Boltshauser</li> <li>- 28.02.2024 Roger Boltshauser</li> <li>- 06.03.2024 Roger Boltshauser</li> <li>- 13.03.2024 Roger Boltshauser</li> <li>- 20.03.2024 Seminar Week</li> <li>- 27.03.2024 Lecture Roger Boltshauser + Jan de Vylder</li> <li>- 03.04.2024 Easter Break</li> <li>- 10.04.2024 Jan de Vylder</li> <li>- 17.04.2024 Jan de Vylder</li> <li>- 24.04.2024 Jan de Vylder</li> <li>- 01.05.2024 Labour Day // Day off</li> <li>- 08.05.2024 Jan de Vylder</li> <li>- 15.05.2024 Examination - Exhibition of the sketchbooks: All chairs</li> </ul>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>052-0546-24L</b>	<b>Entwurf IV: Weiterbauen eines alten Traums (GD R. Boltshauser)</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>2V+14U</b>	<b>R. Boltshauser, J. De Vylder, D. Mettler, E. Christ, C. Gantenbein, M. Kajijima, D. Studer</b>
	<i>Die Belegung unter myStudies ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>). Studierende, welche die Entwurfsklasse nicht wechseln möchten, müssen an der internen Einschreibung nicht teilnehmen.</i>				
	<i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</i>				
Kurzbeschreibung	Die im Herbstsemester durch die Wiederbelebung der Dorfkerne gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit der reichen Engadiner Baukultur wollen wir nun nutzen, um uns den Brachen anzunehmen, die in Folge der Strukturveränderungen abseits der Dorfkerne entstanden sind. Mit neuen Nutzungsformen wollen wir grössere Strukturen, wie ehemals prächtige Hotelbauten, durch ein Weiterbauen in die Zukunft tragen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auseinandersetzung mit dem verdichteten, nachhaltigen, zirkulären, einfachen Bauen</li> <li>- Erarbeitung eines breiten theoretischen Grundlagenwissens</li> <li>- Ganzheitliche Gestaltung von Raumatmosphären im Zusammenspiel von Konzept, Kontext, Konstruktion, Klima, Nachhaltigkeit und Materialität</li> <li>- Erforschung und Entwicklung architektonischer Themen, welche aus den energetischen und klimatischen Überlegungen resultieren</li> <li>- Praktische Arbeit am Modell, im Plan und im Visualisierungsprogramm als Teil des Entwurfsprozesses</li> </ul>				
Inhalt	<p>Entwurf IV:</p> <p>Hotelbauten im Engadin sind Zeugen einer Zeit des sozialen Wohlstandes und der veränderten Wahrnehmung des Alpenraums als Kurort und Feriengebiet. Die Entstehung des Alpentourismus Mitte des 19. Jahrhunderts kristallisierte sich in unterschiedliche Hoteltypologien; solitäre palast- und schlossähnliche Baukörper suchen den Dialog mit der Landschaft, und kontrastieren massstäblich die historischen Dorfkerne. Neue Formen des Tourismus haben zum Verfall und zur Entleerung dieser Satelliten geführt, während nicht Ortsansässige die Dorfkerne sporadisch belegen. Dank der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Herbstsemester suchen wir nach alternativen Szenarien zur Wiedernutzung dieser Hotelinfrastruktur, als Ergänzung zur Wiederbelebung der Dörfer.</p> <p>Vorlesung "Konstruktion IV": Das Thema der Vorlesung ist "Konstruktion - Elemente der Architektur". Die Vorlesung vermittelt Einsicht in verschiedene Konstruktions- und Entwurfsmethoden und wird von 4 Entwurfsprofessuren als Block von 5 Vorlesungen gehalten, die die individuellen Herangehensweisen zu architektonischem Entwerfen aufzeigen.</p>				
Skript	Zu Beginn des Semesters wird den Studierenden eine Broschüre ausgehändigt.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tschanz, Martin (2021): Roger Boltshauser, Monografie, Triest Verlag, Zürich.</li> <li>- Boltshauser, Roger; Veillon, Cyril; Maillard, Nadja (2020): Pisé. Stampflehm – Tradition und Potenzial, Triest Verlag, Zürich.</li> <li>- Hönger, Christian; Menti, Urs-Peter; et al. (2009): Das Klima als Entwurfsmittel, Quart Verlag, Luzern.</li> <li>- Kapfinger, Otto; Boltshauser, Roger; Rauch, Martin (2011): Haus Rauch: ein Modell moderner Lehmarchitektur / The Rauch house: a model of advanced clay architecture, Birkhäuser, Basel.</li> <li>- Boltshauser, Roger; Flury, Aita (2009): Elementares zum Raum: Roger Boltshausers Werke / A primer to space: works, Springer, Wien.</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft
		Verhandlung		geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>052-0548-24L</b>	<b>Architectural Design IV: How do we live together? (De Vylder)</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>2V+14U</b>
	<p>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>). Students who do not wish to change the design class don't have to participate in the internal enrolment.</p> <p>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.03.24, 24:00 h (valuation date) only. Deleting or enrolling after the aforementioned date is prohibited!</p>			<b>J. De Vylder, D. Mettler, R. Boltshauser, E. Christ, C. Gantenbein, M. Kajijima, D. Studer</b>
Kurzbeschreibung	<p>Do we live a house Or do we house a life? How. Do. We. Live.</p> <p>Do we know HOW we live TOGETHER? Do we know enough HOW we live TOGETHER? HOW do things around us shape the way we live TOGETHER? HOW do we live with the things around us? WHAT are the conditions around us? WHAT makes our habits? HOW do habits change conditions? How do we live TOGETHER? This studio will be organized in 3 MOVEMENTS.</p>			
Lernziel	<p>For the first 2 movements, students will work in groups of 3. These 3 students become a practice. Each practice will be assigned 1 out of 7 SITES along a street in a generic but specific neighborhood - the SIEWERDTSTRASSE in Oerlikon. A street that has many layers of time, program, speed, and attitude.</p> <p>OFFICE BUILDINGS, SPORTS BUILDINGS, INDUSTRIAL BUILDINGS, PARKING BUILDINGS, FAIR BUILDINGS, REMNANT BUILDINGS.</p> <p>All will be adapted, translated, and transformed by 33%. 33% of housing. What are the needs of TODAY? Is it possible for the 33% to meet the needs of TODAY? HOW do we live? How do the 33% and 66% meet? MOVEMENT 0 - DAYS OF DRAWINGS, the DAY OF NORMS and the DAY OF WORDS</p> <p>We will start the semester with the DAY OF DRAWINGS, the DAY OF NORMS and the DAY OF WORDS. Several practitioners will share the attitude of their practice, its relevance, and its beauty. They will introduce us to their way of working with DRAWINGS, NORMS and WORDS. In the realm of the digital, the analogue and of course the in between. With these new perspectives, in the form of workshops, we will encounter the SITES, getting to know them, by measuring, performing, drawing, and imagining new scenarios. This will be the time you will establish your PRACTICE.</p> <p>MOVEMENT 1- OBSERVATION</p> <p>Each SITE is an existing building to be visited, analyzed, and drawn by the PRACTICE. Observing the SITE, measuring its structural elements, DRAWING the bricks of the facades, the tiles of the floors, the frames of the windows and more. To find the things you were not searching.</p> <p>RECONSTRUCT; DECONSTRUCT; UNDERSTAND; Based on your subjective observation, you will define a program, readjusting the existing construction with added housing typologies.</p> <p>MOVEMENT 2 – A PRACTICE A HOUSE – 33,3 %</p> <p>The project will house 33% of the existing m2 TO LIVE, in whatever form; a multi-generational house, a youth-hostel, an orphanage, an elderly home, a detention center, a cooperative,... This will be in relation to the remaining 66%.</p> <p>66% will contain the existing COLLECTIVE ACTIVITIES in whatever form ; a supermarket, a kindergarten, a laundry room, an office space, garage etc.</p> <p>We will think about RE-, RE-USE, RE-STORE, RE-PAIR, RE-ACT, RE-CYCLE, RE-CARE, RE-ACCEPT, RE-SUMPTIONS, RE-COMPRESSIONS*, RE-ECONOMY*, RE-LOVE, RE-LEAVE, RE-LESS, RE-CONFIRM, RE-SILENCE, RE-VIVE, RE-LIVE, RE-VEAL, UN-RE-VEL, RE-COLLAGE, RE-CONFIGURATE, RE-OBSERVE, RE-CALL, RE-READ, RE-FOCUS, RE-DRAW, RE-PRACTICE, RE-DETAIL, RE-INVENT, RE-QUESTION, RE-STRATEGY, RE-CONFRONT, RE-VENTURE.</p> <p>Depending on the explored context, each practice will answer with a coherent program. It is an opportunity to look critically and responsibly at urges of time to LIVE TOGETHER. As well as the technical aspects of the NORMS, and how they are applied to the gathered knowledge of everything that was learnt through different actions of LIVING last semester, and the existing POTENTIAL of the space and urban fabric.</p>			

Inhalt MOVEMENT 3 - PUBLIC FOLLY - Individual work 3,33%

Whilst still working on the 33%, the 3,33% will be established on the street connected to the ever changing adaptive re - use, a folly will be designed, showcasing the potential of the street and more. A public folly will be designed as a small satellite, projected in the public realm. It shares the same DNA as the house but is different. The ongoing coherent project from Movement 2 will infiltrate the concept of the SATELLITE, becoming a PAVILLON and concluding into a FOLLY. Thoughts, material, program, ideas and more can be RE-USED from the collective house. Therefore, the given sites widen up. The Folly project no longer is situated within the borders of the given plot, but explores the PUBLIC, taking the streets as a loose but concrete guidance for this spatial exploration. Where the house is collective, the Folly is public but still touching and influencing the question on HOW WE LIVE TOGETHER?

Voraussetzungen /  
Besonderes Course languages are English.

Group and individual work.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

►► Entwurf (ab 5. Semester)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
052-1104-24L	<b>Architectural Design V-IX: Concrete Garden (GD C. Baumann)</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>  <i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i>	W	14 KP	16U	C. Baumann
Kurzbeschreibung	We propose to consider the city as a garden, albeit not one made of soil rich in organic matter, but one made of concrete, this material so emblematic of Swiss architecture and therefore of Swiss cities. What are the conditions that permit life to appear in an otherwise mineral, barren urban environment? Zürich will be taken as a case study to explore the potential of this urban nature.				
Lernziel	The semester will be divided in three phases. During the first stage, every group will be assigned a specific kind of ecosystem and will have to explore it within the city of Zürich. The realisation of a transect, that is a linear survey of the living species within the habitat, will allow to cartography the chosen site. The first review will show an analysis of the given ecosystem and of its location within the city boundary.  During the second stage, scenarios will be developed in order to understand what is the potential of this habitat and how it can be beneficial to the city structure. The use of GIS cartography will furthermore permit to map the designated habitat. This work will be supplemented by the realisation of an ecological section. Two scenarios will be presented during the mid-term review.  Within the last stage of the semester, the groups will develop a favoured scenario and have to demonstrate their project's added value to urban ecosystem. Beyond the usual representation tools, the realisation of a landscape axonometry will support the proposed narrative.				

Inhalt	Spontaneous urban nature				
	<p>Weeds creeping through pavement joints, pioneer trees on disturbed ground, lichen crawling on buildings' facades, wild flowers growing along the road's edges, flimsy herbs by the train tracks, mosses in tunnel... We are surrounded within our urban landscapes by spontaneous vegetation. This adventitious flora takes opportunity of any ecological niche available in order to live an untamed existence. At best ignored, at worst fought against by spraying of pesticides and other chemicals, urban nature hosts an inconspicuous but incredibly abundant biodiversity. This "planetary garden" provides in return habitat for insects or birds, collect and breathe rainwater, mitigate heat islands and last but not least also awards a specific joy to the considerate passer-by.</p> <p>Learning form city ecologies</p> <p>During this semester, we will investigate the qualities and potential of unplanned urban nature, a topic which has seen a renewed interest in recent years. While parks, garden and street trees stem from a long tradition of urban planning and landscape architecture, they however require ceaseless maintenance, watering, fertilizing and pruning. In contrast, spontaneous urban nature appears without neither sowing nor seedling, taking advantage of any water or nutrients available, and in the pure spirit of the "punk garden" often grows fast before to die young.</p> <p>Taking as a starting point the seminal book of the American landscape architect Anne Whiston Spirn, the Granite Garden, we propose to consider the city as a garden, albeit not one made of soil rich in organic matter, but one made of concrete, this material so emblematic of Swiss architecture and therefore of Swiss cities. What are the conditions that permit life to appear in an otherwise mineral, barren urban environment? Several kinds of habitats emerge while searching for urban nature. They are determined by three main factors: luminosity, supply of humidity, and nature of soil. The rocky, dry and hot landscape of the train tracks provides habitat to ruderal vegetation while the shady, humid and acidic soil found on a façade is a good breeding ground for mosses and ferns.</p> <p>Terms such as weeds or undesirable plants are not a botanical classification but a subjective way to look at nature. Is necessarily everything unplanned undesirable? Is there an advantage to this unruly vegetation? In our era of ecological collapse and mass extinction, we believe no type of nature should be seen as redundant or disposable. We will investigate the potential of those feral ecologies to create more lively, diverse and sustainable urban environments.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The introduction will take place on Tuesday 20.02.2024. The studio will be structured according to the following framework:</p> <p>Review I – analysis: 12.03.24  Review II – scenarios: 23.04.24  Review III – project development: 29.05.24</p>				
Kompetenzen	<p>Extra cost – per student – ca 100 CHF for the site visit.</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Verhandlung</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>		
052-1144-24L	<p><b>Entwurf V-IX: Topic (N.N.) ■</b></p> <p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p><i>Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i></p> <p><i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</i></p>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<p>Die alpine Landschaft verändert sich in beschleunigter Form. Kontrastiert wird diese Entwicklung von einer rudimentären Beschreibung des Raums als Grundlage für die aktuelle Planung. Vor diesem Hintergrund plädieren wir für eine umfassende und feingliedrige Profilierung der Alpen als Ausgangslage für den Entwurf neuer Landschaften. Dies unter der Prämisse der Erzeugung maximaler Differenz.</p>				
Lernziel	<p>Eigenständiges Denken und Handeln</p>				



Inhalt	<p><b>Erhöhter Druck auf die alpine Landschaft</b>  Die alpine Landschaft verändert sich in beschleunigter Form. Die fortschreitende Urbanisierung sowie der Klimawandel transformieren dabei das sensible Gefüge grundlegend. Im Zuge dieser Entwicklung wird die Bedeutung der Alpen mit Blick auf einen umfassenderen Kontext stark zunehmen, denn die vielfältigen vorhandenen Ressourcen (Frischluft, Wasser, Biodiversität) wecken zahlreiche Begehrlichkeiten. Die heute bereits vorhandenen Interessens- und Nutzungskonflikte dürften sich damit zusätzlich verschärfen.</p> <p><b>Unschärfer Blick</b>  Die Entwicklung kontrastiert mit einer rudimentären Beschreibung des Alpenraums als Grundlage für die aktuelle Planung. Das Bild ist dabei geprägt von der Vorstellung einer heterotropen Raumaufteilung (Urbanität vs. Brache). Eine Folge daraus ist die paradoxe Situation, dass konkrete Vorhaben jeweils am Einzelfall verhandelt werden und entsprechende (und dringend notwendige) Entwicklungen stagnieren (vgl. die Diskussion um die neue Wasserkraftanlagen).</p> <p><b>Den alpinen Raum neu denken</b>  Vor diesem Hintergrund plädieren wir für eine möglichst feingliedrige und vielschichtige Erfassung des Raums als Ausgangslage für eine weiterführende Diskussion. Dieser Ansatz folgt der Einsicht, dass in der ausgesprochenen Kleinräumigkeit seit je her das kennzeichnende Merkmal der alpinen Landschaft zu verorten ist, wobei jede Talschaft, primär bedingt durch die landschaftlichen Konditionen, durch spezifische Eigenarten gekennzeichnet ist. Diesem «Substrat der Landschaft» wollen wir nachspüren und es an den Anfang der weiteren Überlegungen stellen. Dabei geht es uns um die beschleunigte Erzeugung von Differenz. Denn im Alpenraum ist «das Andere» nachbarschaftlich omnipräsent und wirkt sowohl identitätsstiftend als auch stabilisierend für die Existenz der vielfältigen Gemeinschaften.</p> <p><b>Landschaften profilieren</b>  Im Semester betrachten wir alpine Talschaften am konkreten Fall. Aus dieser intensiven Lektüre des Raums leiten wir pro Raumkammer spezifische Nutzungen ab, die in der Folge mit entwerferischen Mitteln weiter geschärft und visualisiert werden sollen. Dem Bild zukünftiger alpiner Landschaften kommt dabei eine doppelte Bedeutung zu. Es bündelt die Gebrauchs- und Wahrnehmungsebenen zu einer Synthese, aber es ist auch die ikonografische Fassung jener Vision, welche eine Gemeinschaft zu gemeinschaftlichem Handeln im Raum verführen soll. Der Versuch, ein zentriertes Bild, ein Thema für die Identifizierung eines Ortes zu finden, wirkt dabei als spekulative Antizipation auf dem Weg zu einer Profilierung der Alpen. Dabei ist das Bild immer eher als Analyse denn als Entwurf aufzufassen, insofern, als dass es eine theoretische Fassung und Bewertung der schon vorhandenen Entwicklungslinien darstellt.</p>				
Skript	Das Workbook wird in der ersten Semesterwoche ausgegeben (20 CHF, optional).				
Literatur	Die relevante Literatur ist im Workbook enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Co-teaching: Günther Vogt & Thomas Kissling Wissenschaftliche Begleitung: Markus Ritter & Rolf Weingartner Assistierende: Fabiana Frisullo, David Jung, Andreas Klein  Einzel- und Gruppenarbeit, wovon min. 4 Wochen Gruppenarbeit.				
Kompetenzen	Einführung: 21.02.23, 9:00 Uhr, Ort: Case Studio Vogt (Stampfenbachstr. 59, 8006 Zürich) Schlusskriterien: 31.05. und 01.06. (ganztags) Extrakosten: 150/190 CHF (HTX/GA) Field Trip + 20 CHF Workbook (optional)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>052-1118-24L</b>	<b>Entwurf V-IX: Topic (NN) ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<p>Findet dieses Semester nicht statt.  Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</p> <p>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</p>
Kurzbeschreibung	Anhand einer aktuell relevanten Bauaufgabe – der Umnutzung und Aufstockung von mehrgeschossigen Bürogebäuden zu Wohnhäusern – testen wir, ob und wie ein hoher ökologischer Anspruch bei urbanen Gebäuden eingelöst werden kann. Das Zusammenspiel von Bestandsgebäude und Neubauteil interessiert uns hinsichtlich gestalterischer, nutzungsmässiger, konstruktiver und auch ökologischer Konzeption.				
Lernziel	Befähigung, einen Entwurf von einer Idee, einem Konzept bis zu einem ausgereiften Projekt zu entwickeln, Zwischenstufen immer wieder selbstkritisch zu hinterfragen und dabei zu einer individuellen Entwurfsmethodik und -haltung zu finden.				

Inhalt	<p>Seit den 1970er Jahren stehen ökologische Themen im Raum. Der globale Energieverbrauch ist aber seitdem stetig angestiegen, allen gegenteiligen Anstrengungen zum Trotz. Das Hauptproblem bilden die damit gekoppelten Treibhausgasemissionen. Ein erheblicher Teil entsteht durch Gebäude, d.h. deren Erstellung, Betrieb und Nutzung.</p> <p>Die Diskussion über die Gegenmassnahmen zur Erderwärmung ist vielstimmig und komplex – eine Fülle an Daten und Konzepten sind vorhanden, jedoch fragmentiert und nicht einfach einzuordnen.</p> <p>Wir beschäftigen uns in unserem letzten Semester an der ETH noch einmal intensiv und vertieft mit dem Themenkreis und greifen dafür auch auf die aktuelle Master's Thesis Themenplattform «DURABILITY AND/OR CHANGE?» zu.</p> <p>Wir fragen unter anderem:</p> <p>Wie lassen sich bei Gebäuden Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen minimieren, sowohl für die Erstellung/Entsorgung als auch für den Betrieb, im Hinblick auf den ganzen Lebenszyklus? Unter welchen Voraussetzungen wären Nullenergiehäuser möglich und wie weit sind wir noch von klimaneutralen Gebäuden entfernt?</p> <p>Was können Photovoltaikerelemente beitragen, und unter welchen Bedingungen? Und wie lassen sich damit Gebäude gestalten?</p> <p>Wie gut oder wie schlecht schneiden Baustoffe wie Beton, Holz, Stahl, Glas, Backstein, Lehm, Naturstein hinsichtlich grauer Energie, grauem CO<sub>2</sub> und Langlebigkeit ab? Wie steht es dabei mit den Wärmedämmungen – auch in Relation zu den erwartbaren Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen?</p> <p>Und wie verhalten wir uns zu den vielen Gebäuden in der Schweiz, die nur minimal oder nicht gedämmt sind und meist mit fossilen Brennstoffen geheizt werden? Wie kann man angemessen die in den «Veteranen» aufgehobenen Ressourcen erhalten, wie sie an neue Anforderungen anpassen – wann und wie sollten wir umbauen, ergänzen oder neu bauen?</p> <p>Was also tun, was lassen?</p> <p>Anhand einer aktuell relevanten Bauaufgabe – der Umnutzung und Aufstockung von mehrgeschossigen Bürogebäuden zu Wohnhäusern – testen wir, ob und wie ein hoher ökologischer Anspruch bei urbanen Gebäuden eingelöst werden kann. Das Zusammenspiel von Bestandsgebäude und Neubauteil interessiert uns hinsichtlich gestalterischer, nutzungsmässiger, konstruktiver und auch ökologischer Konzeption. Die gekonnte Balance ist eine Kunst!</p> <p>Die Konstruktion und Detaillierung des Neubauteils ist dabei grundlegend (integrierte Disziplin).</p> <p>Wir besprechen unsere Entwürfe auch mit Ingenieur:innen für Statik und Haustechnik und versuchen sie vor dem Hintergrund ihrer Praxiserfahrungen zu bewerten.</p> <p>Neben dem Einsatz von klassischen Entwurfs- und Planungswerkzeugen (Skizzen, Fotos, Filmen, Plänen, Details, Modellen) benutzen wir in diesem Semester auch Berechnungs-Tools. Sie sollen uns erste Abschätzungen der involvierten Energie und Treibhausgase in der Erstellungs- und Nutzungsphase erlauben. Dies wird in Tutorials mit Arend Kölsch eingeführt und besprochen.</p> <p>Schliesslich wollen wir den architektonischen Ausdruck der Projekte mit Renderings überprüfen und weiterentwickeln. Dafür werden ab Mitte Semester Render-Tutorials mit Martin Wey angeboten (fakultativ).</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Zu Beginn des Semesters wird uns ein gemeinsamer Seminartag einen ersten Überblick über den grossen und herausfordernden Themenkreis vermitteln, zudem loggen wir uns in die ersten «Seminarabende» der Master's Thesis Studierenden ein.</p> <p>Assistierende sind Kathrin Sindelar, Moritz Holenstein und Stefan Jos; als Gäste/Tutoren kommen Arend Kölsch und Martin Wey hinzu. Zu den Kritiken sind Bauherrschaften und Mietende der Liegenschaften und natürlich auch Architekt:innen als Gäste geladen. Das Semester wird von Annette Gigon geleitet.</p> <p>Zusätzliche integrierte Disziplin(en): Konstruktion</p> <p>Nur Gruppenarbeit</p> <p>Einführungsveranstaltung: 21. Februar, 10.00 Uhr, HIL D 15 Zwischenkritiken: 07./08. März, 04./05. April, 02./03. Mai Schlusskritik: 30./31. Juni</p>				
Kompetenzen	CHF 80.-- pro Person (Schätzung, ohne allfällige Seminarwochenkosten)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		
<b>052-1126-24L</b>	<b>Entwurf V-IX: Jura Résistant (E.Mosayebi) ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>E. Mosayebi</b>
	<p><i>Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i></p> <p><i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Dauer und Zeit als grundlegende Dimensionen der Architektur beschäftigen uns auch der nächsten Trilogie im Jura. Wir richten den Blick auf Biel, wo wir die Frage nach Permanenz stellen. Wir suchen nach städtebaulichen Lösungen und architektonischen Formen und Typen, die dem Wandel der Zeit widerstehen und entwerfen Räume, die von künftigen Generationen neu angeeignet werden können.</p>				
Lernziel	<p><b>MATERIALWISSEN UND KONSTRUKTION</b> Die Studierenden eignen sich Wissen zum Thema Naturstein, dessen Geschichte, Bearbeitung, Verarbeitung und Einsatzmethoden an. Sie lernen das Gebäude als strukturell-konstruktives System zu entwickeln, welches den bisweilen in Vergessenheit geratenen Naturstein als ökologisches Baumaterial erneut aufgreift. Wir stellen uns die Frage, in welchen Umständen das Bauen in Naturstein Sinn macht.</p> <p><b>NARRATIV UND PRÄSENTATION</b> Auf der Suche nach Narrativen lernen die Studierenden ihre Projekte innerhalb unseres heutigen Kontextes mehrdimensional zu begründen. Narrative nehmen externe Faktoren (Ökonomie, Ökologie, Kultur, Soziologie) und Interessensgebiete auf und helfen ihnen dabei, das Projekt in sich zu einem konsistenten Ganzen zu formen und nach aussen zu kommunizieren.</p> <p><b>GRUNDRISS UND STÄDTEBAU</b> Die Studierenden lernen, oben genannte Stränge in einem konsistenten, experimentellen Grundriss zu vereinen. Das Projekt wird dabei als nutzungsoffene, polyvalente Behausung gesehen, um eine künftige Entwicklung und Aneignung zuzulassen. Ebenso legen wir Fokus auf die Einbettung in den lokalen Kontext. Die Studierenden eignen sich Strategien und Werkzeuge an, um ihre Projekte auf dem Bauplatz städtebaulich einzugliedern.</p>				

Inhalt	<p>Dauer und Zeit als grundlegende Dimensionen der Architektur beschäftigen uns auch in den kommenden Semestern. Aus den Blickwinkeln des Temporären, Zirkulären und Permanenten vermessen wir geographische Räume und ihre gegenwärtigen Konstitutionen. Nach den architektonischen Interventionen im Tessin blicken wir in den folgenden drei Semestern nach Westen ins Juramassiv.</p> <p>Wir beginnen die neue Reihe in Biel, gelegen an der tektonischen Grenze von Jura und Mittelland. Hier stellen wir die Frage nach Permanenz und untersuchen, wann und wieso Architektur besonders langlebig ist. Wir suchen nach städtebaulichen Lösungen und architektonischen Formen und Typen, die dem Wandel der Zeit widerstehen und entwerfen Räume, die von nachfolgenden Generationen immer wieder neu angeeignet werden können. Das Projekt betrachten wir als nutzungs offene und aneignbare Behausung.</p> <p>Um Projekte für die Longue Durée zu entwickeln, fokussiert sich der Entwurf wiederum auf den Einsatz von tragendem Naturstein. Im Jura weit verbreitet sind die langlebigen und eher weichen fossilen Kalksteine, welche dank ihrer guten Bearbeitbarkeit seit langem abgebaut und als Mauer- und Werksteine auch für tragende Zwecke verwendet werden. Gerade in der Diskussion um Nachhaltigkeit scheinen die ökologischen wie auch ökonomischen Potenziale des tragenden Natursteins noch nicht ausgeschöpft.</p> <p>Zu Beginn des Semesters porträtieren wir aktive Steinbrüche in der Nordschweiz. Wir untersuchen die Gesteinsarten, die Abbautechniken, die Herstellung der Werksteine bis hin zu den anfallenden Abfallprodukten. Parallel dazu arbeiten wir an ausgewählten Bauplätzen in Biel und entwickeln Architekturen von der Ressource, zum konstruktiven Detail, der Tektonik als Ausdruck einer schlüssigen konstruktiv-strukturellen Fügung, der städtebaulichen Setzung, bis zu experimentellen Grundrissen für dauerhafte und anpassungsfähige Wohnräume. Dabei entwickeln die Studierenden eigene Narrative, welche sich mit der Frage der Permanenz befassen und zum zentralen Treiber des Entwurfs werden.</p> <p>In Zusammenarbeit mit BUK entstehen grossmassstäbliche Modelle und konstruktive Zeichnungen. In Workshops mit dem Künstler Taiyo Onorato entwickeln wir steinerne Kompositionen im Bild. Geplant ist eine Exkursion nach Biel in der ersten Woche. Das Semester wird in Zusammenarbeit mit Guillaume Habert (Professor für Nachhaltiges Bauen) sowie Jacqueline Pauli (Professorin für Tragwerksentwurf) durchgeführt.</p>																																																											
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Nur Gruppenarbeit Zusätzliche integrierte Disziplin(en): Konstruktion (BUK)</p> <p>Einführungsveranstaltung: 20.02.24, 10:00, HIL F75 Daten Zwischenkritiken: 13.03.24, 30.04.24 Datum Schlusskritik: 28.05.24, 29.05.24</p>																																																											
Kompetenzen	<p>Zusätzliche Kosten: CHF 75 (Schätzung, ohne allfällige Seminarwochenkosten)</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verhandlung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>			Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	gefördert		Problemlösung	gefördert		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		Verhandlung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert																																																										
	Verfahren und Technologien	gefördert																																																										
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert																																																										
	Entscheidungsfindung	gefördert																																																										
	Medien und digitale Technologien	gefördert																																																										
	Problemlösung	gefördert																																																										
	Projektmanagement	gefördert																																																										
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																																										
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																										
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																																										
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert																																																										
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																																										
	Verhandlung	gefördert																																																										
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																										
	Kreatives Denken	gefördert																																																										
	Kritisches Denken	gefördert																																																										
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																																										
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																																										
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																										

<b>052-1128-24L</b>	<p><b>Architectural Design V-IX: Topic (NN) ■</b>  <i>Findet dieses Semester nicht statt.  Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i></p> <p><i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i></p>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	Noch nicht bekannt
---------------------	--	----------	--------------	------------	--------------------

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

052-1120-24L	<b>Architectural Design V-IX: HouseEurope!: The Renovation Practice (O. Grawert/A.Brandhuber) ■</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>	W	14 KP	16U	O. Grawert
Kurzbeschreibung	<i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.03.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i> As of the previous semester, this studio has become part of HouseEurope!, a European Citizens' Initiative that advocates for legislative change on a European level. As an initiative, our aim is to boost the renovation of existing buildings and, by doing so, prevent their demolition driven by speculation.				
Lernziel	This course encompasses a variety of formats aimed at enhancing various skills and understandings. Participants will engage in research, reading classes, writing, editing, conducting interviews, creating diagrams, performing calculations, and fact-checking to ensure a robust and factual understanding of the subject matter. Additionally, skills in drawing, filming, cutting, storytelling, and presenting will be developed to ensure a skilled and captivating way of conveying facts to an audience.  - Gain an understanding of the relationship between an object, building, and system, while learning to deal with complexity and applying systemic thinking. - Comprehend various sources and perspectives, and engage in discussions about values and perspectives to acquire deep and accurate knowledge. - Develop strategic thinking and argumentation skills in conjunction with mastering the art of storytelling and narrative design. - Learn practical skills such as the techniques of camera operation and video editing, essential for effective communication and presentation.				
Inhalt	<b>A Collective Project</b> As of the previous semester, this studio has become part of HouseEurope!, a European Citizens' Initiative that advocates for legislative change on a European level. As an initiative, our aim is to boost the renovation of existing buildings and, by doing so, prevent their demolition driven by speculation. By choosing this studio, you will join the initiative and become part of the collective effort for real political change. Therefore, this semester will be operated as a collective research & design project. Its structure foresees a series of exercises that begin individually and in small groups, culminating in individual projects, which then merge into one common result – similar to a film production, where all students work and contribute towards a collective goal. Your contribution is valuable and matters to the initiative!  <b>How to Build an Alternative Practice?</b> "The biggest challenge for architects today is to design a self-sustaining practice in times of post-growth." This quote by architect and transformation scientist Saskia Hebert (ARCH+ 251: Unternehmen Architektur, 2023) aptly summarizes the challenges we, as architects, are facing today. Aware of the construction sector's consequences for the climate crisis and our role in it, we ask: how and what to practice in the future, to no longer contribute to this damaging practice and yet, earn and enjoy a living of practicing architecture.  As our latest film "The Demolition Drama" illustrates, the renovation sector holds a great potential for the social-ecological transformation of the existing building stock. Currently, only 1% of Europe's existing buildings have been renovated. With an annual renovation rate of 1%, it would take 100 years to renovate Europe's building stock. This is four times longer than we have and agreed to in the 2050 climate goals. Similarly, in Switzerland it will take 125 years to renovate Switzerland's building-stock existing building stock at its current rate (vgl. Sascha Nick, EPFL). Unless we would reroute the Swiss labor force within the construction sector, it could be possible to do so in only 14 years. Thus, we don't only have to renovate and transform our building stock but also the practice of building itself. In short, we have to: "Fix the office!" (vgl. Charlotte Malterre-Barthes, Moratorium On New Construction.)  <b>How to Tell an Alternative Story?</b> We aim to tell stories about alternative approaches to practicing and constructing architecture, emphasizing methods that involve preserving, adapting, renovating, and transforming existing buildings. Our focus is on practices from various countries that have successfully implemented projects for social-ecological transformation. These practices, often overlooked for a long time, span a range of scales from small to large and encompass both private and public usage. The diverse examples we showcase aim to raise awareness about the untapped potential inherent in existing structures. Our objective is to conduct comprehensive research into these practices, exploring their projects along with the stories and facts that underlie them.				

Voraussetzungen / Group work only  
Besonderes

Introduction: 20.02.2024, 10:00, HIL G.57  
Intermediate crits: To be announced  
Final crits: 28/29.5.2024

CHF 100.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)

Important Notes on this Semester:

- Prof. Brandlhuber is on a sabbatical leave - the studio will be operated by the s+ teaching team. -

This semester is in collaboration with RIOT, Prof. Charlotte Malterre Barthes at the EPFL in Lausanne. The research phases are happening in parallel, although not overlapping entirely. We will create multiple moments of exchange, especially in the form of shared online inputs, and also aim for inter-class collaboration, yet we will focus on different end-results.

- The studio shall be filmed for two days by a film team as part of a documentary on HouseEurope!. Students are not required to participate, but we would appreciate your openness to provide an insight into your work mode and environment. This will be discussed in detail as part of the class.

- We intend to reserve every Tuesday afternoon for common discussions (live or online). We strive to cultivate this exchange to keep everyone informed about the findings and developments of the different sub-groups to create shared knowledge.

---

<b>052-1130-24L</b>	<b>Entwurf V-IX: Everything you need (GD O.Lütjens/T.Padmanabhan) ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>O. Lütjens, T. Padmanabhan</b>
	<i>Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>				
	<i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</i>				
Kurzbeschreibung	In the design studio EVERYTHING YOU NEED, will work on new cooperative apartment buildings along the train tracks between Zurich and Olten.				
Lernziel	In the design studio EVERYTHING YOU NEED the students will learn to develop innovative ideas for cooperative housing on sites along the train tracks between Zürich and Olten. Centred around the principle of Sufficiency the students will learn to formulate an architectural position with regards to questions of urbanism, housing typology, exterior and interior expression and possible new ways of living together. The students will learn about architecture as a language of form. They will learn how a building's specific expression can be translated into an innovative, sustainable way of construction.				
	Drawings, photographs, models and model photography as well as oral presentations and short texts will play an important role in the design process as well as in the semester's final presentation.				
Inhalt	Today, the question of affordable housing, the problem of increasing social isolation and the urgency of climate change have become inseparable. Sufficiency, a sub-principle of sustainability is aiming at replacing the unlimited use of resources with a new understanding based on using only the necessary means.				
	If the idea of sufficiency is to reduce the consumption of capital, material, and energy, how does this lead to a new way of constructing and inhabiting a building? Is a sufficient architecture one of lightness, simplicity, and clarity or one that is composite, challenging, and complex? Will sufficient architecture be an initiator for ecological innovation and for social change?				
	In the design studio EVERYTHING YOU NEED, will work on new cooperative apartment buildings along the train tracks between Zurich and Olten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nur Gruppenarbeit  Einführungsveranstaltung: 20.02.2024, 09:30 Zwischenkritiken: Schlusskritik: 29.05.2024  CHF 100 (Schätzung, ohne allfällige Seminarwochenkosten)				

---

<b>052-1116-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: The Importance of Being Ernst (T.Emerson) ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>T. Emerson, Noch nicht bekannt</b>
	<i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>				
	<i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i>				
Kurzbeschreibung	Atelier Gisel is seeking applications from twenty-four early career architects to resume professional and creative activities of one of Zurich the most important architectural practices. Applicants should demonstrate an interest in documenting, re-imagining and extending the practice's seminal architectural oeuvre built between the 1940's and the 1990's.				
Lernziel	Use drawing, photography and model-making to grasp and communicate your stance towards the built and natural surroundings. Work with archival material and your documentation of the existing to develop a design project. Develop a critical stance towards material culture, ecology and biodiversity, construction, densification and the transformation within the existing built and natural fabric. Develop and refine skills in making, thinking through one's hands. Learn how to discuss and develop group projects, in groups of two and bigger.				

Inhalt	<p>Atelier Gisel is seeking applications from twenty-four early career architects to resume professional and creative activities of one of Zurich the most important architectural practices. Applicants should demonstrate an interest in documenting, re-imagining and extending the practice's seminal architectural oeuvre built between the 1940's and the 1990's.</p> <p>Atelier Gisel is a three-storey building near Klusplatz, designed in 1974 for and by the office of Ernst Gisel. Following the closure of the office after six decades of professional practice, Gisel gifted the atelier, alongside his archive, to ETH on condition it remains a place where architecture is practised. In many ways, Gisel's former office set the gold standard for the architectural and building culture of Zurich in the second half of the twentieth century. We shall use our direct experience of the studio and the archive as a starting point for translations of past exemplars into contemporary questions. What material strategies would one develop to achieve the same refinement, the same genus loci but in the era of climate emergency?</p> <p>The task may seem straight forward and modest at first, but it will require a rigorous and radical imagination to develop a contemporary architecture that is both specific and could become the standard for which architecture aspire. Low carbon, accessible, playful, sculptural, expressive or discreet; they can all work as long as you remember the importance of being Ernst.</p>				
Literatur	<p>It would be wrong to describe suburban architecture in Zurich as anonymous and rarely can it be described as genius. Many architects have worked with care and dedication in designing houses for their clients. Yet this pioneering book by Sibyl Moholy-Nagy published in 1957 titled, Native genius in anonymous architecture can provide a mirror in which to reflect objectively on the qualities of an architecture, which while not anonymous, does not have a voice in academic architecture.</p> <p>Written nearly a decade before Rudofsky's Architecture Without Architects (1964), Moholy-Nagy seeks to identify the architectural qualities intrinsic to North American building traditions and design. She writes about what she sees; her gaze is forensic about construction and materials, form and climate.. Her attention to architecture in relation to climate and user anticipates the preoccupations of post-oil crisis environmentalism, solar houses and the contemporary search for a sustainable and regenerative architecture today.</p> <p>Buildings are transmitters of life is the opening statement. And while the life of the people who design, build and use the buildings under examination is front and centre, the book is structured from the outside long before the Anthropocene was named, demanding new atmospheric taxonomies. Site and Climate leads to Form and Function, Material and Skills and A Sense of Quality enigmatically illustrated by the roof, corner, base and access (doors to you and me).</p> <p>Moholy-Nagy's chapters are not only useful in offering a way to see and understand architecture, it maintains a critical bite into a vernacular too often romanticised by Modernism. She does not spare the 'bunglers who studded the land with eyesores'. She is attentive to deep cultural meaning, praising histories that naturally embody climate, use and change while wary of the 'tyranny of tradition'.</p> <p>We can use NGIAA to look differently at the single-family house. To see it as an environment of material events embodying social value. To see it as a place of invention and tradition, often wasteful but full of potential. Above all Moholy-Nagy draws narrative from climate to door detail that speaks to the most pressing issues of today and tomorrow.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>More specific literature will be discussed and provided upon request.</p> <p>Group work only</p> <p>Introduction: February 20 2024, 10:00 Uhr, Atelier Gisel, Streulistrasse 74a Intermediate crits: Final crits: Extra costs: CHF 100 per student. (Approximation, excl. Seminar Week)</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
052-1124-24L	<b>Architectural Design V-IX: At the end of the World: Museums (M. Issoufou) ■</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>  <i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>M. Issoufou Mahamadou</b>
Kurzbeschreibung	<p>We will question Museums as institutions, buildings and practices. Through the 19th and 20th centuries, Museums have been active agents of colonization and dispossession. The studio will work within the Ethnographic Museum of the University of Zurich and the Rietberg Museum. The program will reshape the role of the two Institutions in their context.</p>				

Lernziel	<p>The semester's topic is an exercise in practicing a decolonization of knowledge, and of the architectural practice mindset. It relies on the notion of intersectional sustainability, which requires decolonizing processes, materials, labour, and practices within global mechanisms of architectural production. The objective is to develop projects that move away from politics of exploitation and imagine positive contributions for people and the planet.</p> <p>This semester, we will question Museums as institutions, buildings and practices. They are places where the relationship between individual and collective memory emerges in the process of functionalizing cultural memory in memory institutions (Lang 2007, 62). Through the 19th and 20th centuries, Museums have been active agents of colonization and dispossession. They contain works of art from all over the world, and many from formerly colonized lands. Many objects from their collection do possess violent pasts, and are today raising public awareness. Effectively, these objects' histories can no longer be neutralized through scenographies and institutional politics. Western Museums around the globe are under pressure, and their politics, practices and spaces are urged to be redesigned to propose non-colonial and non-imperial relations to the objects. What would that process look like? What are the implications for the museum and its collections? Are the objects museums' actual <i>raison d'être</i>? Does the urgency of repatriation/rematriation imply that museums must be entirely redesigned? Are there ways we can envisage culture without consuming it in its current exploitative form?</p> <p>This semester, we will address sustainability and heritage within institutional and architectural practices. Through research and design, we will navigate and propose provisional and situated answers to the following problematics: How can we denaturalize the uneven access to objects and knowledge? How do we deal with these objects and their violent histories if they are not repatriated/repatriated, and which traces to keep of them when they are restituted? What spaces, uses, needs, and practices emerge from these politics, ethics and reparations? How do we think of spaces for restitution, repair, and what is beyond repair? The return of ill-acquired objects will eventually be inevitable as evident from the current turmoil surrounding the question. Imagining what it would mean allows us to be armed with positive solutions for something new and engaging rather than allowing fear to maintain us on the wrong side of history. As we imagine a world several years in the future where Museums no longer own these objects in their collections, it begs the question: What are the futurities of museums at the End of the World?</p>
Inhalt	<p>This studio strives against modern processes of erasure. The celebration of the industrial world, frequently termed as development, is in many ways unsustainable and by no means a universal measure of progress. Unacknowledged exploitations and appropriations promoted by modernism participated and continue to participate in the erasure of indigenous and localized identities in the name of capitalist, extractivist and neocolonial values hidden under the guise of universalism. Institutions and architecture have often been agents of their own isolation, neglecting nature, culture and human lives. They have been and are complicit in reinforcing class, racial and cultural segregation. Institutions and disciplines have inherited from imperial violence, and continue to reproduce it in hiding their responsibility by the production of ignorance at best, or deliberate obfuscation at worst.</p> <p>The current world order is only possible because of the exploitation, impoverishment and organized underdevelopment of others through global material flows, globalized labour, raw materials extraction and control. Capitalism has had catastrophic consequences on the planet, economies, and people. Capitalistic institutions created further intangible borders establishing the concept of "Global North" and "Global South" that surmounted the geographical frontiers and imposed the control of the first on the latter. These divides, borders and inequalities are equally active in cities of the "Global North", through grating uneven access to resources, institutions, health and representation according to gender, race, class and other identities or belongings. Responsibilities for threatening the Global Majority with economic and institutional systems by the Global Minority remain earthed. Part of not being complicit in this cycle is for the Global Minority to consider becoming hyperlocal (by reconnecting with local practices, local vulnerabilities).</p> <p>The Studio's mission aims for a "Decolonization from/of the Global Minority" by breaking down the inherent superiority complex and repositioning the institution and context in which we work, in order to better situate the students' perception within a long, entangled and multilayered understanding of our place in the world. Through Research, we aim to contribute to a "Decolonization from/of the Global Majority" by taking steps to acknowledge the dispossession of knowledge and create thresholds toward their restitutions.</p> <p>Imagining architecture, institutions, and our societies "at the end of the World," proposes to follow Denise Ferreira da Silva at the end of this World, as to refer to worlds in which we work collectively toward the dismantlement and transformation of the world system which perpetuates inequalities, racism and colonial legacies. Imagining at the end of the World also invites us in an epistemological rupture with Eurocentrism, acknowledging, listening to and working with alternative ways of conceiving, designing and experiencing. Imagining at the end of the World goes beyond linear and colonial conceptions of time and history, rejecting the idea that non-imperial and non-colonial ways of thinking and doing never existed, making kin with pasts, presents and futurities. Imagining at the end of the World means standing in solidarity and dismantling together oppressive systems. Imagining at the end of the World urges us to re-evaluate and transform our societies' relation to nature, land and people in times of environmental collapse. Imagining at the end of the World is answering to Mark Fischer's "It's easier to imagine the end of the world than the end of capitalism," by engaging in imagining at the end of this World, not as a distant desired utopia, but as an actual practice of collective emancipation.</p>

Literatur The semester readings will be discussed in the format of a book club.

Book Club n°1. Decolonizing knowledge production

-“Colonizing knowledges” in Smith, Linda Tuhiwai. Decolonizing Methodologies: Research and Indigenous Peoples. University of Otago Press ; 1999: 58-77.

-Mignolo, Walter D. “Epistemic Disobedience, Independent Thought and Decolonial Freedom.” Theory, Culture & Society26, no. 7–8 (December 2009): 159–81.

-“Plunder, Objects, Arts, Rights” in Azoulay, Ariella. Potential History. Unlearning Imperialism. Verso Books, 2019: 58-89.

-“To Restitute” in Sarr, Felwine, and Bénédicte Savoy. The Restitution of African Cultural Heritage: Toward a New Relational Ethics. [Paris]: Ministère de la Culture, 2018: 27-42. [http://restitutionreport2018.com/sarr\\_savoy\\_en.pdf](http://restitutionreport2018.com/sarr_savoy_en.pdf).

Book Club n°2. Decolonizing typologies. On spatial justice and accessibility

-“The Operations of Spatial Agency” in Awan, Nishat, Tatjana Schneider, and Jeremy Till. Spatial Agency: Other Ways of Doing Architecture. Abingdon, Oxon [England] ; New York, NY: Routledge, 2011: 67-82.

-“Architecture at the heart of spatial justice” in Cuff, Dana. Architectures of Spatial Justice. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2023:1-16.

-“Rewriting the Narrative” in Shringarpure, Bhakti, and Shimrit Lee. Decolonize Museums. New York: OR Books, 2022.

-“A Negative Moment” in Hicks, Dan. The Brutish Museums: The Benin Bronzes, Colonial Violence and Cultural Restitution. Paperback edition. London: Pluto Press, 2021.

Book Club n°3. Decolonizing architectural practices. Design and social justice

-Mignolo, Walter. The Darker Side of Western Modernity: Global Futures, Decolonial Options. Latin America Otherwise: Languages, Empires, Nations. Durham: Duke University Press, 2011:1-24.

-Misiaszek, Gregory William. Ecopedagogy: Critical Environmental Teaching for Planetary Justice and Global Sustainable Development. Bloomsbury Critical Education. London ; New York: Bloomsbury Academic, 2020:201-225.

-Smith, Laurajane. Uses of Heritage. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2006:195-236;276-298.

- Thomas, Leah. The Intersectional Environmentalist: How to Dismantle Systems of Oppression to Protect People + Planet. London: Souvenir Press, 2022:39-41;65-68;86-87;103-106;123-145;157-165.

Voraussetzungen / Besonderes Individual and group work, including 5 or more weeks of group work.

Introduction: 20/02/2024, 10:00 Ethnographic Museum Seminaroom, Zurich  
 Intermediate crits: 12/03/2024, 23/04/2024  
 Final crits: 28/05/2024  
 Extra costs: CHF 100.-- per student (estimated costs without Seminar Week)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**052-1138-24L Architectural Design V-IX: Living in Cycles (M.Conen) ■** **W 14 KP 16U M. Conen**

*Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).*

*Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!*

Kurzbeschreibung How can we use water with more sensibility and efficiency?With these considerations in mind, we will explore the potential of existing structures and related spaces in Biel with a specific emphasis on housing.Through strategic interventions, we aim to establish cycles within these structures, transforming them into new living environments, fostering new synergies with the biodiversity of the site.



Lernziel	<p>Critical thinking, personal attitude</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•demonstrate, through design work, a critical understanding of climate change and the ethical responsibilities of the architect</li> <li>•reflect on pieces of work in progress or already completed both individually and in conversation with peers and faculty</li> <li>•demonstrate, through design work, a growing knowledge of contemporary and historical architectural dis- course</li> <li>•critically interpret requirements and working priorities in relation to your personal capabilities</li> </ul> <p>Construction of a narrative, working methodology</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•conduct qualitative site analysis through photography and observational drawing</li> <li>•use archives to conduct systematic analysis into social history, uses, materials, etc.</li> <li>•assimilate small, fragmentary observations into broad understanding of the place •clearly and effectively convey your ideas through oral presentations Conversion of concept into an architectural project •develop a constructional, structural and environmental concept for the project</li> <li>•formulate a spatial concept for a project whilst understanding the conceptual, spatial and programmatic conditions</li> <li>•design with reference to historical, political, cultural and other creative and technical fields</li> <li>•incorporate information and inspiration from input lectures Representation</li> <li>•develop a critical eye with photography of place •develop model making skills of small conceptual models, as well as working models made of everyday household materials with precise conceptual purpose</li> <li>•demonstrate high technical and critical proficiency in 2D and 3D CAD drafting and modelling</li> <li>•develop your skills in image making, composition and collage •develop an understanding of different media of representation and know when to use them</li> </ul>
Inhalt	<p>The same way a tree provides a habitat for thousands of species, architecture should become a framework supporting a network of pluralities. Circular thinking should trigger a paradigm shift in architectural planning. Circularity should not only be applied to the responsible use of materials, but also in the act of housing as a whole.</p> <p>Our aim is to emphasize the fundamental role played by water, to seek for balance between energy production and consumption of resources, to enhance biodiversity and to craft innovative ways of inhabiting spaces.</p> <p>Water, being a precious and finite natural resource, crucial for all living beings demands careful consideration and should not be taken for granted. At a daily water usage of approximately 190 liters per person (UN data), a mere 3% is allocated for drinking. The majority undergoes processing through sewage systems, treatment, and subsequent reuse. We can do better.</p> <p>How can we use water with more sensibility and efficiency? With these considerations in mind, we will explore the potential of existing structures and related spaces in Biel with a specific emphasis on housing. Through strategic interventions, we aim to establish cycles within these structures, transforming them into new living environments, fostering new synergies with the biodiversity of the site.</p> <p>To better understand the existing context, we will engage in walks, using photography and on-site drawings to document our discoveries. In the studio, we will work with drawings, models, and model photographs to communicate our ideas. Finally, synthesis drawings will serve to summarize the concepts of the projects and convey their stories. The work will be carried out in groups to encourage a collaborative process.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Group work only</p> <p>Introduction: 20.02.2024 - 9.30am Intermediate crits: Final crits:</p> <p>CHF 150.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)</p>

<b>052-1122-24L</b>	<p><b>Architectural Design V-IX: Studio Winterslag: Unearthing Worlds (F.Persyn) ■</b></p> <p><i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i></p> <p><i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.03.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i></p>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>F. Persyn</b>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>group work only</p> <p>Introduction: Intermediate crits: Final crits:</p> <p>CHF 150.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)</p>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kundenorientierung</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Verhandlung</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p>		

052-1134-24L	Architectural Design V-IX: Material Gesture: Heat (A.Holtrop) ■	W	14 KP	16U	A. Holtrop																								
	<p>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</p> <p>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.03.2024 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</p>																												
Kurzbeschreibung	<p>We invite the students to dive into our material research archive to formulate their own project synopsis and elaborate on existing researches. Our archive consists of the following topics (and its associated experts and places of production): GYSPUM, SITE: KYUSHU (and its geology), WEAVING AND BONDING, STONE, TEXTILE, CHANGE, GLASS.</p>																												
Lernziel	<p>When we take all aspects of the material into consideration – the geology, the sourcing, the industry, the different properties, the craftsmanship, the specialised techniques and the cultural significance – we can deploy the full potential of the inherent qualities of the material itself and our way of working it in what we call MATERIAL GESTURE.</p>																												
Inhalt	<p>In this design studio, you will define your gestures of making and working with material(s) through research and experiment, and in response to the topic of the studio. You are required to produce an architecture that results from your specific engagement with the material and the spatial condition you construct with it. The architecture that results from this approach does not reference or represent something, but simply attempts to exist as a physical spatial reality in its own right.</p> <p>There is no given program for the space. This can be chosen at any time in the development of your project and should support the spatial and material conditions that you have set out.</p> <p>For the final presentation, you are required to make a physical model of your work, or a fragment of it. The model should show the material and the gestures (the ways of making) and the specific spatial conditions it constructs. This is the key element of your presentation, along with samples of the material research and test models. You are required to display the material gesture research, drawings of the project and photos of the model alongside your model on portrait A2 sheets. The A2 material will be collected in print and digitally in PDF format for the material gesture archive. From a selection of a maximum of three projects, the models and material research will be archived for future exhibitions.</p> <p>Time does not exist, according to British physicist Julian Barbour. He argues that we have no evidence of the past other than our memory of it, and no evidence of the future other than our belief in it. "Difference merely creates an illusion of time, with each individual moment existing in its own right, complete and whole."</p> <p>What we notice as variations in shape, or changes in the position of objects in our surroundings gives us an illusion of time, but according to Barbour's theory, they are simply differences between states of matter.</p> <p>For all matter on earth, it is not time that changes its state, it is heat that creates different states of matter. The earth is a geologically active planet and can be seen as a hot body immersed in a cold space, with a continuous loss of temperature. Active volcanoes with lava eruptions or geysers and hot springs are the most perceivable and mesmerising examples of the heat stored deep in the earth and its effect on matter. It made the famous volcanologists Maurice and Katia Kraft go each time closer to bursting volcanoes until it ultimately took their lives by an eruption in Japan.</p> <p>Rock is always being formed by heat, worn down into pieces, and then formed again. This is called the rock cycle. Rock wears down through erosion, then settles and slowly becomes sedimentary rock. If that rock becomes deeply buried, it may melt by the earth's internal heat into magma. Then the magma may return to the surface as igneous rock. The rock cycle is a materialisation of time over many millions of years, and it is almost abstract.</p> <p>We can witness the use of heat and the altering of matter in most places of production. For the production of our materials, such as the smelting of alumina (derived from bauxite ore) to extract pure aluminium, or for the production of cement out of limestone and clay. Foundries use heat to melt and cast glass, bronze, brass, steel, and aluminium. And heat is used to form and alter the shape of materials, such as blowing glass, or the tempering of it. For who have visited these places of production know it is truly impressive and magical to see matter altered under these extreme heat conditions. With enough heat, rock will melt in front of your eyes.</p> <p>The most important invention in human history is fire. Without fire, humans could not have changed their diet, warmed their places, protected themselves, and produced more advanced tools. The central presence of fire, the hearth, is central to many cultures. Considered as sacred many traditions grew out of these early worship rites. Fire gods were, and still are in certain cultures, worshipped and celebrated. In India, the fire god Agni is present in major rituals such as weddings and cremations. The Irish Celts worshipped Bel to whom they lit great bonfires each May Day, also known as Beltane Eve.</p> <p>Much more recently, Peter Zumthor used fire to create an intrinsic space for reflection with the Bruder Klaus Field Chapel. For him the question was which tools to use to make a sacred space, a space for devotion, that is not based on liturgy. In his words: "water and fire, matter and transcendence." To achieve this, Zumthor used a smouldering fire to burn the inner wooden formwork, which in turn left all of its traces on the concrete.</p> <p>In this semester we will explore how we can use heat in the production and formation of matter, and possibly how traces left during the formation of matter by heat can remain visible in its end state.</p> <p>You will be asked to make a sacred space. What can a space of devotion be nowadays? How do we find meaning and beauty in such a space? And how is heat, one of our most essential conditions, made present in the formation of that space?</p>																												
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Group work only</p> <p>Introduction: 20 and 21 February, 2024, 9 - 18 h Intermediate crits: 16 April, 2024 Final crits: 28 May, 2024</p>																												
Kompetenzen	<p>CHF 100.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)</p> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="268 1870 740 1915">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td data-bbox="762 1870 1134 1915">Konzepte und Theorien</td> <td data-bbox="1257 1870 1326 1892">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="762 1904 1134 1926">Verfahren und Technologien</td> <td data-bbox="1257 1904 1326 1926">geprüft</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1926 740 1948">Soziale Kompetenzen</td> <td data-bbox="762 1926 1134 1948">Kommunikation</td> <td data-bbox="1257 1926 1326 1948">geprüft</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1960 740 1982">Persönliche Kompetenzen</td> <td data-bbox="762 1960 1134 1982">Kreatives Denken</td> <td data-bbox="1257 1960 1326 1982">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="762 1982 1134 2004">Kritisches Denken</td> <td data-bbox="1257 1982 1326 2004">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="762 2004 1134 2027">Integrität und Arbeitsethik</td> <td data-bbox="1257 2004 1326 2027">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="762 2027 1134 2049">Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td data-bbox="1257 2027 1326 2049">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="762 2049 1134 2072">Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td data-bbox="1257 2049 1326 2072">geprüft</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft				
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																											
	Verfahren und Technologien	geprüft																											
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																											
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft																											
	Kritisches Denken	geprüft																											
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft																											
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft																											
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft																											

052-1140-24L	<b>Architectural Design V-IX: Central Park Brasilândia (H.Klumpner) ■</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>  <i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i>	W	14 KP	16U	H. Klumpner
Kurzbeschreibung	How can the de-industrialization of the neighborhood, Brasilândia, provide an opportunity to design a new centrality? How can we transform an abandoned mine into a central park? How can this prototype be evaluated and upscaled into a city-scale green system?				
Lernziel	Students are introduced to tools and immersed in our Chair's "method-design" to develop their prototypical design projects by: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Base-Line: Designing across a continuum of architectural, urban, and planning scales to collaboratively develop a basis for how the city is now.</li> <li>2) Mapping: Identifying existing and future challenges and opportunities, taking on the stakeholder role, and visualizing demands and resources into three different scenarios.</li> <li>3) Concept Design: Developing an urbanistic synthesis and translating concepts into an evidence-based prototypical architectural project - intervention.</li> <li>4) Prototype Design: Presenting the synthesis of the process in time and space on different scales, framed as a narrative, consequentially developed and communicated in analog and digital graphic representations.</li> <li>5) Upscaling: Testing project concepts and upscaling prototypes through design-policy recommendations to facilitate transferability in São Paulo and other cities.</li> </ol> <p>The Design Studio's thesis revolves around imagining São Paulo as a city committed to Socio-Environmental Justice, local and municipal urban ecosystem adaptation, and promoting a healthy environment and well-being. In the context of climate change, widespread inequalities, and new urban transformation projects, it will be vital to co-design a human-nature-oriented city that invests in the urban regenerative processes, promotes biodiversity and circularity within resource constraints, and balances private and public interest.</p> <p>Undergoing transformation, São Paulo has a range of urban and environmental tools, including the 2014 Master Plan, recognized by UN-Habitat as one of the best practices related to the UN's New Urban Agenda*. Additionally, the city has adopted a Climate Action Plan 2020-2050 outlining objectives for decarbonizing and mitigating inequalities. Despite these initiatives, São Paulo faces the ongoing challenge of translating guidelines into tangible urban and environmental prototypical transformations, particularly at the local scale, involving democratic management mechanisms.</p> <p>Architecture and Urban Design are at the forefront of making transformations visible in preparation for promoting social and environmental justice. The next generation of designers provides places of coexistence, biodiversity, and quality of life, which are essential for human and non-human beings. This way opportunities, traditional and contemporary knowledge, and technologies are translated into new spatialities. Changing the landscape and regenerating open and democratic neighborhoods full of architectural and nature-based opportunities.</p> <p>The Studio will engage with a team of experts and policymakers from the city, members of the Faculty of Architecture and Urbanism of the University of São Paulo (FAU-USP), and advocates for urban and environmental causes.</p>				
Inhalt	<p>*UN-Habitat Brazil, 2016</p> <p>São Paulo, the second-largest city in the Western Hemisphere, is known for its diverse social, environmental, governmental, and architectonic inequalities. Its urban landscape is in the contrasts, encompassing diverse elements: forests, waterfalls, rural areas, indigenous villages, financial centers with corporate towers, and iconic buildings designed by architects like Lina Bo Bardi, Paulo Mendes da Rocha, Oscar Niemeyer, and Villanova Artigas. Also, it features historic buildings from the colonial, modern, and industrial periods alongside informal settlements, often situated in landslide-prone regions and near flood-prone river zones.</p> <p>Socially, Brasilândia is a low-income neighborhood challenged by growing favelas, ongoing infrastructure projects, post-industrial abandoned factories, and minimal green spaces, resulting in the city's lowest life expectancy rates for its citizens. Environmentally, this neighborhood is at risk of landslides and flooding, limiting access to public spaces and basic services. Regarding justice, the São Paulo Government is committed to the Climate Action Plan 2020-2050, aiming to reduce greenhouse gases, achieve net-zero emissions, and promote resilience in the most vulnerable areas, attempting to develop innovative and sustainable urban prototypes.</p> <p>The learning goal of Central Park Brasilândia is to design a public park addressing three adjacent areas: a zone of favelas along a river, new transport infrastructure, including a metro and highway, and a network of cultural and social facilities.</p> <p>The design studio focuses on the transformative regeneration of the city on three scales:</p> <p>A) City Scale: 1:150.000 / São Paulo as a whole: Mobility network, zoning, water systems, informal settlements, urban and rural zones, environmentally protected areas.</p> <p>B) Regional Scale: 1:20.000 / North Zone: New orange subway line, Special Zones of Social Interest, Serra da Cantareira, High Voltage Power Grid, Informal settlements, Ring Road (Rodoanel), Tietê River and its tributaries.</p> <p>C) Local Scale: 1:2.000 / Project site: Morro Grande Planned Park (abandoned mine) and the former industrial and cultural facilities associated with it, the future Brasilândia metro station, informal settlements, rivers, and green areas, a network of social facilities.</p> <p>Socio-Environmental Justice forms the basis for sustainable development models, like the emerging Central Park in Brasilândia. This is the Design Studio's foundation for imagining new urban and ecological systems that enhance biodiversity, circularities, agroecology, food production, green jobs, and facilitate diverse community and cultural events. Designing a green and civic metropolitan center in the periphery of São Paulo could become a prototype and a city-scale reference, addressing the climate emergency locally and extending its impact beyond São Paulo and Brazil.</p> <p>In the frame of co-creating new systems of repair, care, resourceful use of, and innovation, São Paulo can re-imagine and re-build its new urban central park as sociocultural and agroecological centrality. This reimagination involves creating innovative spaces for sustainable living for humans and non-humans, fostering participative learning, facilitating knowledge transfer, and contributing to economic development. The aim is to promote social and ecological cohesion and inclusion.</p>				

## Skript

### Method-design:

We systematically engage students in the semester research topic to unlock their potential and skills towards developing prototypical design resolution on an urban and architectural scale. Identifying, understanding, and developing local stakeholder networks to translate challenges into opportunities and negotiate diverse interests into strategic ideas for development, geo-references, interlinked systems, diagrams, and maps. We develop design concepts for urban prototypes on different scales, framed by a narrative of a process that is consequentially visualized and communicated in analog and digital tools.

- Investigative Analysis/ Local Perspective: We register the existing, prioritizing challenges and opportunities through qualitative and quantitative information; mapping on different design scales and periods; configuring stakeholder groups; connecting top-down and bottom-up initiatives; idea mapping and concept mapping; designing citizen scenarios.
- Project Design: Synthesizing between different scenarios and defining a thesis and program between beneficiaries and stakeholders; we project process presentation as a narrative embedded in multiple steps; describing an urban and architectural typology and prototypes; defining an urban paradigm.
- Domain Shift: We shift and translate different domains, test and evaluate the design in feedback loops, and include projects into the Urban Toolbox.

From our Urban Stories lecture series, we have developed an urban toolbox that translates urban knowledge of internationally recognized development examples into strategic tools. We reference permanent and temporary strategies such as the destruction and re-construction of Berlin, Informal settlement upgrading in Capetown, Chengyecheon River Park, Seoul, Isarpark, Schlachthof / Munich, Corredores Verdes / Medellín or Cali, communal target-plan Zurich, open streets in Sao Paulo or Bogota, etc. These spatial processes follow a widely known practice of consolidating a sequence of transformations and short-term strategies for long-term value production. Urban and Landscape Design can impact cities by increasing social justice, health, and well-being. The development of robust frameworks adaptable to change enables processes for regeneration with long-term operational, environmental, and social benefits in response to global, local, and site-specific challenges. The role of architects is to imagine and model sustainable urban scenarios, recognizing new possibilities to create multidimensional transformative design strategies with long-term benefits for people, nature, and cities.

Students have access to the Chair's research catalog on qualitative and quantitative information, using data and digital models, some generated through Point Clouds, or the three-dimensional Digital-Twin Model of São Paulo and Brasília. They will map, analyze, and construct their conceptual design framework that re-imagines the historic city's colonial and modern development, proposing a central park relating to the new hub of the metrô station, the informal settlements, and cultural and social facilities, integrating them along urban and ecological systems that achieve the whole metropolitan region of São Paulo.

Literatur Reading, research material and reading references / case studies will be provided throughout the semester. Access to the Chair's student server will be given upon final registration.

## Voraussetzungen / Besonderes

### Team:

Prof. Hubert Klumpner  
Diogo Figueiredo  
Alejandro Jaramillo Quintero  
Melika Konjićanin  
Fernando Túlio Salva Rocha Franco\*  
\* Brazilian/Swiss Government Excellence Scholarship 2022-23

### In collaboration with:

FAU-USP | Faculty of Architecture and Urbanism of University of São Paulo  
Prof. Dr. Nabil Bonduki and Prof. Dr. Denise Duarte

Perifa Sustentável Institute  
Amanda Costa, Gabriela Alves, Mahryan Sampaio

D-BAUG Eawag  
Dr. João P. Leitão, Lucas Gobatti

SwissNex Brazil

Introduction to graphic and digital tools:  
Illustrator, Photoshop, InDesign, Q-GIS, Rhino, and Grasshopper

### Organization:

Architectural Design V-IX | ECTS Credits - 14  
Integrated Discipline Planning | ECTS Credits – 3

### Work:

Group work during research / Individual project design  
Language: German, English, Spanish and Portuguese

### Location:

ONA, E25

### Participants:

max. 24 students

All inquiries can be directed to Diogo Figueiredo:  
figueiredo@arch.ethz.ch

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
				Kritisches Denken	geprüft
				Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft				
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

<b>052-1142-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: A New Museum (A.Caruso) W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>A. Caruso</b>
	<p>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</p> <p>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</p>			
Kurzbeschreibung	Do we need new museums? Instead of conveying narratives of power and of how things have always been, new museums could be places of exchange, where the old and the new are present and where different voices are invited to contribute to continuing stories about art and society.			
Lernziel	Qualification to control the design process increasingly independent and with sole responsibility and to find to an individual design methodology and attitude.			
Inhalt	<p>Do we need new museums? Instead of conveying narratives of power and of how things have always been, new museums could be places of exchange, where the old and the new are present and where different voices are invited to contribute to continuing stories about art and society.</p> <p>The Schweizerisches Sozialarchiv was established in 1906, and the breadth and diversity of its collections reflects something of the anti-authoritarian origins of Swiss society. The country's position at the crossroads of Europe means that 'being Swiss' is always a dynamic and changing condition. Because it engages with every part of Swiss society the archive transcends many of the biases and power structures that lie at the core of more conventional museum collections.</p> <p>This semester we will design a new kind of museum that brings material from the Sozialarchiv into direct contact with the people of Switzerland. At present, it is possible to visit the archive or access its collections online. We propose that a physical museum would be able to release the archive's content and programmes out into the spaces of the city whose rich stories it tells. The museum could disrupt and rethink the relationship between institutions and their public, bringing ideas of the civic to street level which has been left to retail at the service of consumption for too long. A new open architecture could enable the museum to become a portal through which new stories told by the residents of the city can be collected, so that the archive and its public become even more engaged in ongoing cycles of discussion and social production.</p> <p>Seth Siegelaub, Group Material, and Theaster Gates, collectors, curators and artists active from the 1960s to the present, have made collections and exhibitions that challenge content, display, and ideas of audience. Learning from both the intellectual and the spatial structures of their exhibitions – we will design ways to show and interpret specific parts of the Sozialarchiv collections. Attending to the exhibition architecture, the lighting and environmental conditions, the thresholds to the surrounding city, these designs will become the core ideas for new museums on three central sites in Zurich.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Construction as an integrated discipline is included in this course Group work only</p> <p>Introduction: 20.2.2024, 10:00 / Landesmuseum Zürich (main entrance) Intermediate crits: 27.3.2024 / 30.4.2024 Final crits: 28.5.2024 / 29.5.2024</p> <p>CHF 150.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)</p>			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				geprüft
		Medien und digitale Technologien				geprüft
		Problemlösung				geprüft
		Kommunikation				geprüft
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>052-1148-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: Kraftwerk Schweiz (M.Topalovic) ■</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>  <i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>M. Topalovic</b>	
Kurzbeschreibung	In the studio we will explore Swiss energy landscapes—from wood, oil and nuclear, to hydro, wind and solar—as they have formed the territory, and we will make visible the hidden networks of energy infrastructures. At the same time, we will study and visualise the major corporate and public governance structures of energy production and distribution in Switzerland.					
Lernziel	<p><b>POWER TO THE PEOPLE</b> Power to the People is a studio series at Architecture of Territory dedicated to improving social and environmental outcomes of energy transition. The process of energy transition is understood go deeper than just a shift in technology that practices the status quo of increasing resource consumption; rather it is seen as a fundamental reorientation of the social values and practices toward repair and regeneration. The studio series is affiliated with the Urban Energy Landscape (UEL) research network. Citizens, experts, fellow designers and artists accompany us in the process.</p> <p><b>PROCESS AND RESULTS</b> The semester consists of investigative journeys and intensive studio sessions. Architecture of Territory values intellectual curiosity, commitment, and team spirit. We are looking for avid travellers and team workers, motivated to make strong and independent contributions. Our approach enables students to work with a range of methods and sources pertaining to territory, including ethnographic fieldwork, drawing techniques, writing, videography, and online publishing. Experts and guests will help us on that journey. Students work in groups of two to three.</p> <p><b>SEMINAR WEEK</b> An investigative journey constitutes the core of the project. The seminar week will be dedicated to exploring the manifold facets of energy landscapes in Switzerland. With our guides we will travel across the country, visit hydro dams, wind parks, power plants and traverse through hidden infrastructures. We speak with locals, politicians, experts, and activists. The common days are followed by a period dedicated to fieldwork in respective student teams. The seminar week takes place from March 18–23 (cost frame B). It is integrated, mandatory, and open to all interested students.</p> <p><b>CREDITS</b> The semester offers a total of 19 credit points. The Design Studio 14 credits, the Integrated Discipline (Planning) 3 credits and the Seminar Week 2 credits.</p>					
Voraussetzungen / Besonderes	Plannig as an integrated discipline is included in this course.					
	Introduction: 20.02.2024 Intermediate crits: 30.04.2024 Final crits: 29.05.2024 Extra costs: CHF 50 per student. (excl. Seminar Week)					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				gefördert
		Verfahren und Technologien				gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Medien und digitale Technologien				gefördert
		Problemlösung				gefördert
		Projektmanagement				gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>052-1152-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: Borderline(s) Investigation #11 AIR (Theriot) ■</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>A. Theriot</b>	

*internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>). Students who do not wish to change the design class don't have to participate in the internal enrolment.*

*Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!*

Kurzbeschreibung	We aim to seize economic requirements to transform constraints into levers, producers of qualities. These may well be tangible or intangible, prosaic or poetic, constant or unstable, general or occasional... As long as they are initiated by the economy and located far from any rationality. Creating generosity, "excesses" that make the strength and uniqueness of a place.
Lernziel	The semester will unfold in three chapters:  CHAP 1: MYTHOLOGY CHAP 2: FINDING FREEDOMS CHAP 3: BINDING FRAGMENTS  INTEGRATED WORKSHOPS: - Fragmentin (artist) - 3D visualisations - Structure - Facade and envelope + further external experts from the fields of cognitive sciences and artificial intelligence.  AIR  A fish asks itself: "What is water? We can answer this question in its place. We can describe what it feels like to stand in a thunderstorm or go swimming. But can we just as easily answer the question: "What is air? Air is to humans what water is to fish: something both omnipresent and invisible. An element that is essential to our survival, and in which we are so constantly immersed that we are unable to describe it in simple words.  Air is a context Air has no shape. Air is malleable. Air is volatile. And yet air sustains us. It's how we breathe. It also defines our environment. We talk about the "air of the times". We say "it's in the air". This air is the atmosphere of the times. In French, we also say "air de musique". So air is a little more than background noise. It's a secret rhythm specific to a moment, an era or a place. It is the secret melody of the here and now.  Air stimulates exchanges While we can define the "zeitgeist", air, as an atmospheric entity, is impossible to grasp. Air is in constant motion. Air is a vector of exchanges, and all architecture must accommodate these exchanges. The ventilation and air conditioning of a building are based on the permanent trajectories of stale air and healthy air. A building is never inert. A building must breathe. Designing an architectural project means designing a lung: knowing where the air comes in and where it goes out, and how it is transformed. The air circuit is the invisible framework of the space.  Air is a preponderant unspeakable. Air is a paradox. Informative and invisible, it is nevertheless the very material of space. The most elegant buildings are often presented as bubbles or capsules. Jewels in which even the air becomes precious. You can breathe better inside than outside. The best-performing structures are those where materials are lightened, where air circulation is given pride of place. Talking about air is like talking about silence in music: it's the counterpoint to the composition, an emptiness that gives even more value to the full. But as soon as we talk about silence, it disappears. To speak of it is to run the risk of altering it. The same applies to air. There is of course the possibility of materialising it, or even capturing it, in inflatable structures. But this is not the only possible strategy. Air can be given importance, while at the same time being deliberately allowed to escape. So it's not easy to talk about air in terms of architectural composition. There's a great risk of weighing down its lightness. We have to be aware of the importance of this invisible part, without underlining it. Invoking air means invoking three dimensions. The first is a wider socio-cultural context than just the urban one. The second is the dynamic of exchanges - including invisible exchanges - that will shape a healthy spatiality. The third is the very mystery of this element, at once primordial and elusive, which makes it, in essence, the secret fuel of all architecture.
Inhalt	A fish asks itself: "What is water? We can answer this question in its place. We can describe what it feels like to stand in a thunderstorm or go swimming. But can we just as easily answer the question: "What is air? Air is to humans what water is to fish: something both omnipresent and invisible. An element that is essential to our survival, and in which we are so constantly immersed that we are unable to describe it in simple words.  Air is a context Air has no shape. Air is malleable. Air is volatile. And yet air sustains us. It's how we breathe. It also defines our environment. We talk about the "air of the times". We say "it's in the air". This air is the atmosphere of the times. In French, we also say "air de musique". So air is a little more than background noise. It's a secret rhythm specific to a moment, an era or a place. It is the secret melody of the here and now  Air stimulates exchanges While we can define the "zeitgeist", air, as an atmospheric entity, is impossible to grasp. Air is in constant motion. Air is a vector of exchanges, and all architecture must accommodate these exchanges. The ventilation and air conditioning of a building are based on the permanent trajectories of stale air and healthy air. A building is never inert. A building must breathe. Designing an architectural project means designing a lung: knowing where the air comes in and where it goes out, and how it is transformed. The air circuit is the invisible framework of the space.  Air is a preponderant unspeakable. Air is a paradox. Informative and invisible, it is nevertheless the very material of space. The most elegant buildings are often presented as bubbles or capsules. Jewels in which even the air becomes precious. You can breathe better inside than outside. The best-performing structures are those where materials are lightened, where air circulation is given pride of place. Talking about air is like talking about silence in music: it's the counterpoint to the composition, an emptiness that gives even more value to the full. But as soon as we talk about silence, it disappears. To speak of it is to run the risk of altering it. The same applies to air. There is of course the possibility of materialising it, or even capturing it, in inflatable structures. But this is not the only possible strategy. Air can be given importance, while at the same time being deliberately allowed to escape. So it's not easy to talk about air in terms of architectural composition. There's a great risk of weighing down its lightness. We have to be aware of the importance of this invisible part, without underlining it. Invoking air means invoking three dimensions. The first is a wider socio-cultural context than just the urban one. The second is the dynamic of exchanges - including invisible exchanges - that will shape a healthy spatiality. The third is the very mystery of this element, at once primordial and elusive, which makes it, in essence, the secret fuel of all architecture.

Voraussetzungen / Besonderes	Group work only				
	Introduction: 19.02.2024, 10:00, NAPOLI Intermediate crits: 13.03.2024 + 24.04.2024				
	Final crits: 29.04.2024				
Kompetenzen	CHF 200.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>052-1150-24L</b>	<b>Entwurf V-IX: Bauteillager Zürich - Immersives Studio (Gramazio/Kohler) ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>F. Gramazio, M. Kohler</b>
	<i>Sprache: Deutsch und Englisch (z.B. Tischkritiken, Vorträge, einzelne Projektbesprechungen).</i>				
	<i>Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>				
	<i>Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!</i>				
Kurzbeschreibung	Im Immersiven Studio entwerfen wir im virtuellen Raum und begehen diesen regelmässig um den aktuellen Projektstand zu beurteilen. Wir werden mit der CAD Software Rhinoceros arbeiten und damit direkt im 3D-Modell entwerfen. Die konsequente Arbeit am Modell stellt sicher, dass die immersive Erfahrung des Projektes mittels Virtual Reality Brille jederzeit und ohne Zusatzaufwand möglich ist.				
Lernziel	- Wir lernen, unsere Entwürfe mit Hilfe von Virtual Reality zu entwickeln und zu entdecken - Wir lernen, mit dem parametrischen Entwurfswerkzeug Grasshopper in Rhino zu entwerfen - Wir präsentieren unsere Entwürfe interaktiv im Immersive Design Lab				
Inhalt	Wir sind es gewohnt, Architektur aus einer vermeintlich objektiven Perspektive zu entwerfen. Mit immersiven Technologien überwinden wir diese Distanz, erweitern unsere Wahrnehmung und tauchen direkt in den zu entwerfenden Raum ein. Dabei entwickeln wir ein verändertes Raumverständnis, indem wir Architektur und deren Konstruktion digital entwerfen und uns gleichzeitig darin bewegen.  Wir werden keine orthogonalen Darstellungen des Projektes anfertigen. Pläne und Schnitte generieren wir durch horizontale und vertikale Schnittebenen direkt am 3D-Modell. Dies erlaubt uns, für das Verständnis der räumlichen Bezüge notwendige Abstraktionen effizient und interaktiv darzustellen.  Die Möglichkeit, die Entwürfe im Immersive Design Lab raumfüllend zu projizieren und punktuell mittels VR Brille einzutauchen, erfordert neue Formen der Präsentation, die wir gemeinsam erproben werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Wir setzen keinerlei Rhinoceros oder Grasshopper Vorkenntnisse voraus. Wir werden in die notwendigen Methoden einführen und diese zusammen üben.  Einzel- und Gruppenarbeit, davon 5 oder mehr Wochen Gruppenarbeit				
	Einführungsveranstaltung: 20.02.2024 10:00 Studio (HIL C 40.1) Zwischenkritiken: Konzeptbesprechungen 5. März und 27. März 2024 Zwischenbesprechung: 24. April 2024 Präsentationsbesprechung: 15. Mai 2024 Schlusskritik: 29. Mai 2024				
Kompetenzen	CHF 100.-- pro Student (Schätzung, ohne allfällige Seminarwochenkosten)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>052-1182-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: Growth Decay - Schönenbach: A New Tradition (GD F. Sauter von</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>F. Sauter von Moos</b>



**Moos) ■**

Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).

Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!

Kurzbeschreibung	Growth and Decay are inextricably connected with architecture: while Growth refers to the conceptual birth, planning, and construction of a building, Decay contrarily denotes the deteriorating force that nature will gradually erode it into dead matter. Such and related aspects of time are explored in Schönenbach, Austria, where, based on the credo of a "New Tradition," we design an Arts Residency.		
Lernziel	Architectural thinking is never straightforward but challenges one's ability to integrate diverging factors that constitute the discipline's complex reality. Together with our students, we aim to manifest an attitude of open-mindedness. Each project must be non-dogmatically thought according to its own set of rules deriving from specific internal and external conditions. A unique kind of playfulness that finds equal merit in the urban, rural, and primeval realms is evoked. At the basis of this realistic-utopian approach, cultivated eclecticism is to intensify the students' observations, memories, and intuitions. Since the goal is not to emulate the past nor to be lost in futuristic technofixes, we seek to foster authentic forms and spaces of inherent necessity that make one pause as they radiate presence and unveil our being in the world. At last, each project's impact will be measured by its degree of achieving a radical framework for beauty. Stretching one's mind, what are the limits of architecture anyway?		
Inhalt	<p>"Time, like mind, is not knowable as such. We know time only indirectly by what happens in it: by observing change and permanence; by marking the succession of events among stable settings; and by noting the contrast of varying rates of change."</p> <p>George Kubler, The Shape of Time, 1962</p> <p>Growth and Decay are inextricably connected with architecture: while Growth refers to the conceptual 'birth,' planning, and construction of a building, biologically speaking, the upward-striving energy to erect an artifact of human order, Decay contrarily denotes the downward-dragging, deteriorating force and fundamental truth that structures will not last, that nature with crumbling power and indifference will gradually erode them into 'dead' matter and reassert its entropic equilibrium. Hence, and as Paul Virilio aptly said, "inventing the ship is inventing the shipwreck," both terms deal more broadly with architectural time as they imply issues of re-use, preservation, and metabolic transformation, the geological age and time-enhanced patina of materials, the archeological but also emotional value of ruins and sites of abandonment—their serene, melancholic calm relating to our fragile being but also their peaceful reconciliation with nature's ambient conditions—or the plain sense of duration and passage when traversing the rhythmic layout of a series of spaces. These aspects of temporality, as buildings exist both in and as chroniclers of time, rattle the foundations of the discipline, one that, by definition, is about stasis and not mobility, and raise essential questions: for instance, why not think of buildings as "ruins-in-reverse," thus, not as ends but as fragmentary beginnings, which like infrastructures are open, undetermined configurations that remain permanently unfinished?</p> <p>Our concrete site for exploring these topics will be Schönenbach, an isolated mountain hamlet ("Vorsäss") in the Bregenzwald, Austria, which, with its centuries' old homesteads and rural setting, is considered the "Wooden Acropolis" of the region. Home to the "Vorarlberger Barockbaumeister" that are renowned for their majestic churches in Einsiedeln, Weingarten, or St.Gallen, there also flourishes within the trajectory of the "Vorarlberger Baukünstler" an acclaimed building culture in the area today. Not without ambiguity trying to establish a "New Tradition," the current movement does not seek folkloristic mimicry in response to the wealth of vernacular examples but the critical and progressive evolution of the old by respecting its inner principles and sensitive adaption to the natural environment. Simultaneously, the territorial, "ruralistic" structure of the Bregenzwald, with its patchwork of solitary farms and small villages, all demonstrating self-reliance and economy of means, serves as a laboratory condition for non-densification in the Anthropocene.</p> <p>Organizationally, we will begin in a philosophical forum before expressing our theoretical reflections through abstract means. Avoiding a linear design sequence, the resulting drawings shall establish the unorthodox foundation for developing the actual design projects. Critically influenced by a prolonged study of the context and program, the final task will be the projection of an Arts Residency. Encouraging experimentation and an elemental sense of rootedness, we will attempt to surrender to the unattended moment and make time a measure of the project's intelligence: its capacity to absorb unanticipated effects and benefit from the results of allowing multiple readings of conditions past, present, and future.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Individual and group work, thereof 5 or more weeks group work</p> <p>Introduction: 20.02.2024 /// 10am /// HIL D15          Intermediate crits: 16.-17.04.2024 /// 07.-08.05.2024          Final crits: 29.05.2024</p>		
Kompetenzen	CHF 140.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft

**052-1106-24L Architectural Design V-IX: Topic (J. De Vylder) ■ W 14 KP 16U J. De Vylder**

Findet dieses Semester nicht statt.  
 Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).

Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate

<b>deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</b>					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>052-1132-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: Courage - Unbuilding (A.Fonteyne) ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>A. Fonteyne</b>
	<p>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</p> <p>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</p>				
Kurzbeschreibung	This semester delves into the imperative of perpetual growth, initiating with deconstruction and elimination, while also delving into speculative futures through AI and immersive experiences in Belgium. These endeavours aim to inform architectural proposals for a designated set of ETH buildings located in the heart of the city.				
Lernziel	<p>Method At the chair, we are interested in creating an environment where everyone works on their own projects, but at the same time the whole group engages in a larger discussion on the main topic. This requires everyone to be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- develop skills to debate and learn how to contribute to the quality of the work of peers</li> <li>- develop skills on how to document, draw, build, represent and communicate findings to different audiences</li> </ul> <p>Collaboration ETH Real Estate To benefit from working in a context of realistic urgencies, students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gather in-depth knowledge on ETH real estate politics through engaging with the research of the past semester</li> <li>- present and discuss their project with the external partners</li> <li>- take a position on architecture as a representation of a federal institution and reflect on its role in the city</li> <li>- develop a position that looks beyond the here and now, reflecting on how to design for the next generations and the non-human entities without a voice</li> </ul> <p>Re- Use Working with existing buildings, requires to look beyond what one thinks one knows already. We will develop an approach of attentiveness to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identify material as well as immaterial strengths, weaknesses and potentialities of existing buildings and neighbourhoods through inhabitation and close observation</li> <li>- explore how to document and represent existing and changing spatial conditions when reusing a building through different media, including AI, modelmaking, fiction</li> <li>- formulate and reformulate key design questions</li> <li>- gain confidence in the design process with an ability to be critical and conscious, bringing all the aspects of the semester together in a personal and critical discourse</li> </ul>				
Inhalt	<p>Often treated as failure or loss, subtraction when accepted as part of an exchange can be growth.</p> <p>Keller Easterling, Subtraction, 2014</p> <p>Courage We feel that courage is exactly what we need. Defined as the strength of mind to carry on in spite of danger or difficulty and etymologically linked to the heart (coeur) as a source of feelings and confidence, this posture will offer us the opportunity to act as critical human beings, while bringing the knowledge of the architect to the table.</p> <p>ETH After setting up the ETH Competence Center for Spatial Politics ETH-SP last semester, our collaboration with ETH Real Estate will continue. The current challenges and urgencies are multiple: student numbers are growing, but budgets are not; buildings need to be transformed for new ways of teaching, research and knowledge transfer, while the relationship between work, study and home is being redefined constantly. We have selected 6 ETH buildings that are high on the list of necessary change. Located in the centre of Zurich, we will spend time in and around these buildings and their users, to engage with their historical, architectural and current conditions. We will reflect on their relationship with the city and the citizens and focus on designing public interiors and exteriors, while creating incentives for a much-needed institutional change.</p> <p>Unbuilding Let's be clear. As architects, as clients, as urban thinkers, we quickly believe that we can solve many challenges by building more. We love designing, we love building and we love seeing our own designs realised. However, the main questions that keep coming back at the ETH Competence Center for Spatial Politics are whether the growth scenario really is the optimal scenario for ETH and if adding is always necessary, offering the best answer? This semester, we will work with you to find the courage to start removing. We will remove clutter, we will remove additions that don't work, we will remove layers that get in the way of interaction and exchange. We will cut and might split. Sometimes gently like a surgeon, sometimes brusquely and directly without too much caution. And by doing this, we will add. We will add spatial possibilities, architectural quality and even space. We will add surprise and comfort. All at the same time. To grow, we will de-grow. To build, we will unbuild.</p> <p>Futures Together with Digital Building Technologies, the Chair of Benjamin Dillenburger, we will critically explore the role of AI to speculate on affective futures beyond our imagination, by exploring a constant interaction between visual essays and written fictions.</p> <p>When Form Follows Fiction An integrated seminarweek to Belgium will allow us to experience architectural references in person. We will spend plenty of time in institutional buildings that were the result of re-use and transformation. Through fieldwork, we will develop a lexicon of architectural elements to enrich our own proposals for the institution we wish to contribute to: ETH Zurich.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Group work only</p> <p>Introduction: 20/02/24, 9h30, ONA Intermediate crits: 12/03/24, 23+24/04/24 Final crits: 28-29/05/24</p> <p>CHF 0.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

**052-1146-24L Architectural Design V-IX: Los Angeles: 34.0 N, 118.1 W 14 KP 16U F. Charbonnet, P. Heiz**  
**W (Charbonnet/Heiz) ■**  
*Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).*  
*Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!*

**Kurzbeschreibung** PATHFINDER 4 is dedicated to the timeless city of LOS ANGELES: its intricate history, morphology, mythology... all canonical spatial parameters suggested by Lefebvre: political, sociological, anthropological, economical, temporal.\* Our interest will focus both on the banal and the sublime, on habits and exceptions, individual rites and social encounters.

**Lernziel** Researching Contemporary Concepts & Curating multidisciplinary Sources; Articulating a discursive Argument; Mastering Visual Literacy & Storytelling, Image Mounting & Composing, Architectural Drafting & Projecting.

**Inhalt** "The city is big. The image is small. Movies are vertical. At least when they're projected on a screen. The city is horizontal, except for what we call downtown. Maybe that's why the movies love downtown more than we do. If it isn't the site of the action, they try to stick its high-rise towers in the back of the shot. But movies have some advantages over us. They can fly through the air. We must travel by land. They exist in space. We live and die in time. So why should I be generous?" – T. Andersen, Los Angeles Plays Itself (2004)

PATHFINDER 4 is dedicated to the timeless city of LOS ANGELES: its intricate history, morphology, mythology... all canonical spatial parameters suggested by Lefebvre: political, sociological, anthropological, economical, temporal.\* Our interest will focus both on the banal and the sublime, on habits and exceptions, individual rites and social encounters. As the ordinary interweaves thousands of beats, repetitive tunes and syncopated breaks, there can be no territoriality without its temporalities, may it be that of urbanisation, of experience, or of dreams. Critical considerations, interlaced with the lure of fiction, shall initiate alternate (hi)stories and cityscapes.

In the design studio we will draft, mount, design, discuss, play... confront our perspectives onto contemporaneity and ultimately imagine audacious yet playful architectural and territorial fictions. A series of lectures, screenings and discussions will enrich our investigations.

\*see: Lefebvre, Henri. The Production of Space (1974) & Rhythmanalysis: Space, Time and Everyday Life (1992).

**METHODOLOGY**

1. Conduct a survey of Los Angeles: driven by an agent, an environment, and by your own desires, draw a path within the city considering its implications and problematics.
2. Depict the experience of the path through architectural notations.
3. After having identified a problematic, use your imagination and critical thinking, to design a potential solution.
4. Elaborate a coherent narrative supported by a curated selection of multidisciplinary sources.

**Voraussetzungen / Besonderes**  
 Group work only.  
 Introduction: February 20th 2024, 10am HIL G65  
 Mid-Term Review: March 26th 2024  
 Final Review: May 28th-29th 2024  
 Extra costs ca. CHF 80.– (excl. Seminar Week )

**Kompetenzen** Fachspezifische Kompetenzen Konzepte und Theorien geprüft

**052-1108-24L Entwurf V-IX: Absence - Topic (M.Voser) ■ W 14 KP 16U M. Voser**  
*Findet dieses Semester nicht statt.*  
*Die Belegung unter [www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch) ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).*

*Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.03.2024, 24:00 Uhr dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!*

**Kurzbeschreibung** Neue Landschaftsstrukturen  
 Das Semester stellt die Frage nach neuen Wegen im Umgang mit Infrastrukturprojekten und nach exemplarischen Klimaadaptation der Schweizer Kulturlandschaft.

Lernziel	Landschaften und Prozesse entwerfen		
	<p>Primäres Ziel des Studios ist das Projektieren von Landschaft. Dies bedingt das stete Oszillieren zwischen territorialen Beziehungen und lokalen Aktionen – zwischen Landschaftsraum und Ort. Aufgrund der Dynamik ihrer konstituierenden Elemente wie Boden, Wasser und Vegetation verändern Landschaften ihre Dimensionen und ihren Charakter mit den Zyklen und der Zeit. Entwerfen von Landschaft bedeutet folglich auch das Denken in und das Entwerfen von Systemen und Prozessen.</p> <p>Das 'Lesen' einer Landschaft, ihrer raumbestimmenden Ebenen und der sie formenden Prozesse und Kräfte steht ebenso im Fokus der Lehre wie das Entwerfen. So geht die intensive Auseinandersetzung mit unserem Verständnis von Landschaft und unserem Verhältnis zur Natur mit dem Semester einher. Die Studierenden werden aufgefordert, sich eine eigene Definition von Landschaft zu erarbeiten ein Begriff, der Bild und Konzept sowie auch Pragmatismus und Romantik beinhaltet.</p> <p>Aufgrund der Komplexität von Territorium und Aufgabe wird die iterative Entwurfsmethode verfolgt, die zwischen Entwerfen und Analysieren und zwischen grossen und kleinen Massstäben hin und her pendelt. Das Entwickeln einer Haltung, das Herauskrystallisieren der spezifischen Themen und das Wählen der entsprechenden Entwurfsmittel gehören dabei ebenso zum Arbeitsprozess wie das Entwerfen der Transformationsprozesse.</p> <p>Parallel zum Landschaftsentwurf lernen die Studierenden, Landschaftsarchitektur als eines der Instrumente kennen, mit denen heutige Fragestellungen beantwortet werden können. Denn diese verlangen immer mehr nach unterschiedlichen Antworten - das systemische Denken, das Gestalten von Prozessen, das Annehmen von Veränderung und ein differenziertes Landschaftsvokabular sind Voraussetzungen dazu.</p>		
Inhalt	Landschaften und Prozesse entwerfen		
	<p>Primäres Ziel des Studios ist das Projektieren von Landschaft. Dies bedingt das stete Oszillieren zwischen territorialen Beziehungen und lokalen Aktionen – zwischen Landschaftsraum und Ort. Aufgrund der Dynamik ihrer konstituierenden Elemente wie Boden, Wasser und Vegetation verändern Landschaften ihre Dimensionen und ihren Charakter mit den Zyklen und der Zeit. Entwerfen von Landschaft bedeutet folglich auch das Denken in und das Entwerfen von Systemen und Prozessen.</p> <p>Das 'Lesen' einer Landschaft, ihrer raumbestimmenden Ebenen und der sie formenden Prozesse und Kräfte steht ebenso im Fokus der Lehre wie das Entwerfen. So geht die intensive Auseinandersetzung mit unserem Verständnis von Landschaft und unserem Verhältnis zur Natur mit dem Semester einher. Die Studierenden werden aufgefordert, sich eine eigene Definition von Landschaft zu erarbeiten ein Begriff, der Bild und Konzept sowie auch Pragmatismus und Romantik beinhaltet.</p> <p>Aufgrund der Komplexität von Territorium und Aufgabe wird die iterative Entwurfsmethode verfolgt, die zwischen Entwerfen und Analysieren und zwischen grossen und kleinen Massstäben hin und her pendelt. Das Entwickeln einer Haltung, das Herauskrystallisieren der spezifischen Themen und das Wählen der entsprechenden Entwurfsmittel gehören dabei ebenso zum Arbeitsprozess wie das Entwerfen der Transformationsprozesse.</p> <p>Parallel zum Landschaftsentwurf lernen die Studierenden, Landschaftsarchitektur als eines der Instrumente kennen, mit denen heutige Fragestellungen beantwortet werden können. Denn diese verlangen immer mehr nach unterschiedlichen Antworten - das systemische Denken, das Gestalten von Prozessen, das Annehmen von Veränderung und ein differenziertes Landschaftsvokabular sind Voraussetzungen dazu.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

052-1110-24L	<b>Architectural Design V-IX: Meteora 10 - Settling (L.Hovestadt) ■</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>  <i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h (valuation date) only. Ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio 29.3.2024, 24:00 h.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	<b>L. Hovestadt, J. Orozco Esquivel</b>
Kurzbeschreibung	This studio works on the idea that a substantial understanding of today's technology (internet of things, big data, machine intelligence ...) changes the perspective to architectural theory and will result in different architectural designs and building constructions.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identification and understanding of the challenges of today's technologies;</li> <li>2) techniques of working within the plenty of the internet;</li> <li>3) a methodology to design digital architectures;</li> <li>4) understanding of the shift from hard building construction to soft building applications, and</li> <li>5) an understanding of the importance of becoming a literate digital persona in order to be an architect today.</li> </ol>				
Inhalt	<p>METEORA #10</p> <p>will use artificial intelligence to write a text to explicate a precise position in today's world, to create a spectrum of images to reflect this world and design an architectural artefact which brings things into adequate proportions</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Individual and group work.</p> <p>Introduction: 20.02.2024, 09:30, HIB E15. Intermediate crits: Dates will follow. Final crits: 28./29.05.2024 No extra costs.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

**052-1136-24L**    **Entwurf V-IX: On the ground - Sockel der Stadt (GD. W    14 KP    16U    T. Reimer, L. Euler**  
**L.Euler/T.Reimer) ■**

*Die Belegung unter [www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch) ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).*

*Eine Benotung des Entwurfs am Semesterende erfolgt ausschliesslich aufgrund der per Stichtag, 29.3.24, 24:00 Uhr, dokumentierten Belegungsliste. Das vorgenannte Datum ist der letzte Termin zum Löschen oder Belegen dieser Lehrveranstaltung!*

**Kurzbeschreibung**    Welche Chancen bieten sich für unsere Städte, wenn Gebäude und Ihre Zwischenräume von Grund auf, vom Stadtboden nach oben entworfen werden?  
Basierend auf dem Verständnis der wirkende Kräfte werden neue Entwurfsansätze entwickelt. Schauplatz ist das Leepünt-Areal in Dübendorf. Während einer temporären Residenz im Architekturforum Zürich arbeiten wir unmittelbar mit und in der Stadt auf Augenhöhe.

**Lernziel**    DURCHDRINGUNG DES THEMAS  
Entwicklung einer eigenen Haltung und Beobachtungen zum Phänomen «Krise des Sockels».  
Verständnis für die Wirkungskräfte im städtischen Sockel: sozial, ökologisch und ökonomisch.  
Bewusstsein für die Möglichkeiten und Verantwortung im architektonischen und stadträumlichen Entwurf über die Parzellengrenzen hinaus.  
Verständnis für die spezifische Qualität und das Potenzial der Zentren in der Schweizer Agglomeration anhand eines Fallbeispiels

**ENTWURF**

Reflektion der Thematik in unterschiedlichen Massstäben vom architektonischen Element, über das einzelne Gebäude hin zu einer Siedlung oder einem Strassenzug.  
Erarbeitung eines stadträumlich und architektonisch qualitätvollen Gebäudeentwurfs aus einer eigenständigen Sockel-Idee mit Bezug zu Dübendorf  
Typologische Entwicklung eines Gebäudes über alle Geschosse.  
Ableitung von inspirierenden Themen, Bildern und Fragen für eine qualitätvolle Weiterentwicklung des städtischen Sockels in Architektur und Freiraum.

**METHODENENTWICKLUNG**

Aktive Mitwirkung im Studio in verschiedenen Rollen: Beobachtung und Recherche, Mapping, Entwurf in kleinen Gruppen, Szenario-Entwicklung im interdisziplinären Kollektiv, Interviews führen, Gastgeber\*in und Vermittler\*in sei.  
Wahl und Ausarbeitung geeigneter Darstellungs- und Kommunikationsmittel für den eigenen Entwurf.

**REFLEXION**

Kritische Reflexion verschiedener Dimensionen des Entwurfs bis zu Fragen von Eigentum, Finanzierung und Gebrauch.

**Inhalt**    Die zeitgenössische Architektur steckt in einer «Krise des Sockels». Der Gestaltung und Programmierung von Erdgeschoss als Orten der Begegnung wird zu wenig Gewicht eingeräumt. Stadträumliche Porosität, differenzierte Schwellenräume, prägnante Strassenzüge und das Stadtklima verlangen nach einem neuen architektonischen Repertoire für den Sockel der Stadt.

Wir fragen: Welche Chancen bieten sich für unsere Städte, wenn Gebäude und Ihre Zwischenräume von Grund auf, vom Stadtboden nach oben entworfen werden?

Entwurfsschauplatz ist ein Ort in der Schweizer Agglomeration, der mit grosser Dynamik seinen Charakter als städtisches Zentrum gerade jetzt entwickelt: Auf dem Leepünt-Areal, einer Brache in der historischen Mitte Dübendorfs, wird die Genossenschaft Kalkbreite gemeinsam mit dem Entwickler Senn auf gemeindeeigenem Land ein Stück Stadt realisieren. Die drei AkteurInnen geben uns Einblick in das Kräftespiel zeitgenössischer Stadtentwicklung. Zugleich bietet das Studio die Freiheit für radikale Haltungen, eigenständige Entwürfe und räumliche Experimente. Welche Stadträume wünschen wir uns für diesen Ort?

Auf Expeditionen sehen wir genau hin, gewinnen Inspiration und neue Werkzeuge. Während einer vierwöchigen Residenz im Architekturforum Zürich arbeiten wir unmittelbar mit und in der Stadt auf Augenhöhe. Die Architekturprojekte werden in Modellen und Zeichnungen entwickelt und im Rahmen eines Städtebauworkshops mit Gästen in spekulativen Szenarien verortet. Wir treffen unterschiedlichste AkteurInnen, sind gemeinsam GastgeberInnen für ein Fachpodium und führen einen offenen Diskurs. Der Stadtraum Erdgeschoss ist uns entwerferisches Forschungsfeld, Treffpunkt und Bühne zugleich.

**Voraussetzungen / Besonderes**    Nur Gruppenarbeit

Einführungsveranstaltung:  
Daten Zwischenkritiken: 12.,13. März; 30. April 2024  
Datum Schlusskritik: 28., 29. Mai 2024  
Zusätzliche Kosten: CHF 100 (Schätzung, ohne allfällige Seminarwochenkosten)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

---

**052-1112-24L**    **Architectural Design V-IX: Topic (Kaijima/Persyn)**    **W**    **14 KP**    **12U**    **M. Kaijima, F. Persyn**  
*Findet dieses Semester nicht statt.  
Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).*  
  
*Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024 24:00 h (valuation date) only. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio*

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft

---

**052-1154-24L**    **Architectural Design V-IX: Reproduction (Puigjaner)**    **W**    **14 KP**    **16U**    **A. Puigjaner**  
*Please register ([www.mystudies.ethz.ch](http://www.mystudies.ethz.ch)) only after the internal enrolment for the design classes (see <http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php>).*  
  
*Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.03.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!*

**Kurzbeschreibung**    During the spring semester 2024, the Architecture and Care design studio will address the spaces where human reproduction takes place. Gendered constructs around reproduction have been and still are central to the ways we structure social realities.

**Lernziel**    **RAISING CRITICAL ARCHITECTURAL POSITIONS** Formulating clear and precise questions, using abstract ideas to interpret information, considering diverse points of view, reaching well-reasoned conclusions, and testing alternative outcomes. Performing qualitative and quantitative architectural research and translating it into an architectural language. Gathering, assessing, recording, and comparatively evaluating relevant information and performance in order to support conclusions.

**DESIGNING SOCIAL IMPACT** Designing responding to territories of care and their characteristics, including urban context and historical fabric, soil, topography, ecology, climate, economy... Using formal, organisational, social, and environmental principles and informing two- and three-dimensional design. Understanding construction systems and their coherent formalisation. Considering the environmental impact and the reuse of the design.

**COMMUNICATING ARCHITECTURAL PROJECTS** Writing, performing, and speaking effectively about an architectural design, using representational media appropriate for both the profession and for a wider audience. Making clear architectural drawings and constructing props at different scales that illustrate and communicate an architectural research and design technically, experientially, and aesthetically.

<p>Inhalt</p> <p>Voraussetzungen / Besonderes</p> <p>Kompetenzen</p>	<p>During the spring semester 2024, the Architecture and Care design studio will address the spaces where human reproduction takes place. Gendered constructs around reproduction have been and still are central to the ways we structure social realities. Architecture and space have historically contributed to promoting and perpetuating sexist social models around reproductive labour and its associated care practices. Building on gender, queer, and crip studies, this studio will explore the possibilities of non-normative and more egalitarian reproductive practices through spatial design.</p> <p>Looking at the different aspects of reproduction, from reproductive rights to child-rearing, the objective will be to design institutions and spaces that promote equality and access to structures of care beyond the heteronormative nuclear family. Care practices, from breastfeeding to fostering, will underpin a design course that aims to look at reproduction from an intersectional point of view. The projects envision alternative architectures for Zürich, in which reproduction transgresses the gendered domain of heteronormativity, and positions itself as an expanded social practice supported by mutual and transversal forms of care and kinship.</p> <p>The medical, biochemical, and genetic advances led by scientific research during the first half of the twentieth century are now, mediated by a globalised health industry, having an impact on the body of individuals and the production of subjectivity: the modifications of affects, desires, sexualities, and the capacity to produce and reproduce, says Paul B. Preciado. Since its introduction in the 1960s, the contraceptive pill, a hormonal compound designed to dissociate sexuality from reproduction, has been one of the most produced pharmacological products in the world. Technologies to support reproduction outside the uterus have transformed the rhythms and agencies of biological reproduction. In short, in the last half a century, scientific discoveries and new technologies have transformed biological reproductive processes and impacted the social structures of care that support them.</p> <p>Despite these new biological possibilities and shifting ideologies having introduced new social dispositions, oppression and exploitation persist across all stages of reproductive life. Social dynamics based on patriarchal, sexist, heteronormative, and binary principles perpetuate unequal, and even violent, social practices around reproduction, from conception to upbringing. Contemporary society and the spaces it produces and inhabits are still marked by the outdated segregation between productive and reproductive labour – labour linked directly to the production of economic value, and the labour required to sustain the bodies producing it. This binary dichotomy is to a large extent still gendered, but also a product of other forms of discrimination like ableism, racism, homophobia or transphobia.</p> <p>While male labour is traditionally considered productive, performed outside of the home, and waged; female labour is considered reproductive, mostly located in the domestic realm, and devalued as “natural” work motivated by love, and thus not requiring remuneration. Similar unbalances in the burdens of reproductive care are based on other binary divisions such as migrant and non-migrant, wealthy and poor, racialised and white. Architecture, as a social technology, is not neutral, and has historically contributed to the inscription of such discriminatory practices in space and bodies. The design of the house, public institutions, and the urban is complicit in the discrimination against female, homosexual, non-binary, non-mongamous, racialised, and other non-normative reproductive bodies and lives. In Switzerland, official data shows that nowadays the burdens of child-rearing still predominantly fall upon women, with 70 percent expressing concerns that having a child will impact on their careers.</p> <p>Group work only</p> <p>Introduction: February 20th, 10am, HIL E 70.5 Intermediate crits: March 12, April 23/24 Final crits: May 28/29</p> <p>CHF 250.-- per student (estimated costs, without possible seminar week costs)</p> <table border="1"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table> <hr/> <p><b>052-0648-24L</b>    <b>Design Studio V-IX: Design for Climate: Earth and Sun W</b>    <b>14 KP</b>    <b>16U</b>    <b>A. Schlüter</b> <b>(A. Schlüter)</b> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i></p> <p><i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.3.2024, 24:00 h. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio!</i></p> <p>Kurzbeschreibung    In the studio' Design for Climate: Earth and Sun', we will investigate earthen and bio-based materials and the sun as a provider of abundant energy for creating place and space.</p> <p>Lernziel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To execute an integrated approach to designing a small, low-carbon, high-quality architectural building.</li> <li>- Understand critical parameters and metrics for buildings regarding energy, emissions, comfort</li> <li>- Utilize digital modelling, simulation and toolsets to obtain quantitative data about design solutions</li> <li>- Interpret and synthesise the results from simulations</li> <li>- Merge with and explore the relation of quantitative data with design intent, spatial configuration and spatial quality</li> <li>- Identify the interactions between architectural design, construction with energy and emissions, both embodied and operational</li> <li>- Visualize integrated quantitative and qualitative results, exploring new visual languages.</li> </ul>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft		Medien und digitale Technologien	gefördert		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																		
	Verfahren und Technologien	gefördert																																																		
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																		
	Entscheidungsfindung	geprüft																																																		
	Medien und digitale Technologien	gefördert																																																		
	Problemlösung	geprüft																																																		
	Projektmanagement	geprüft																																																		
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																																		
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft																																																		
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																																		
	Sensibilität für Vielfalt	geprüft																																																		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft																																																		
	Kreatives Denken	geprüft																																																		
	Kritisches Denken	geprüft																																																		
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft																																																		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																																		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																		

Inhalt	<p>In his seminal book <i>Design with Climate</i>, published in 1963, Victor Olgyay introduced the concept of bioclimatic architecture that responds to its environment. Today, taking climate into account has become a matter of survival. Buildings affect the climate globally through their carbon emissions and locally through the internal and external microclimates they create. To meet climatic needs on both a global and local scale, we need to change the way we build radically.</p> <p>In the studio 'Design for Climate: Earth and Sun', we will investigate earthen and bio-based materials and the sun as a provider of abundant energy for creating place and space.</p> <p>The aim of the design studio is to apply a comprehensive methodology for the integrated design of a mixed-use building in the Valle di Blenio, Ticino, that combines low-carbon principles with architectural design quality. This involves gaining a thorough understanding of the essential parameters and metrics related to energy, emissions, and comfort in building design. Learners will be equipped to employ digital modelling and simulation tools to gather quantitative data, which will be integrated with aspects of design intent, spatial configuration, and quality, fostering an understanding of the interplay between architectural design and construction processes in relation to energy, emissions and human well-being.</p> <p>This experimental studio will be carried out in collaboration with Prof. Roger Boltshauser and Prof. Momoyo Kaijima and their teaching assistants. Additionally, we will be joined by the client and architect of the project, as well as experts on earth construction and solar energy.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Nur Gruppenarbeit</p> <p>Einführungsveranstaltung: 21.2.23, 9.00, HIB Open Space 2 Zwischenkritiken: 4.4.23 / 10.5.23 Schlusskritik: 24.5.23</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>052-1114-24L</b>	<b>Architectural Design V-IX: Topic (GD neu)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Please register (<a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a>) only after the internal enrolment for the design classes (see <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>).</i>  <i>Project grading at semester end is based on the list of enrolments on 29.03.2024 (valuation date) only. This is the ultimate deadline to unsubscribe or enroll for the studio.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16U</b>	Noch nicht bekannt
---------------------	--	----------	--------------	------------	--------------------

## ► Wahlfächer und Vertiefungsarbeiten

### ►► Wahlfächer

#### ►►► Entwurf und Architektur

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0572-24L</b>	<b>Architectural Wor(l)ds within the Undercommons</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1.5S</b>	<b>E. Silvranst-Barclay</b>
Kurzbeschreibung	Accompanied by Moten & Harney's book 'The Undercommons' and its 'fugitive' lexicon, we engage with uses, bodies and subjectivities forced to find and make space in the cracks of the mainstream built environment. What spatial lessons do these undercommons offer as architectures of multiplicity? Through readings, case studies and lectures we construct a spatial lexicon of and for the Undercommons.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Students come to terms with the conceptual framework and vocabulary of the Undercommons and are able to develop a spatial understanding of it.</li> <li>- Students engage critically with the socio-political codes embedded in the methods and semantics used to observe, represent, speak about and eventually design space.</li> <li>- Students reflect on the agency of architecture and the position of the architect in relation to the Undercommons and 'undercommoning' spatial practices.</li> <li>- Students articulate their views and exchange in group sessions.</li> </ul>				
Inhalt	Working from and within the social poesis of life in the Undercommons, Fred Moten and Stefano Harney elaborate an array of concepts as 'words making worlds': study, debt, surround, planning, shipped, fugitivity, undercommons. They point to the ongoingness and ever-presence of self-organised arrangements that operate outside institutional logics with an intentionality to survive, and find joy. Against a backdrop of dominant norms – embedded in culture, standards, objects, buildings – these undercommons are often excluded, overlooked or relegated to the 'other'. Through a radical shift of perspective – where being included is no longer the goal, but refusing to take part and to act on your own terms takes centre stage – Moten & Harney consider these undercommons as forms of intelligence and togetherness that serve as a blueprint for being in this world otherwise. During this course we will ask: how to understand these undercommons in spatial terms? What kind of spatial intelligence do they hold or point at? Through case studies and encounters with spatial practices we make their spatial solutions, 'beyond' typologies or methods for space-making seen, and through this, we reflect on ourselves as spatial practitioners. Departing from Moten & Harney's fugitive vocabulary we look at spaces otherwise: spaces creating worlds driven by a desire to live, dwell, survive and dream, anchored on multiple bodies, experiences and ontologies. Through this we engage with questions on authorship, togetherness, difference and the 'other' in spatial practice today.				



Voraussetzungen / Besonderes	Recommended for masters students/students with sufficient base knowledge on theory, and a strong interest in critical intersectional theory. Students will be guided but should be comfortable with working independently during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Kundenorientierung		geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
		Verhandlung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>052-0512-24L</b>	<b>Planungsstrategien für komplexe Gebäude am Beispiel Gesundheitsbauten ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Guthknecht</b>
Kurzbeschreibung	Bauten des Gesundheitswesens unterliegen einem ausserordentlich dynamischen Wandel. Die alternde Bevölkerung (nur als ein Beispiel des medizinischen Wandels) stellt die gesamte bauliche Infrastruktur des Gesundheitswesens vor grosse medizinische und ökonomische Herausforderungen.				
Lernziel	Das Wahlfach gibt einen Überblick der Gesundheitsplanung und durchläuft dabei thematisch die einzelnen Phasen der Planung von Gesundheitsbauten. Die funktional - differenzierte Planung wird behandelt und die Planungsmethodik "Integral Process Design" erläutert.				
Inhalt	Architektur im Gesundheitswesen unterstützt die Versorgung kranker Mitmenschen mit flexiblen, anpassbaren baulichen Konzepten. Die demographischen Veränderungen und die sich ändernden Krankheitsbilder in der Bevölkerung sind hierbei eine grosse Herausforderung. Für die ständig wechselnden Aufgaben müssen neue organisatorische und bauliche Strukturen entwickelt werden. Hierfür sollten architektonisch-funktionale Planung von Gesundheitsbauten weiter differenziert und die einzelnen Bestandteile dieser Planung ausgewogen aufeinander abgestimmt werden. Die funktionsdifferenzierte Planung als zentraler Bestandteil der Planung von Gesundheitsbauten schafft die baulichen Voraussetzungen für den wachsenden Bedarf an hochqualitativer medizinischer Leistung bei gleichzeitig geringeren Betriebskosten. Die Architektur von Gesundheitsbauten kann hierbei die medizinischen Abläufe nur bestmöglich unterstützen, denn ein guter Gesundheitsbau kann niemals eine gute medizinische Leistung garantieren, schlechte und undurchdachte Baustrukturen können aber gute medizinische Leistungen erschweren oder unmöglich machen. In der gestalterischen Formalisierung des Entwurfs von Gesundheitsbauten müssen konzeptionelle, organisatorische, medizinische, soziale, menschliche, ökonomische und technische Anforderungen in Übereinstimmung gebracht werden. Dazu sind Priorisierungen und Richtungsentscheide notwendig. Mit Integral Process Design wird ein funktional differenzierter Gestaltungsprozess zur Anwendung gebracht, der die Grundlage für die verknüpfte und iterative bauliche Gesamtgestaltung von komplexen Bauten bildet. Mit Hilfe der Integral Process Design-Methodik werden Arbeitsabläufe, Aktivitäten, Funktionen und Abteilungen einer Gesundheitseinrichtung unter besonderer Berücksichtigung der Schnittstellenoptimierung miteinander verbunden. Hierbei werden optimale Abläufe aus funktional(-medizinischer), menschlicher, gestalterischer und ökonomischer Sicht angestrebt.				
Skript	Die Themen des Wahlfachs werden durch eine Reihe von Gastvorträgen mit spezifischen Themen der Module ergänzt. Spezialisten aus den verschiedenen Bereichen der Gesundheitsplanung werden hierbei direkt aus der Praxis berichten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>052-0522-24L</b>	<b>3D Scanning und Freeform Modeling ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2U</b>	<b>A. Kiryk</b>
	<i>Belegung nur nach Absprache mit dem Dozenten möglich: kiryk@arch.ethz.ch</i>				
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs wird das Konzept der "Hybriden Realität" erforscht, welches digitale und physische Räume durch den Einsatz VR-Technologien miteinander verbindet. Die Studierenden lernen, Räume zu digitalisieren, immersive Umgebungen zu schaffen und interaktive Ausstellungen zu gestalten.				
Lernziel	Das Ziel ist es, einen vorhandenen Raum zu digitalisieren und ihn in der virtuellen Realität als Kontext für weiteres Design zu nutzen. Während des Kurses werden fotogrammetrische 3D Scanning und AI-Software eingesetzt. Im ersten Teil des Kurses lernen wir die Werkzeuge; dann arbeiten wir an architektonischen VR-Projekten, entweder in Gruppen oder individuell. Im Verlauf des Kurses werden wir VR-Arbeitsabläufe untersuchen, um immersive und interaktive architektonische Räume zu schaffen. Am Ende des Kurses präsentieren wir die Arbeiten in einer VR-Ausstellung. Jeder Studierende erhält ein Oculus Quest VR-Headset, um während des Semesters zu Hause damit zu arbeiten.				

Inhalt	Die Verschmelzung von digital-analogen Beziehungen begleitet uns seit dem Beginn des digitalen Zeitalters. Der schnell wachsende Einfluss digitaler Technologien auf unser Leben erfordert eine ständige Anpassung. Der Kurs führt den Begriff "Hybride Realität" ein, der das Nebeneinander von physischen und digitalen Räumen repräsentiert. Mit modernsten VR-Technologien konzentriert sich die Methodik auf die Schaffung von immersiven, Echtzeit-1:1-Räumen, die Erforschung körperlicher Gestaltung und die Neuerfindung herkömmlicher Methoden. Die Studierenden lernen, physische Räume zu digitalisieren, hybride Realitätsumgebungen zu schaffen und interaktive Ausstellungen zu gestalten.			
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs "360 - Reality to Virtuality" ist mit "3D-Scanning und Freeform-Modellierung" verbunden. Sie müssen sich für beide Kurse anmelden: "360 - Reality to Virtuality" und "3D-Modellierung" (2x 2 ETCS). Präsenzunterricht als 4-Stunden-Block + Selbststudium und Forschung zu Hause. Max. Teilnehmerzahl: 15 Studierende.			
	Eine Kauton von 200 CHF wird für das VR-Headset erhoben. Sie wird bei Rückgabe des Headsets am letzten Kurstag zurückerstattet. Wenn Sie bereits ein Oculus Quest 2 besitzen, müssen Sie keine Kauton bezahlen und können mit Ihrem eigenen Gerät arbeiten.			
Kompetenzen	Bitte senden Sie eine kurze Bewerbungs-E-Mail (max. 150 Wörter) an Adam Kiryk: kiryk@arch.ethz.ch	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
<b>052-0570-24L</b>	<b>Ringvorlesung Entwurf und Architektur: Ein Gebäude W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Fonteyne</b>
	<b>- Scheitern ist eine Option 4</b>			
Kurzbeschreibung	Die Vorlesungsreihe des Instituts für Entwurf und Architektur - im FS24 vermittelt Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Positionen der Lehrenden innerhalb des IEA (Institut Entwurf in der Architektur).			
Lernziel	Die Vorlesungsreihe des Instituts für Entwurf und Architektur - im FS23 vermittelt Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Positionen der Lehrenden innerhalb des IEA (Institut Entwurf in der Architektur).			
Voraussetzungen / Besonderes	Mittwoch 21.2 - HIL E1 18:00 - 19:30 Andrea Deplazes Mittwoch 13.3 - HIL E1 18:00 - 19:30 Florian Sauter Mittwoch 27.3 - ONA E 7 Fokushalle 12:30 - 16:30 Mittwoch 27.3 - HIL E1 18:00 - 19:30 Arno Brandhuber Mittwoch 24.4 - HIL E1 18:00 - 19:30 Jan de Vylder			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
		Verfahren und Technologien		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
<b>052-0562-24L</b>	<b>Territories of Play – Spatial Interludes</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	The course stresses the scenographic aspects of game environments and the relation to architecture and beyond. Game sets –be it virtual or material– will be explored concerning their dynamic spatial properties and the prosthetic impact on the player: as passage or field, loaded with rules, limits and possibilities.			
Lernziel	The course will look into the spatio-temporal experiences that various games offer and how this influences the player – specifically in moments of transition. Based on textual and lectured inputs, the course will be structured into three distinct and complementary parts: 1. Portraying of an existing game 2. Extrapolating of a pivotal situation and the inherent change of state for the player. 3. Application on a real world situation.			
Inhalt	In "Junk Space" Rem Koolhaas unmasked the current condition of architecture on a global scale: The contraction into a hollow surface that extends endlessly, with an overwhelming emphasize on effects, light, sounds and odours. Atmosphere without material; the contrast of extreme spatial jump-cuts and extra-long blurred thresholds. Games go even further as their scenography is liberated from architectures biggest burden: substance and gravity. What spatial phenomena take place in the ever more present game environments? The course is echoing a fascinating genealogy that runs through the history of architecture itself: Portals, Limits, Thresholds, Gib doors, Guards, Passages, Seduction, Attraction, (Dis)-Orientation, Signs, Trompe-l'œil, Illusions, etc.			
Skript	Folder for File Exchange incl. Reader and Extended Bibliography: <a href="https://shared.ethz.ch/s/ACE5ZCjNtayNtHL">https://shared.ethz.ch/s/ACE5ZCjNtayNtHL</a>			
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place on site.  In case, online lessons will be hold following this link: <a href="https://ethz.zoom.us/j/64104824406">https://ethz.zoom.us/j/64104824406</a>  For more information, please write to: <a href="mailto:haegele@arch.ethz.ch">haegele@arch.ethz.ch</a>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft
		Verhandlung		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft
<b>052-0536-24L</b>	<b>Model and Design</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4U</b>
	<b>A. Tellini, C. Egli</b>			
Kurzbeschreibung	Das Wahlfach Modell und Gestaltung behandelt den Architekturmodellbau durch systematische Experimente und ermöglicht den Studierenden die vertiefte Auseinandersetzung mit verschiedenen Techniken/Materialien.			
Lernziel	Die grundsätzliche gestalterische Auseinandersetzung mit dreidimensionaler Form, Farbe, Material und Komposition ist mit dem praktischen Vertiefen der eigenen gestalterischen und technischen Kompetenzen in Bezug auf den Modellbau Lernziel der Lehrveranstaltung.			

Inhalt	Anhand verschiedener Aufgaben werden im Verlaufe des Semesters systematisch gestalterische Experimente und Untersuchungen in diversen Materialien und Techniken durchgeführt. Das so gesammelte Wissen soll in einem Abschlussprojekt als gebautes Modell zur Anwendung kommen. Dabei werden exemplarisch Idee, Komposition, Farbe und Material zu einem Ganzen zusammengeführt und handwerklich über die sinnliche Komponente des Modells und dessen Rolle im Spannungsfeld von Bild, Objekt, Skulptur und Plastik reflektiert.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es ist während der Woche mit einer zusätzlichen Bearbeitungszeit von etwa 4 Stunden zu rechnen.				
<b>052-0538-24L</b>	<b>Freies Zeichnen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. E. Franzen</b>
Kurzbeschreibung	Übungsbasierter Kurs im Freihandzeichnen.				
Lernziel	Im Zentrum des Seminars stehen aufeinander aufbauende Zeichenübungen, mittels derer die Studierenden verschiedenste Formen des Zeichnens erproben und entsprechend ihrer Neigungen weiterentwickeln. Wir untersuchen die Zeichnung gleichermaßen als freien und als projektgebundenen Prozess, beleuchten die Vorteile der händischen Zeichnung im Vorfeld digitaler Prozesse und schauen dabei auf Ausprägungen des Zeichnens in verschiedensten Genres. Es geht um ein spielerisches Aneignen von Fertigkeiten, nicht unähnlich dem, was beim Erwerb von Schrift oder Muttersprache geschieht, und in der Weise wie sich Sprach- und Denkprozesse überlagern, tun dies eben auch solche der Zeichnung und der Imagination. Das versetzt uns in die Lage, Formen, die wir aufs Papier bringen, zugleich in unseren Blick einzutragen. Jede Form, die wir produzieren, rückkoppelt unsere Wahrnehmung und verändert unseren Blick auf unsere Umgebung. Der Unterricht zielt darauf ab, körperliche Prozesse wie Blick, Taktilität, Gedächtnis, Bewegung usw. als Elemente des Zeichnens mithilfe von Experimenten und Übungen neu zu kombinieren und so verschiedenste Zugänge zum Zeichenerwerb zu legen. – Heiner Franzen				
Inhalt	Die Zeichenübungen beginnen als freies Spiel mit einfachen Formen und Objekten und werden Schritt für Schritt weitergeführt. Die Übungsstunden werden durch Bildbeispiele und Videoclips eingeleitet. Hier vergleichen wir Zeichnungen aus der bildenden Kunst, Film/Video, Cartoon, Theater, Architektur usw. Diese Beispiele vermitteln die Besonderheiten verschiedener Materialien und Milieus und geben konkrete Impulse für unsere Übungspraxis. Als Zeichenwerkzeuge kommen vor allem Kohle, Bleistift und Tusche zum Einsatz. Alle Teilnehmer arbeiten gemeinsam in der Halle, abwechselnd an Tisch, Wand und Boden an variablen Papierformaten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Ergebnisse werden am Ende jeder Vorlesung auf einen Zeichen-Blog hochgeladen und in der folgenden Woche besprochen. Die Teilnehmerzahl ist unbegrenzt. Der Kurs findet Donnerstags von 9:45 - 11:30 Uhr im ONA-Gebäude Halle E7 statt. Der Unterricht wird auf Deutsch abgehalten. Falls ein Credit angestrebt wird, ist zum Bestehen des Wahlfachs die Abgabe der Übungen nötig. Diese Abgaben weisen auch die Anwesenheit nach. Die nötige Zahl der Abgaben wird in der Einführungsveranstaltung mitgeteilt. Die Übungen müssen am Vorlesungstag auf dem Zeichen-Blog abgegeben werden. Die Abgaben auf dem Blog müssen zwingend die Kategorie des Teilnehmer:innen-Namens tragen und die des jeweiligen Vorlesungstitels. Weitere Informationen folgen in der Einführungsveranstaltung. Der Kurs kann jedes Semester neu belegt und angerechnet werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>052-0540-24L</b>	<b>Summer School: (in Collaboration with EPFL)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>7S</b>	externe Veranstalter
<b>052-0550-24L</b>	<b>Hybrider Modellbau: 3D-Druck für den Entwurf ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Benhamu Esayag</b>
Kurzbeschreibung	Eine hochaktuelle Umgebung wird mittels Drohnen und Photogrammetrie aufgenommen und anschließend manuell für den weiteren Gebrauch und 3D-Druck von uns aufbereitet.				
	3D Drucker werden dem Studierenden zur Verfügung gestellt. Keine Vorkenntnisse sind notwendig. hytac.arch.ethz.ch				
Lernziel	Es ist mit Unkosten für Lernmittel, Material und Ersatzteile zu rechnen CHF 50.00 Die Studierenden müssen blockweise aufeinander aufbauende Abgabeleistungen produzieren. Somit wird sichergestellt, dass alle Sicherheitsvorschriften verstanden und die Hybrid-Modellbautechnik beherrscht werden. Im Fokus steht, dass die Studierenden lernen, wie sie Kontextmodelle mittels Drohnenaufnahmen erstellen und weiterverarbeiten können.				
Inhalt	In den ersten Wochen werden die Basics vom 3D-Druck und der Photogrammetrie behandelt. Anschliessend wird ein freiwilliger Ausflug stattfinden um den Kontext mittels Drohnen aufzunehmen. Daraus wird ein hochauflösendes virtuelles 3D Modell extrahiert. Dieses wird für Visualisierungen in Form einer Pointcloud und zum 3D Druck in Form eines Meshes weiterverarbeitet.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine Vorkenntnisse der 3D Drucktechnik erforderlich.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		gefördert	
<b>052-0534-24L</b>	<b>Neue konstruktive Orte-Holzbauweise</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. von Meiss-Leuthold, D. Mettler, D. Studer</b>
Kurzbeschreibung	Das Wahlfach "Neue konstruktive Orte" untersucht anhand von zeitgenössischen Architekturen das komplexe Zusammenspiel der Bauelemente. Die vergleichende Analyse gebauter Konstruktionen dient als Ausgangslage für die Entwicklung zukünftiger Konstruktionen. In diesem Semester wird der aktuelle Holzbau vertieft.				
Lernziel	Ziel der Lehrveranstaltung ist das Verstehen des Einflusses von Material, Technologie und Konstruktion auf die architektonische Ausbildung der konstruktiven Orte. Der Fokus liegt dabei auf den heutigen Stand der Technik und den aktuellen Herausforderungen. Die Verknüpfung zu aktuellen konstruktiven Methoden und Randbedingungen ermöglicht eine kritische Bewertung des konstruktiven Status Quo in der zeitgenössischen Architekturproduktion sowie den Ausblick auf neue konstruktive Ausbildungen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>052-0552-24L</b>	<b>The Architecture of Maintenance</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Emerson</b>
Kurzbeschreibung	In this elective course we will interrogate the possibilities of repair as a method for a new kind of architectural design model, as a disciplinary response in the era of climatic change. The course should pose range of questions and challenges to conventional building economies, standards of construction industry ranging in scale from urban to material choices.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigate design research methods through analyses of architectural examples that focus on repair.</li> <li>- Produce an in-depth survey of the maintenance of one building in the form of a Maintenance Manual.</li> <li>- Question and suggest improvements to repair methods applied in the contemporary building culture.</li> <li>- Compare possibilities of repair-as-design method in multiple disciplines (art, landscape, medicine, industry, software, etc) with the help of invited specialist guests.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Can we practice architecture, with the care of a gardener?</p> <p>In this weekly elective course, the goal will be to look at repair as a possible method for a new kind of design. As a disciplinary response in an era of climatic change, it is envisioned that this study should pose a range of questions to challenge conventional building economies and the durability of the constructed environment. We will interrogate and look for ways of improving and repairing standards of construction industry ranging in scale from the urban to material choices. The methods developed and gathered should become an outline of experimental possibilities for designers and practitioners who face the growing challenge of a lack of newly built form, and ever growing need to address the existing built substance, with an outlook to a conflict between construction industry standards orientated toward new buildings and acknowledged methods of prolongation and altering architecture. Instead of aspiring to build new, can we as a generation focus mainly on what is already there.</p> <p>Using the knowledge you gather, you will work in pairs to create one annotated architectural drawing which attempts to reveal the information which lacks. The drawing will be passed or sent to your partner each week for additions, removals, edits and comments, and we will review these drawings during the two-hour slot each week.</p>				
Literatur	<p>Peter Maxwell. 'A Dangerous Breed'. Originally published in FORM 246, 2013</p> <p>Herman E. Daly. 'Wealth, Illth and Net Growth'. In: From Uneconomic Growth to a Steady- State Economy (Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2014)</p> <p>Michael Thompson, Rubbish Theory (Oxford: Oxford University Press. 1979) Ch.3 'Rat infested slum or glorious heritage?' p.34-56</p> <p>Arjun Appadurai. The Social Life of Things (Cambridge: Cambridge University Press. 1986) p.3-63 'Introduction: commodities and the politics of value'</p> <p>Peter Maxwell, 'Understanding Repair' In: Useless (London: Royal College of Art, Critical Writing in Art &amp; Design, 2012)</p> <p>Alvaro Siza, Living in a House, March 1994, Originally published in: Kenneth Frampton, Alvaro Siza: Complete Works (London: Phaidon, 2000. p252)</p> <p>Tim Ingold, 'Skill'. In: The Perception of the Environment Essays on Livelihood, Dwelling and Skill, London: Routledge, 2000</p> <p>Tim Ingold, 'Building, Dwelling, Living'. In: The Perception of the Environment Essays on Livelihood, Dwelling and Skill, London: Routledge, 2000</p> <p>Beatriz Colomina, "The Split Wall: Domestic Voyeurism" Sexuality and Space (New York: Princeton Architectural Press, 1992)</p> <p>Charlotte Perkins Gillman, The Home, its Work and Influence (New York: Charlton Company. 1910) Ch2. 'The Evolution of the Home' p.14-35</p> <p>Charlotte Perkins Gillman, The Home, its Work and Influence (New York: Charlton Company. 1910) Ch2. 'The Home as Workshop. I. The Housewife' p.82-103</p> <p>Vishmidt, Marina. 'Management and Maintenance'. In Look at Hazards, Look at Losses, edited by Anthony Iles, Danny</p> <p>Mirales Ladermann Ukeles. 'Manifesto for Maintenance Art'</p> <p>Mary Douglas. Purity and Danger (London and New York: Routledge Classics.2002) p. 1-35</p> <p>Elinor Ostrom. Governing the Commons (New York: Cambridge University Press. 1990) Ch. 3 'Analyzing long-enduring, self-organizing, and self-governing CPRs' p.58-102</p> <p>William Cronon. 'The Wealth of Nature, Lumber' In Nature's Metropolis</p> <p>Gilles Clement. The Planetary Garden (Philadelphia: University of Philadelphia Press: 2015)</p> <p>Donald Worster. 'History as Natural History', In: The Wealth of Nature (New York: Oxford University Press, 1993)</p> <p>Peter Wohlleben, The Hidden Life of Trees. Translated by Jane Billingham. (London: William Collins. 2016) p.1-18, p.241-250</p>				

<b>052-0640-24L</b>	<b>Climate Responsive Architecture with Hive</b> <i>ITA Pool information event on the offered courses: x.x.24, 10-11h, ONLINE, link will follow.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Schlüter, C. Waibel</b>
Kurzbeschreibung	This online course provides an introduction to climate responsive design using the Hive tool and its application in early building design stages. Hive allows architecture and building science students to understand the relationship between architectural design, climate, comfort, and energy. Hive is a plugin for the 3D modelling environment Rhino and its visual programming interface Grasshopper.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recall general principles of climate responsive design and examples.</li> <li>- Utilize 3D building geometries to perform simplified energy demand and supply simulations.</li> <li>- Observe relevant physical principles and interactions between climate, energy, and geometry.</li> <li>- Implement passive and active concepts for climate responsive design.</li> <li>- Apply Hive for building design analysis and integrate it into own designs or design courses.</li> <li>- Identify and harness synergies and trade-offs between climate, energy, and architectural design aspects.</li> </ul>				

Inhalt	<p>The course can be taken individually or as a prerequisite for other courses, such as the master course Computational Methods of Energy and Climate Design or architectural design studios.</p> <p>There are nine modules covering the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M01: Course overview</li> <li>- M02: Introduction to Climate Responsive Design</li> <li>- M03: Introduction to Rhino Grasshopper (optional)</li> <li>- M04: Introduction to Hive</li> <li>- M05: Early Solar Analyses</li> <li>- M06: Passive Solar Design</li> <li>- M07: Active Solar Design</li> <li>- M08: Real-World Applications and Examples</li> <li>- M09: Project</li> </ul> <p>Kindly note that this is a self-paced blended-learning online course that can be started at any time. For submission deadlines, please refer to this course's Moodle page, which you can access at <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15054">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15054</a>.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A working Rhino 6 or 7 license is necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement		geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Sensibilität für Vielfalt		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
<b>052-0558-24L</b>	<b>BUK Konstruktionslabor</b> <i>Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Voraussetzung zur Belegung ist die Bewilligung der Dozierenden!</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Aires Teixeira, M. Pschorn</b>
Kurzbeschreibung	Den Studierenden wird anhand innovativer Materialien der integrale Zusammenhang von Bauprozess, Planung und Ausführung aufgezeigt. Mit Fokus auf die Wechselwirkung von Konzeption und Realisation werden Konstruktionen und Details für neuartige Materialien entwickelt und in selbstgebauten Case Studies einem Feldtest unterzogen.				
Lernziel	Verstehen der komplexen Zusammenhänge von Material, Detail und gebautem Artefakt. Neue konstruktive Methoden werden aus einem vertieften Verständnis von innovativen Baumaterialien entworfen, analysiert und angewandt.				
Inhalt	<p>Phase 1: Die Analyse innovativer Baumaterialien bezweckt ihre Anwendung am Bau dank experimenteller Konstruktionsmethoden.</p> <p>Phase 2: Von den neu konzipierten Konstruktionsmethoden werden abgeleitete, eigenständige Entwürfe (Gruppenarbeiten) für Case Studies entwickelt. Schrittweise nähern sich die Studierenden im Semester dem realen Massstab an und prüfen die Wechselwirkungen auf das Konstruktionskonzept.</p> <p>Phase 3: Die Realisation steht im Zentrum. Aus der zweiten Phase wird ein geeignetes Projekt ausgesucht und gemeinsam weiterentwickelt. Die Detailplanung hinterfragt die vorangegangenen Entscheide. Schliesslich wird die Konstruktion materialisiert und durch den Bau des Case Studies 1/1 überprüft.</p> <p>Während des Semesters werden die Studierenden von Fachpersonen mit Vorträgen, Besichtigungen und Kritiken begleitet.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Platzzahl ist limitiert. Vor der Einschreibung benötigen Sie das Einverständnis der Dozierenden!				
<b>052-0574-24L</b>	<b>Unmasking Space: A Collaborative Platform for and by Students</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Silvrants-Barclay</b>
Kurzbeschreibung	A reflection on the structures and norms behind architectural projects and architectural education, Unmasking Space actively questions the content and methodologies of the official curriculum. It aims to recognize students' voices from below, to disturb and challenge the established values, to value non-hierarchical learning.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Students should be able to understand and develop critical positions in relation to other spatial epistemologies introduced and explored in the course.</li> <li>- Students should develop a position on the agency of the architect in relation to the themes explored in the modules of the course.</li> <li>- Students should develop modes of articulating knowledge transfer within a group, in response to the curriculum informed by the contributions of external guests.</li> </ul>				
Inhalt	<p>This semester, Unmasking Space will engage in a critical exploration of architecture and architectural education beyond its façade of neutrality. Architecture is not merely a backdrop to human activity but an actor that shapes our environment and behaviours. It often operates as an instrument of control and a delineator of freedom - from the stark functionality of checkpoints and border controls to the subtle biases in everyday living spaces.</p> <p>Through a series of workshops selected through an open call, the semester will provide an alternation of moments of input, reflection, research and discussion. Intended as a collective, non-hierarchical learning experience, we will explore a variety of case studies, set in Zurich, Neuchâtel, Dakar, Palestine, New York and more. When discussing all of these, from a floating prison to a colonial trade mission, to a wall, we will be guided by a variety of spatial practitioners. We will be shifting the learning spaces - to the city, to our homes, to an informal gathering, aiming to gain a better understanding of how we perform learning in multiple and collective ways. An overview of the previous semester is available on instagram at @unmaskingspace and at the website <a href="https://unmasking.space/">https://unmasking.space/</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	To encourage in-class discussions and participation, as well as to build a supportive environment, the course is intended for 15-20 students and priority will be given to those present in the introductory class. During the semester, some sessions will be held outside of the curricular timeframe, although such occasions will be kept to a minimum and will be at no additional cost to the students.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>063-0562-24L</b>	<b>Integrierte Disziplin FS24 im Bereich Entwurf und Architektur (IEA)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	Betreuer/innen
	<i>Die Belegung dieser Lerneinheit ist nur nach Absprache mit den Dozierenden und in Verbindung mit dem gleichzeitigen Besuch einer Entwurfsklasse (Entwurf V-IX) möglich.</i>				
Kurzbeschreibung	Themenwahl, Form und Umfang der Arbeit müssen in Absprache mit einer Professur am Institut IEA erfolgen.				
Lernziel	Ziel ist eine entwerferisch fundierte Auseinandersetzung mit einer klar formulierten Fragestellung.				
<b>052-0526-24L</b>	<b>BUK Re-Detailing</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Girsberger</b>
Kurzbeschreibung	Umbauen und Wiederverwenden ist angesagt. Das soll (wieder) gelernt sein. In diesem Wahlfach konstruieren wir mit dem Vorgefundenen. Das limitierte Angebot an Material setzt einen kreativen und flexiblen Umgang des Fügens und Verbindens voraus. Nebst Beispielen und Vorträgen aus der Praxis, werden wir an einem realen Objekt ein theoretisches Detail erarbeiten.				
Lernziel	Fragen sowohl zur Anwendung in der Konstruktion sowie zum Ausdruck sollen beantwortet werden. Welche wiederverwendeten Materialien und Elemente eignen sich für was und wie werden sie gefügt? Welche neue Ästhetik kann geschaffen und wie vermittelt werden? Ziel ist es, die junge Architekten-Generation fit zu machen für den konstruktiven Umgang mit wiederverwendetem Material. Anhand von theoretischen Übungen und Beispielen aus der Praxis soll eine Haltung gegenüber dem Bauen mit Vorhandenem und dessen Herausforderungen und Chancen entwickelt werden.				
Inhalt	Phase 1: Bestehende Praktiken und Plattformen des zirkulären Bauens werden in der Gruppe analysiert und besprochen. Für einen spezifischen konstruktiven Ort werden passende Bauteile von den Studierenden digital auf Plattformen oder Abbruchbaustellen gesucht und in einem Inventar dokumentiert. Diese Phase wird begleitet durch theoretische Inputs und Beispielen aus der Praxis. Phase 2: In experimentellen Übungen (in Gruppen) werden Details im Massstab 1:5 aus dem zusammengetragenen Material konstruiert. Dabei liegt das Augenmerk auf der Wahl der Materialien für den spezifischen Ort und auf dem Fügen der einzelnen Elemente. Es wird überprüft, wie mit begrenzten Ressourcen auf eine vorgegebene Situation reagiert werden kann. Vor dem Hintergrund einer neuen Ästhetik werden auch verschiedene Darstellungsformen geprüft.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Teilnehmerzahl ist begrenzt auf 20 Studierende. Dies aufgrund von Baustellenbesuchen und limitierter Betreuungskapazität der Übungen. Der Besuch der ersten Veranstaltung ist Pflicht: Es wird eine Liste ausgehändigt, in der sich 20 Studierende eintragen können, welche dann offiziell am Wahlfach teilnehmen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>052-0506-24L</b>	<b>Sprache finden für den Wandel</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Kupferschmid</b>
Kurzbeschreibung	Wie können wir das Schreiben nutzen, um uns einer neuen architektonischen Form anzunähern, die auch in Zeiten grosser gesellschaftlicher Herausforderungen wie der Klimakrise relevant bleibt? Alle Teilnehmenden des Seminars arbeiten während des Semesters an einem eigenen Text, in dem sie zu einem Gebäude kritisch Position beziehen.				
Lernziel	Nutzung des Textes als Möglichkeit, sich der Fragen nach einer klimarelevanten Architektur anzunähern.				
	Entwicklung eines eigenen Textes, laufende Überarbeitung mit Hilfe von verschiedenen Übungen und Besprechungen.				
	Reflexion der eigenen Rolle als Architekt:in im Architekturdiskurs, in Bezug auf die Klimakrise und in dem sich wandelnden Berufsfeld.				

Inhalt	<p>Wie finden wir eine neue architektonische Form und damit eine neue Sprache in einer Zeit, in der sich alles rasant ändert – und ändern muss? Insbesondere die Fragen nach der ökologischen Nachhaltigkeit stossen grundlegende Veränderungen in der Architekturbranche und im Berufsverständnis an. Wie dient uns das Schreiben als Mittel, um uns einer Architektursprache anzunähern, die in diesem Umfeld relevant bleibt? Im besten Sinne zwingt uns das Schreiben, Haltung zu beziehen.</p> <p>Im Lauf des Semesters erkunden alle Studierenden ein Gebäude und versuchen schreibend zu ergründen, welchen Beitrag es zur neuen Formfindung für die Architektur in der Klimakrise leistet. Wir beschäftigen uns damit, welchen Einfluss die Frage der Nachhaltigkeit auf den Entstehungsprozess und die Wahrnehmung der Gebäude hat, welche neue architektonische Sprache sie für uns bereithalten und welche Prozesse sich im Hintergrund abspielen. Alle Studierenden schreiben einen eigenen, kurzen Text. Im Verlauf des Semesters überarbeiten sie diesen laufend und reflektieren das Geschriebene durch Übungen und Rückmeldungen zu ihrem Text. Nicht der fertige Text am Ende des Semesters steht im Zentrum, sondern das Schärfen und gleichzeitig immer wieder Hinterfragen der eigenen Haltung und die kontinuierliche Reflexion des Geschriebenen.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>052-0582-24L</b>	<b>Archives of the Living</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	<b>A. Caruso, M. Conen</b>
Kurzbeschreibung	<p>This course intends to use different techniques of recording and research to capture a special and important time in the history of Zurich between the late 1970s and the early 1980s. The documents that each student produces will be test of how to communicate and archiving specific topics of this time.</p>				
Lernziel	<p>-The students will engage with existing archives, but will ask new questions in order to extend the received meanings of the material          -the students will use photographic and video recordings to represent the sites that we are studying          -the students will use social scientific interview techniques          This material will be assembled into small documents that communicate specific topics from the main theme</p>				
Inhalt	<p>Zurich between the late 1970s and the early 1980s was a city where urban activism, punk and a nascent contemporary art scene came together in an explosive way. Inspired by other scenes, in say London and New York, what was special in Zurich was how intermingled the members of the different scenes were and how influential they would become for the future shape of the city. This must have something to do with the small scale of the city and how intertwined its society is.</p> <p>Independent of official policies and large capital investments, it was the ideas and the participants of these times that has given shape, for better and for worse, to contemporary Zurich. This course will begin to engage with the stories, the people, and the artefacts of that time. Drawing on the holdings of existing social archives in the city, but also engaging through photography and writing, we will begin to construct an archive of the living for Zurich.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Classroom teaching takes place on a total of seven dates, including 2x2 and 5x4 lessons each. Some events will not take place at ETH. The costs incurred (public transport tickets) will not be covered.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
<b>052-0584-24L</b>	<b>Unveiling Habitats</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Gradin, M. Conen</b>
Kurzbeschreibung	<p>Wie können Architekt*innen das Thema der Cohabitation und biologischen Vielfalt in den Entwurfsprozess integrieren? Die Architektur als Schnittstellendisziplin nimmt eine tragende Rolle für die Förderung der Biodiversität im Siedlungsraum ein. In diesem Seminar werden vierversprechende Hebel und Handlungsfelder behandelt, um ökologisch hochwertige und vernetzte Wohn- und Lebensräume zu schaffen.</p>				
Lernziel	<p>– Kenntnisse über relevante Begriffe und Diskurse im wachsenden transdisziplinären Themenfeld Architektur und Biodiversität          – Definition der persönlichen Hebel und Wirkungsfelder als Architekt:in zur Förderung von Cohabitation und Biodiversität          – kritische und reflektierte Auseinandersetzung mit verschiedenen Beispielen aus der Praxis          – Analyse und Entwicklung relevanter Parameter am Fallbeispiel</p>				
Inhalt	<p>Die biologische Vielfalt bildet die unverzichtbare Grundlage unseres Lebens. Die Qualität, Quantität und Vernetzung dieser Vielfalt nehmen aber in der vom Klimawandel besonders stark betroffenen Schweiz rasant ab. Fast die Hälfte der Lebensräume und mehr als ein Drittel aller Arten sind bedroht (Analysebericht Biodiversität in der Schweiz, BAFU 2023). Dem Siedlungsraum kommt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle zu. Die bebaute Fläche hat sich in der Schweiz seit den 70er Jahren fast verdoppelt, was enormen Druck auf die Ökosysteme ausübt.</p> <p>Wie gestalten sich in diesem Kontext integrative Bauprojekte der Zukunft von zugleich hohem ökologischen Wert und mit hoher Lebensqualität – sowohl für Menschen, als auch für andere Lebewesen? In diesem Seminar befassen wir uns aus Perspektive der Architektur mit Begriffen, Fragestellungen und Akteur:innen der Biodiversität im Siedlungsraum der Stadt Zürich. Durch vielfältige Gastbeiträge von Expert:innen und anhand eines realen Fallbeispiels und Fachexkursionen werden Theorie und Praxis zum Themenfeld Architektur und Biodiversität verknüpft. Die individuellen Recherchen und Erkenntnisse werden in Form einer visuellen Projektdokumentation festgehalten und an einer Abschlussveranstaltung präsentiert.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Primäre Unterrichtssprache ist Deutsch, Englischkenntnisse werden insofern vorausgesetzt, als dass einzelne Texte und Inhalte in englischer Sprache vorliegen werden.</p> <p>Wichtig: Der Präsenzunterricht findet an insgesamt sieben Daten statt, à 2x2 und 5x4 Lektionen Unterricht:          22.2.: 13:45 - 15:30 Uhr          29.2.: 13:45 - 17:30 Uhr          14.3.: 13:45 - 17:30 Uhr          28.3.: 13:45 - 17:30 Uhr          11.4.: 13:45 - 17:30 Uhr          25.4.: 13:45 - 17:30 Uhr          16.5.: 13:45 - 15:30 Uhr</p> <p>Einzelne Veranstaltungen werden als Exkursionen in der Stadt Zürich durchgeführt und finden nicht an der ETH statt. Die entstehenden Kosten (ÖV-Tickets) werden nicht übernommen.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>052-0578-24L</b>	<b>Understanding Light</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Barba, P. Anantha Murthy</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs erforscht Licht aus der Perspektive von Physik und Kunst und eröffnet neue Dimensionen für interdisziplinäre Kooperationen, indem es Fragen zu Ursprung und Natur des Lichts behandelt: Wie bewegt es sich durch Raum und Zeit? Wie kann es im künstlerischen Sinne produktiv gemacht werden? Was können künstlerische Methoden dazu beitragen, mit Licht zu experimentieren und darüber nachzudenken?				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen der Eigenschaften von Licht: Intensität, Phasen, Farben und Wechselwirkungen mit Materien</li> <li>- Erforschung optischer Effekte: Reflexion, Brechung, Dispersion</li> <li>- Planung und Durchführung eines Kunstprojekts auf der Grundlage von Forschungsergebnissen aus anderen Wissenschaften</li> <li>- Förderung des konzeptionellen und interdisziplinären Denkens in ungewöhnlichen Konstellationen</li> <li>- Erlernen des Umgangs mit unvorhergesehenen Ergebnissen und des Produktivmachens zufälliger Ereignisse für die erfolgreiche Durchführung eines Projekts</li> <li>- Förderung von Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten</li> </ul>				
Inhalt	In diesem Kurs schaffen wir einen performativen Rahmen für Experimente und Erkundungen.  In Verbindung mit wöchentlichen Projekten im Departement Physik werden die Studierenden in Konzepte zu Ursprung von Licht und Farbe eingeführt sowie mit Interpretationen der uns umgebenden optischen Welt vertraut gemacht. Wir lernen verstehen, was die Effekte unserer täglichen Wahrnehmung hervorruft – von Schmetterlingsflügeln und Herbstfarben bis zum Aussehen von Gebäuden und Städten. Wir werden praktische Experimente mit grundlegenden optischen Komponenten, wie Linsen, Spiegeln und Prismen, durchführen und verstehen lernen, wie diese zur Generierung von Bildern zum Einsatz kommen können. Beiträge von Gastdozent*innen (z. B. zu den Themen Licht in der Fotografie, Anthropologie oder Stadtlandschaften) sind geplant. Die teilnehmenden Studierenden werden gebeten, verwandte Themen zu präsentieren.  Am Ende des Semesters werden künstlerische Experimente präsentiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>052-0556-24L</b>	<b>Analoge Fotografie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Barba</b>
Kurzbeschreibung	Praxisorientiertes Seminar zum Thema der analogen & künstlerischen Fotografie				
Lernziel	Unter der Anleitung von Nicolas Rolle, dient das Seminar der Heranführung an das analoge Experiment im Schaffungsprozess künstlerischer Praxis. Durch das Analysieren der Motive und Denkweisen künstlerisch tätiger Fotograf*innen soll ein grundlegender Umgang mit dem Medium Fotografie erarbeitet und das praktische Arbeiten in der Dunkelkammer durch theoretische Fragestellungen an das Medium erweitert werden.				
Inhalt	Theoretische wie praktische Einführungen bilden den Kern der gezielten Auseinandersetzung mit dem fotografischen Apparat. Die Studierenden sind aufgefordert, eigene Erfahrungen in analogen Experimenten zu sammeln und mit der Kamera den Stadtraum und ihre Umgebung zu erforschen. Mit einer über das Semester entwickelten künstlerischen Arbeit, soll so der erweiterte Begriff von Fotografie geschärft und zu einem individuellen Ausdruck gebracht werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Bewilligung der Dozierenden für alle Studierenden notwendig. Wir erbitten ein Motivationsschreiben (max. 300 Wörter) an rolle@arch.ethz.ch bis zum 19.2.2024. Teilnehmerzahl begrenzt auf 20 Personen. Der Kurs wird im Frühjahrssemester 2024 auf Deutsch abgehalten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>052-0524-24L</b>	<b>360° - Reality to Virtuality</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Kiryk</b>
	<i>Belegung nur nach Absprache mit dem Dozenten möglich: kiryk@arch.ethz.ch</i>				
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs wird das Konzept der "Hybriden Realität" erforscht, welches digitale und physische Räume durch den Einsatz VR-Technologien miteinander verbindet. Die Studierenden lernen, Räume zu digitalisieren, immersive Umgebungen zu schaffen und interaktive Ausstellungen zu gestalten.				



Lernziel	Das Ziel ist es, einen vorhandenen Raum zu digitalisieren und ihn in der virtuellen Realität als Kontext für weiteres Design zu nutzen. Während des Kurses werden fotogrammetrische 3D Scanning und AI-Software eingesetzt. Im ersten Teil des Kurses lernen wir die Werkzeuge; dann arbeiten wir an architektonischen VR-Projekten, entweder in Gruppen oder individuell. Im Verlauf des Kurses werden wir VR-Arbeitsabläufe untersuchen, um immersive und interaktive architektonische Räume zu schaffen. Am Ende des Kurses präsentieren wir die Arbeiten in einer VR-Ausstellung. Jeder Studierende erhält ein Oculus Quest VR-Headset, um während des Semesters zu Hause damit zu arbeiten.
Inhalt	Die Verschmelzung von digital-analogen Beziehungen begleitet uns seit dem Beginn des digitalen Zeitalters. Der schnell wachsende Einfluss digitaler Technologien auf unser Leben erfordert eine ständige Anpassung. Der Kurs führt den Begriff "Hybride Realität" ein, der das Nebeneinander von physischen und digitalen Räumen repräsentiert. Mit modernsten VR-Technologien konzentriert sich die Methodik auf die Schaffung von immersiven, Echtzeit-1:1-Räumen, die Erforschung körperlicher Gestaltung und die Neuerfindung herkömmlicher Methoden. Die Studierenden lernen, physische Räume zu digitalisieren, hybride Realitätsumgebungen zu schaffen und interaktive Ausstellungen zu gestalten.
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs "360 - Reality to Virtuality" ist mit "3D-Scanning und Freeform-Modellierung" verbunden. Sie müssen sich für beide Kurse anmelden: "360 - Reality to Virtuality" und "3D-Modellierung" (2x 2 ECTS). Präsenzunterricht als 4-Stunden-Block + Selbststudium und Forschung zu Hause. Max. Teilnehmerzahl: 15 Studierende.

Eine Kautions von 200 CHF wird für das VR-Headset erhoben. Sie wird bei Rückgabe des Headsets am letzten Kurstag zurückerstattet. Wenn Sie bereits ein Oculus Quest 2 besitzen, müssen Sie keine Kautions bezahlen und können mit Ihrem eigenen Gerät arbeiten.

Kompetenzen	Bitte senden Sie eine kurze Bewerbungs-E-Mail (max. 150 Wörter) an Adam Kiryk: kiryk@arch.ethz.ch		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert

<b>052-0510-24L</b>	<b>Summer School: Piranesi_Prix de Rome 2024</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	A. Deplazes, externe Veranstalter
	<i>The maximum number of participants is 10, with preference given to Master Students and secondly to Bachelor students after their fourth semester. After March 3, 2024, registration possible until May 21, 2024 only per mail to: puglisi@arch.ethz.ch</i>				

Kurzbeschreibung	The Piranesi Prix de Rome is organized as a university competition (launched in 2003 and today at the XXI edition), and is open to students from the architectural schools around the world joining Villa Adriana to wait for a two-week workshop.
Lernziel	The aim of the Piranesi Prix de Rome is to train specific design skills relating to architecture for archeology and to the valorisation of archaeological contexts. Working in the complex area of Villa Adriana in Tivoli not only helps to generate awareness towards the project on a ruin, but offers the opportunity to deal with places of the past with great architectural value.
Inhalt	The Workshop is held in the extraordinary context of the monumental residence commissioned by Emperor Adriano and built between 117 and 138 AD, close to the city of Tivoli. Villa Adriana therefore takes on the role of a large and prestigious training ground for the experimentation of the project, and for the definition of a sustainable and transmissible strategy for comparison with the "high risk" archaeological areas.

Italian and foreign universities will participate in the XXI Edition of the Prize which intends to be first and foremost a place and opportunity for a cultural comparison on an international basis.

The project focuses on the relationship between two of the main elements that constitute the image of Villa Adriana, Architecture and Water.

The students will be invited to design a "water architecture", that could be exhibition or spa pavilions or the arrangement and museumization of parts of the Villa and its direct surroundings aimed at generating the spectacle of water captured by architecture and archaeology. Excursions to Rome and in Tivoli to Villa d'Este and Villa Gregoriana are part of the workshop.

Voraussetzungen / Besonderes	The contribution fee for the Seminar is Euro 320.00. The workshop link is <a href="http://www.premiopianesi.net">www.premiopianesi.net</a>
------------------------------	--

## ►►► Geschichte und Theorie der Architektur

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0818-24L</b>	<b>Theory of Architecture Seminar: Pressure Points - The W Subjects of Race and Feminism</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>T. Avermaete</b>
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation		
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert	
	Kreatives Denken			geprüft	
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft	
<b>052-0830-24L</b>	<b>History of Art and Architecture: Special Topics - ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Not eligible as a Compulsory GESS Elective for students of D-ARCH.</i> <i>The number of participants is limited.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Delbeke</b>

*Enrollment on agreement with the lecturer only!*

Voraussetzungen / Besonderes Not eligible as a Compulsory GESS Elective for students of D-ARCH.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
		Verhandlung	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>052-0828-24L</b>	<b>Seminar History and Theory of Urban Design: Public Urban Scale Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>T. Aevermaete</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Building cities is not solely a matter planners, designers, and developers, but also of the public. Urban Scale Models are well equipped to enable public participation in such development processes. This course focusses on such physical models, and provides students with an historical, theoretical and personal understanding of the urban scale model as a public tool.				
Lernziel	The aim of the course is to provide students with an historical and theoretical understanding of the urban scale model as a public tool. Besides that, the aim is to actively engage with models, in order to test, experience and investigate the public dimensions of the urban scale models.				
Inhalt	<p>Urban development is obviously not a matter for designers, planners, politicians and developers alone. In any case, the city is a form of co-production. Not only because somewhere in a development process there is always a moment of participation, involving citizens in the discussion or development of the city, but also because the city is in the end mainly 'produced' by its inhabitants. Usually, such a participation moment is too little and too late, often only offered at the moment when policymakers and developers have already decided what is to be built or what is to be adapted. It is becoming increasingly clear that involving residents at an early stage of a process leads to more support for the developments, and therefore to more successful urban developments. In this seminar, we focus our attention on the physical urban scale model, because it is precisely models that are well equipped to enable participation in development processes. Models have strong performative characteristics, enabling the participation of different actors, not only the stakeholders in a project, but also the public at large. Models are well equipped to function as instruments of negotiation. They can steer a discourse around the development of particular projects through their accessibility for a lay public, and by inviting the public to interact, react and participate. Aspects as materiality, abstraction, scale, legibility of the model, as well as the mediation techniques through which the model is brought to the attention of a larger public, define and calibrate the degree of accessibility and the possible of involvement of different actors. These aspects thus define what we can call the 'publicness' of the model. In this seminar students will explore together with various actors such characteristics that enable urban scale models to become public instruments.</p> <p>Using historical and theoretical examples, students will be shown how models can enhance an urban discourse and how this discourse is shaped by different actors on the model. Through a few introductory lectures and the discussion of some texts on urban models, a theoretical framework is developed. In a few guest lectures, the actual functioning of the model in practice is examined and the theory tested (lectures by for instance an architectural office focussing on participation processes, the planning office of the municipality). Also the relationship between the physical and the digital model will be discussed. Besides that, the students will engage in the course by building a few models themselves. In each model they investigate a particular aspect of the model, which define the publicness of it (e.g. scale, abstraction). In a final model, they reflect on the relationship between the different aspects and the accessibility of the model as an invitation to interaction and participation. These models will be presented in an exhibition at the HIL building.</p>				
Literatur	During this course different texts will be discussed. The compulsory readings will be made available via the website of the course prior to the start of FS2023.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
Soziale Kompetenzen			Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Entscheidungsfindung		geprüft		
	Medien und digitale Technologien		geprüft		
	Kommunikation		geprüft		
	Kooperation und Teamarbeit		geprüft		
	Kundenorientierung		geprüft		
	Menschenführung und Verantwortung		geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft			

<b>052-0724-24L</b>	<b>Sociology: The Agrarian Question: From Colonialism to Urban Agriculture</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Schmid, N. Bathla</b>
Kurzbeschreibung	Under 21st-century extended urbanization, architecture and spatial practices are increasingly intertwined with agrarian concerns. This course delves into the intersections of urbanization, architecture, and the agrarian question. It covers historical aspects like land enclosure, colonialism, and primitive accumulation, as well as contemporary topics such as urban agriculture and green initiatives.				
Lernziel	<p>Through this course, participants will cultivate a critical understanding of the agrarian question, its political economy, and urbanization in agrarian territories. Active engagement with recommended literature is expected, encouraging participants to present, discuss, and debate key concepts in urban and environmental humanities. The seminar aims to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Foster a critical understanding of agrarian concepts, ecology, environmental humanities, and extended urbanization.</li> <li>2. Enhance participants' skills in reading, presenting, and debating academic texts.</li> <li>3. Inspire ideas for architectural and urban practices in agrarian territories.</li> </ol>				

Inhalt	<p>The introductory sessions will provide a world-historical perspective on urbanization and the agrarian question by examining land settlement during colonialism, revolutions and counter-revolutions in the global countryside. Subsequent sessions will delve into food sovereignty, food regimes, urban farming, and the future of food. Land and labor will be explored through themes such as global depeasantization, migration, land enclosure, and primitive accumulation. The contemporary intersections of the agrarian question and urbanization will be investigated through global supply chains, carbon forestry, and urbanism in agrarian territories.</p> <p>Each thematic session will include recommended readings, podcasts, or lectures. Participants will present short group presentations based on these materials, followed by moderated discussions.</p> <p>Sessions:</p> <p>22.02 Urbanisation and the agrarian question in the 21st century What is agrarian question and how is it relevant under 21st century urbanisation.</p> <p>29.02 Colonial wastelands, settlement, and improvement This session will explore the colonial project of settling wastelands for agriculture in order to turn them productive and revenue generating. It will explore the infrastructures and ecological violence colonial wasteland settlement entailed.</p> <p>07.03 Nature? This session will explore the production of nature and its deep entanglement with agrarian metabolism and urbanisation.</p> <p>14.03 Food and the agrarian question: food sovereignty, hunger, and the future of food This session will explore the concept of agroecology which has been proposed as a solution to the intersectional food, climate, and biodiversity crisis. The session will explore and evaluate the diversity of paradigms that have emerged under the umbrella agroecology.</p> <p>28.03 More-than-human agrarianisms This session will explore the 'more-than-human' ecology of agriculture. How soils are made and unmade, how assuming a more-than-human lens can allow us to see and imagine landscapes otherwise. Guest lecture by Luke Harris</p> <p>11.04 Agrarian Urbanisms This session explores concepts of landscape urbanism that have been applied to the study of agrarian territories as hybrid or in-between, and surveys the long-legacy utopias of agrarian urbanism.</p> <p>18.04 Land enclosure, fallows, and human-non-human conflict This session surveys how agrarian land has been subjected to intense forms of enclosure historically and under 21st century urbanisation. It further explores how these enclosures often result in human-non-human conflict.</p> <p>25.04 Feminist agriurbanism This session explores the links between urbanisation and intense depeasantisation in the global countryside, and the historic and ongoing suppression of wages of women and migrants workers that has upheld this condition.</p> <p>02.05 Improvement: Energy, nature, and the climate This session explores historical and ongoing narratives around improvement of agriculture. From translocation and improvement of species to the ongoing enclosure of agrarian land and commons through greening programs and in the name of green-energy transition and climate action. Guest Lecture by Camila Medina Novoa</p> <p>16.05 Urban and regenerative agriculture This session explores the rise of the urban agriculture paradigm as a sustainable alternative for localising food production and urban metabolism and urban agriculture's inherent contradictions and limitations. Guest Lecture by Stefan Laxness</p>
Skript	<p>A seminar reader will be provided to the participants at the start of the semester.</p>

Literatur

Ecological crises and the agrarian question in world-historical perspective  
 JW Moore - Monthly review, 2008  
 Surveying the agrarian question (parts 1 & 2): current debates and beyond.  
 AH Akram-Lodhi, C Kay - The Journal of Peasant Studies, 2010  
 Chapter II - Improvement, in Wasteland: A history. Vittoria Di Palma - Yale University Press, 2014.  
 Nature and the extended city: Wasteland governmentality. Nitin Bathla

Infrastructures of "Legitimate Violence": The Prussian Settlement Commission, Internal Colonization, and the Migrant Remainder.  
 Hollyamber Kennedy - Grey Room, 2019  
 Cloud over Chicago: Nature's Metropolis. William Cronon.

Gridded Lives: Why Kazakhstan and Montana are nearly the same place. Kate Brown.

Agri-Food Systems and the Anthropocene. Emily Reisman & Madeleine Fairbairn

The Long Green Revolution. Raj Patel - The Journal of Peasant Studies, 2013.

"Without feminism, there is no Agroecology." Global Network for the Right to Food. Right to Food and Nutrition Watch: Women's Power in Food Struggles. Iridiani Graciele Seibert, Azra Talat Sayeed, Georgieva Zdravka, and Guerra Alberta. Germany: FIAN International 11 (2019).

Lenora Ditzler, and Driessen Clemens. "Automating Agroecology: How to Design a Farming Robot Without a Monocultural Mindset?." Journal of Agricultural and Environmental Ethics 35, no. 1 (2022): 1-31.

Mandatory reading: Caring for soil life in the Anthropocene: The role of attentiveness in more-than-human ethics, Anna Krzywoszyńska.

Dancing with wolves: Making legal territory in a More-than human world. Sanna Ojalampi, Nicholas Blomley.

Plantationocene: a vegetal geography. Maan Barua.  
 Agrarian urbanism and the aerial subject. Charles Waldheim

The Emergence of Desakota Regions in Asia: Expanding a Hypothesis  
 TG McGee, Implosions/Explosions, 2015.

Geographies of ruralization. Jamie Gillen, Tim Bunnell, Jonathan Rigg

Urbs in rure: Historical enclosure and the extended urbanization of the countryside.  
 Alvaro Sevilla-Buitrago. In Implosions/explosions (pp. 232-259). JOVIS Verlag GmbH.

The land question: special economic zones and the political economy of dispossession in India. M Levien - The Journal of Peasant Studies, 2012.

Transhumance urbanism: Inhabiting material incompleteness under extended urbanization. Nitin Bathla.

Colonization of women and nature: Social origins of the sexual division of labour. Maria Mies.

Food as an urban question, and the foundations of a repFood as an urban question, and the foundations of a reproductive, agroecological, urbanism. Chiara Tornaghi and Michiel Dehaene.

Feminism and the Politics of the Commons in an Era of Primitive Accumulation in Re-enchanting the World, Silvia Fedrici

"Wind parks in post-crisis Greece: Neoliberalisation vis-à-vis green grabbing." Zoi Christina Siamanta - Environment and Planning E: Nature and Space 2, no. 2 (2019): 274-303.

The sun and the scythe: energy dispossessions and the agrarian question of labor in solar parks. Ryan Stock & Trevor Birkenholtz.  
 Mandatory Reading: Ways of (un)knowing landscapes: Tracing more-than-human relations in regenerative agriculture. Galina Kallio, Will LaFleur.

Radical, reformist, and garden-variety neoliberal: coming to terms with urban agriculture's contradictions. N McClintock - Local Environment, 2014

Chapter 5 - City and Country, in Sitopia: How can food save the world. Carolyn Steel - Chatto & Windus, 2020

Podcasts and films:  
 Episode 177: Nathan McClintock on Urban Agriculture and gentrification by Heritage Radio Network  
 Vandana Shiva on the agroecology solution for climate change, the biodiversity crisis, and hunger. Mongabay Podcast. 2022  
 EP17 - The Agrarian Question in the 21st Century ft. A. Haroon Akram-Lodhi  
 Introduction to Political Economy.

Kompetenzen	Watch: <a href="https://vimeo.com/user17878023">https://vimeo.com/user17878023</a>		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert	
	Kritisches Denken	gefördert	

<b>052-0814-24L</b>	<b>History, Criticism and Theory in Architecture: Architecture Beyond the Visual ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Stalder</b>
Kurzbeschreibung	Combining readings in architectural history and critique with analyses of designs, this seminar addresses how the visual emphasis has manifested itself and become predominant in architectural discourse and practice, and analyzes attempts to overcome it by turning attention to other sensory modalities in architectural experience in the context of materiality, technology, and culture.				
Lernziel	1) Advancing the students' competence in accounting for, analyzing, understanding non-visual aspects of architecture. 2) Understanding the visual mode of understanding architecture, its lineage and consequences (how it has become primary; how its ubiquity has been manifested).				

Inhalt	<p>Architecture has been conceptualized to a large extent in visual terms. Due to its long alliance with art history and visual mediums, architectural history has significantly contributed to the persistence of the notion of architecture as the domain of sight, and its own proclivity for centering on the visual, especially understood as the pictorial, has made it omit a whole range of other realms in which buildings partake. This ocular-centrism has had a profound impact on the notion of the subject/user both architecture and architectural history has crafted.</p> <p>This seminar will scrutinize how the visual emphasis has been articulated in architectural discourse and practice, and analyze attempts to overcome it by focusing on other sensory modalities in architectural experience, as well as their synesthetic way of manifesting themselves. The course will also engage in analyses of inherently non-visual spaces, whose understanding invites parting with the primarily visual mode of conceptualizing architecture.</p> <p>Themes to be covered include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) The Visual Mode of Understanding Architecture and its Lineage;</li> <li>2) Critique of the Primacy of the Visual in Architecture; "The Architectural Experience"</li> <li>3) Extensions, Expansions, Alternatives: Non-visual Approaches to the Experience of Architecture and Space</li> <li>4) Clandestine Architecture, Space, and Experience</li> <li>5) Overcoming the Visual Emphasis in Architectural Practice, e.g. Accounting for the Disabled and the Elderly</li> </ol>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The number of participants is limited to 20. A short letter of motivation via mail is expected for application. (anna.myjak@gta.arch.ethz.ch)</p> <p>The assessment consists of (1) the participation in the discussions, (2) a discussion moderation and (3) the essay. Submission of the essay: 12.05.2023.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

---

**052-0822-24L**     **Architecture and Photography ■**     **W**     **2 KP**     **2S**     **T. Wootton**

*Number of participants limited to 15.*

*A motivation letter is required and to be sent no later than 16.02.24, 12:00, to wootton@arch.ethz.ch*  
*Please also state your preference for Thursday and Friday*

*Further details and course data: s. course description & room reservations!*

**Kurzbeschreibung**     Representation of architecture is inextricably linked to photography since the mid 19th century. As buildings are commonly discussed on the basis of images, understanding their technical origin is key to reading and making them. By teaching students how to use a 4x5" view camera, the artist and photographer Tobias Wootton will introduce different techniques of 'thinking through the lens'.

**Lernziel**     Knowledge of architectural photography

**Inhalt**     History, theory and practice of photography in relation to architecture

**Voraussetzungen /  
Besonderes**     This bi-weekly course is primarily taught in English, in 2 groups of max.15 students each.

Students will be selected on the basis of a motivation letter.  
Deadline: Friday, 16.02.23, 12:00 h, to wootton@arch.ethz.ch

Please also state your preference for the Thursday or Friday class.

Course dates s. room reservations!

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>052-0824-24L</b>	<b>Architects, Urbanists, Philosophers ■</b> <i>Group size is limited. If the seminar topic is of special interest to you, please send an e-mail to the instructor briefly explaining why.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Patrao Neves De Frias Martins</b>
	<i>The seminar will be conducted in English.</i>				
Kurzbeschreibung	What can architects and urbanists learn from philosophy? And what do philosophers have to gain from design? This seminar explores groundbreaking moments of exchange between architects, urbanists, and philosophers in the last hundred years. Every week, students will discover new ideas, approaches, and modes of thinking that have, creatively and critically, brought these disciplines together.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Familiarize oneself with the context, content, and characteristics of significant architectural-philosophical intersections;</li> <li>- Discover and text out new frameworks with which to think and understand the built environment;</li> <li>- Engage with philosophical writings as well as design projects in a well-informed, logically structured, and insightful manner;</li> <li>- Apply the knowledge and skills acquired during the seminar to conduct independent and original investigations on issues of one's own interest.</li> </ul>				
Inhalt	The seminar begins with an historical overview of the architecture and urbanism's close relation with philosophy. This introductory survey will contextualize the significance of the specific periods focused on throughout the semester. Then, each week, the instructor will introduce two sets of readings, which the class will read, compare, and discuss together: a philosopher's insights about the built environment; and an architect's project or text that resorts to the philosopher's work. The in-depth analyses of these pairings shall, as a whole, bring forth several key philosophical ideas that have exerted major influence on recent and current architectural theory and practice. A short study trip will give students the chance to employ what they've learned in order to read the built environment around them in novel ways. The semester ends with a guest lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Group size is limited. If the seminar topic is of special interest to you, please send an e-mail to the instructor briefly explaining why. The seminar will be conducted in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>052-0834-24L</b>	<b>PhD Teaching: Miss Manners: Gender, etiquette, and architecture.</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Göre, M. Delbeke, C. Rachele</b>
Kurzbeschreibung	This seminar draws architectural history's attention to textual sources from advice literature that formulate the normative and gendered standards of interior design, decoration and homemaking. Through a critical examination of advice ranging from Ottoman adab books to Western etiquette manuals, we will examine the various regimes and expressions of gender embedded in the skin of architecture.				
Lernziel	How do we comply, condone, distort, or resist gender roles in our manners and social conduct? And how does this performance inform our spatial imagination? This seminar broadens the scope of what can be considered as source material for architectural history and theory by reading a set of historical and contemporary texts against the grain. Over the course of the semester, students will become familiar with vocabularies pertaining to gender, sex, and sexuality that are referenced in the narrative strategies of advice manuals and examine how these influence aspects of architectural discourse. In addition to this historical inquiry, they will independently explore texts, cases, or designs from the intersection of race, class, and gender, and discuss the materiality of sex within imaginary and/or real space configurations.				
Inhalt	For centuries, advice literature has extensively examined the codes of propriety, or decorum, and ordered both the plot and the stage of domestic living provided by its rules about hosting, dining, decorating, or designing the private sphere. Although these manuals stood somewhere between fact and fiction, they always conveyed to their readers the performative nature of a home. From Italian books of courtiers (Alberti, 1434; Castiglione, 1528) to Ottoman adab manuals (Mustafa Ali, 1599; Mithat, 1894) to modern experts of etiquette publishing in newspapers and the read-write pages of the web (Gentlewoman, 2021; Judith Martin, 2023), this pervasive literature reflected norms and normative behaviors and still continues to feed into the exclusive designs of residential architecture. This seminar will draw the attention of architects to this extensive but also thorny collection of writings, which is replete with arguments about class, race, and gender. The seminar is composed of three modules that arrange the main sources in a chronological and thematic manner. Subsequently, there is a workshop dedicated to the final assignment, during which students reflect on a selected text, case, or design of their choice.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>052-0852-24L</b>	<b>Built Narratives. International Organizations, Media, and the Architecture of Development</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b> <b>2S</b> <b>T. Avermaete, F. Lausch</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, we will examine the impact of a select group of international organizations in conjunction with the utilization (and at times, voluntarily or involuntarily mis-use) of media of development.		
Lernziel	The seminar revolves around 5 key topics, each representing central media in development: Reports & Bulletins, Manuals & Model Houses, Exhibitions & Films, Correspondence, and Headquarters. The seminar aims to investigate the process of creating and questioning knowledge related to development within international organizations and their utilization of media. This exploration will unveil various strategies employed by these organizations to orient both individuals and authorities towards the project of development, which was subject to varying interpretations.		
Inhalt	By critically examining diverse forms of development media, this seminar course aims to achieve two primary objectives. Firstly, it seeks to cultivate a historical understanding of architecture's roles in development politics, particularly focusing on the period spanning from the 1950s to the 1990s. Secondly, the course endeavours to provide insights into both the potential and limitations of various media within the realm of development aid projects. Upon completion of the course, students will have: - acquired a general knowledge of the role of architecture in the historical context of development politics, the main international organizations, and their positions. - acquired an in-depth knowledge of the use of media in development politics. - developed a critical and reflective attitude in engaging with historical documents, in particular, and the history of development in the postwar and postcolonial period, in general. - acquired a general knowledge of working with archival documents. - practiced effective presentation, communication, and discussion skills. - strengthened their analytical skills and criticality in reading historical documents and writing a scientific argument.		
Literatur	The first three topics combine current research with the examination of various historical sources. Our sessions typically commence with a brief text or, in one instance, a recorded presentation by architectural historians. The text discussion is followed by student presentations on historical documents which we will scrutinise in detail and which will form the starting point for writing the final paper in the course of the seminar. From then on, there will be almost no more compulsory reading. The conclusion of this section will involve discussions on your mid-term assignments, allowing you to explore your analyses and insights after our examination of the initial three topics. The fourth topic involves an archival session, where I will bring correspondence from the International Council of Scientific Unions Archives. In groups, you will practice approaching archival sources, particularly letters. This session offers an opportunity to reflect on the role of archives in navigating international organizations and their use of media. Our exploration extends beyond the conventional notion of media in development to encompass the tangible manifestations of these international organizations, with a specific focus on Switzerland. Geneva, being a central hub for numerous international organizations, serves as the nexus where both media and representative architecture intersect. An excursion to Geneva will allow us to critically analyse the headquarters of international organizations as embodiments of internationalism, and to investigate the relationship between these architectural representations and the architectural principles promoted by the international organizations in their development projects. The course concludes with a scientific writing workshop aimed at refining your final papers. Please bring your current paper drafts with you. The last session is dedicated to presenting a part of the final assignment, culminating in a comprehensive discussion on the seminar's overarching theme. As a guest critic, Dr. Daniela Ortiz dos Santos who works on the intersection of international organizations and intellectual migration will join us for the discussion.		
Voraussetzungen / Besonderes	Course Reading: Arturo Escobar, Encountering Development. The Making and Unmaking of the Third World, 1995, pp. 3–12 and 106–113. (18 pages) Shuja Nawaz, "Mass Media in Development. An Overview," 1984. (3 pages) Olga Touloumi, "Globalizing the Village. Development Media, Jaqueline Tyrwhitt, and the United Nations in India," 2022. (14 pages) Johan Lagae, "Unlocking the Archive of a Transnational Expert", 2013. <a href="https://doi.org/10.4000/abe.3390">https://doi.org/10.4000/abe.3390</a> (8 pages) Nushelle de Silva, "Moving Experiences. Traveling Museum Exhibitions and the Infrastructures of Cultural Globalization", 2022, pp. 70–81. (10 pages) Ilaria Scaglia, "A League of Minds with a Heart: Intellectual Cooperation and Emotions in the Interwar Period and Beyond". Conference Abstract, Centenary of the International Committee on Intellectual Cooperation of the League of Nations, Geneva, 2022. <a href="http://intellectualcooperation.org/scaglia-2022">http://intellectualcooperation.org/scaglia-2022</a> (1,5 pages)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft
<b>052-0854-24L</b>	<b>Architecture Beyond the Studio: Reflecting the Social Dimension of Design</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b> <b>4S</b> <b>Noch nicht bekannt</b>

*Findet dieses Semester nicht statt.  
This course is offered until end of spring 2023 semester.*

**Kurzbeschreibung** Im Seminar «architecture beyond the studio» reflektieren die Studierenden über formale und räumliche Aspekte ihrer Entwurfsprojekte und denken diese aus der Perspektive der Geistes- und Sozialwissenschaften (GESS) neu. Literatur aus den GESS wird individuell recherchiert und in einem Paper zu den studentischen Entwurfsprojekten in Beziehung gesetzt sowie durch eine Ausstellung visuell präsentiert.

**Lernziel** Die Studierenden lernen anhand eigener Entwurfsprojekte ihre architektonische Praxis kritisch aus der Perspektive der Geistes und Sozialwissenschaften (GESS) zu reflektieren. Dabei greifen die Studierenden auf Projekte zurück, die sie an einem Entwurfslehrstuhl, in einem Architekturbüro oder privat erstellt haben.

Ein besonderer Fokus des Seminars liegt auf der Identifikation eines räumlich-architektonisch genau umrissenen Aspektes der eigenen Entwurfsarbeit und der Reflexion und Vertiefung dieses Aspekts. Durch das Erstellen von Texten, dem Verfremden von Plänen und Bildern des eigenen Entwurfs und der Sammlung architektonischer Beispiele, lernen die Studierenden, ihre Entwurfsarbeit mit Forschung aus den GESS und der gebauten Umwelt in Beziehung zu setzen.

Der methodische Schwerpunkt liegt dabei auf geistes- und sozialwissenschaftlichen Literaturrecherche, dem Sammeln und Ordnen von Forschungsergebnissen wie auch von Beispielen aus der Architekturgeschichte, dem Verfassen von Texten und dem Präsentieren der Forschungsergebnisse in einer Ausstellung.

Am Ende des Semesters sind die Studierenden in der Lage historische, politische, soziologische und/oder ökonomische Dimensionen einzelner räumlicher Aspekte ihrer Entwurfsarbeit zu identifizieren und in einem zeitgenössischen architektonischen und geisteswissenschaftlichen Diskurs zu verorten. Darüber hinaus lernen sie, eine eigenständige konzeptionelle Position zu räumlich-architektonischen Fragestellungen zu entwickeln und sowohl verbal als auch visuell zu kommunizieren.

**Inhalt** Die Disziplin der Architektur wandelt sich momentan fundamental. Das drückt sich vor allem dadurch aus, dass politische und soziale Aspekte wieder vermehrt an Bedeutung gewinnen. Während Architekt\*innen in den 1980ern und 1990ern ihre Entwürfe oft mit einem Verweis auf ihr künstlerisches Talent und ihre individuelle Einzigartigkeit legitimiert haben, ist es heute nicht mehr möglich sich den sozialen und politischen Fragen der Architektur zu entziehen. Ausdruck findet dieser Wandel darin, dass eine zunehmende Anzahl öffentlicher als auch privater Bauträger\*innen von Architekt\*innen fordert, Überlegungen zu sozialen und kulturellen Aspekten von Gebäuden und Stadtteilen in ihre Entwürfe miteinzubeziehen.

Vor diesem Hintergrund schlägt das Seminar eine Brücke zwischen dem architektonischen Entwurf und den Geistes- und Sozialwissenschaften (GESS). Unterstützt durch zwei Dozenten – einem Architekten und einem Sozialwissenschaftler – entwickeln die Studierenden Texte, in denen sie einzelne räumliche Aspekte in einem ihrer Entwurfsprojekte kritisch aus der Perspektive der GESS reflektieren. Ziel dieses Seminars ist es, ein fundiertes Verständnis der sozialen, politischen und/oder historischen Dimensionen eines ihrer Entwurfsprojekte zu erarbeiten. Dabei sollen sich die Studierenden auf einen Aspekt ihrer Entwurfsarbeit konzentrieren, um diesen dann zu hinterfragen und eine eigenständige konzeptionelle Position zu finden, die ihre zukünftige Arbeit als entwerfende Architekt\*in anleiten kann.

Die Aufgaben des Seminars beinhalten reflektierendes und analytisches Schreiben, die Präsentation und Diskussion dieser Reflektionen, Literaturrecherche und die Produktion eines finalen Textes, in dem die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und hin zu Diskursen der GESS und Architektur verortet werden.

Während des Semesters findet das Seminar als Wahlfach statt (4 ECTS), das sich aus Inputs der Tutoren, Gruppenarbeiten und individuellen Besprechungen zusammensetzt. Zusätzlich beinhaltet die Lehrveranstaltungen zwei Schreibworkshops, die während der Semesterferien als Vertiefungsarbeit angeboten (6 ECTS) werden. Gemeinsam mit einem finalen Paper werden die Ergebnisse des Seminars in einer Ausstellung zu Beginn des kommenden Semesters präsentiert.

**Voraussetzungen / Besonderes** Da die Anzahl der Teilnehmer\*innen beschränkt ist, werden alle interessierten Studierenden darum gebeten, eine A4 Seite mit einem Bild und/oder Plan eines vergangenen Entwurfsprojektes, sowie 3-4 Sätzen, die den Aspekt des Entwurfsprojektes beschreiben, welche sie im Rahmen des Seminars untersuchen wollen. Um sich für die Lehrveranstaltung anzumelden, muss dieses Dokument an die beiden Dozenten geschickt werden.

Die Teilnehmer\*innen dieses Wahlfachs werden darum gebeten sich zusätzlich auch in die Vertiefungsarbeit am gta am Lehrstuhl von Prof. Philip Ursprung (063-0852-21) einzuschreiben. Für das erfolgreiche Absolvieren des gesamten Seminars erhalten die Studierenden 4 ECTS für das Wahlfach und 6 ECTS für die Vertiefungsarbeit.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**052-0858-24L** **Geschichten und Theorien der Architektur und deren W 1 KP 1V E. Wegerhoff**  
**aktuelle Bedeutung:Die Poetik der Infrastrukturen**  
*Diese Lehrveranstaltung wird bis FS24 angeboten.*

**Kurzbeschreibung** Dieser Kurs diskutiert Aspekte der Geschichte und Theorie der Architektur mit spezifischem Interesse für deren aktuelle Relevanz und heutige Interpretation.

**Lernziel** Das Bewusstsein für die aktuelle Bedeutung und zeitgenössische Auffassungen von Geschichte und Theorie der Architektur wird ausgebildet und gefördert.



Inhalt	Die Poetik der Infrastrukturen				
	Infrastrukturbauten werden in der klassischen Architekturgeschichte eher marginal behandelt. Ihnen fehlt oft ein bekannter Autoren-Architekt, und sie entziehen sich konventionellen Darstellungsformen wie Schnitt oder Aufriss. Dabei handelt es sich meist um Bauwerke mit enormen Kosten, grosser politischer Relevanz, und nicht zuletzt auch mit poetischem Widerhall: Mit "road novel" und "road movie" beispielsweise hat der Infrastrukturbauwerk Landstrasse ganze Genres begründet. Dieser Kurs untersucht die poetische Wirkung von Infrastrukturbauten in Literatur, Musik und Film – und fragt, was uns diese wiederum über Architektur lehren.				
<b>052-0832-24L</b>	<b>Spezialthemen: Proportionen in der Architektur</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Hub</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs bietet einen Überblick über historische Proportionslehren und -praktiken und ihrer Entwicklung, vom griechischen Tempel und Vitruv bis Le Corbusier oder Peter Märkli, und fragt, ob und wie die untersuchten Fragestellungen und Antworten heute noch von Relevanz sein können.				
Lernziel	Die grundsätzlichen Schärfung der analytischen Fähigkeiten, die Form und ihre Theorie betreffend; die Aneignung architekturhistorischen Wissens und der Erwerb von Fähigkeiten dieses auf gegenwärtige Fragen und die eigene Entwurfsarbeit hin zu reflektieren.				
Inhalt	Die Gestaltung von architektonischen Formen und Räumen erfolgt selten beliebig, vielmehr beruht sie in den allermeisten Fällen auf einer bestimmten Theorie von guter Ordnung, oder sie widerspricht einer solchen durch gesuchte Unordnung. Für die Architektur der Neuzeit, die von Vitruvs De architectura libri decem, dem einzigen erhaltenen antiken Buch über Architektur ausging, bedeutete dies – neben harmonischen Zahlenverhältnissen und geometrischen Grundformen – insbesondere: Säulenarchitektur. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als man für die Moderne die Überwindung der Geschichte forderte, wurde die wohl proportionierte Säule als primärer Faktor der architektonischen Ordnung und Proportion entschieden abgelehnt. „Et Vignole – enfin – est foutu! Merci! Victoire!“ (Le Corbusier) Doch die Moderne hat lediglich die äussere Form geändert. Gleich geblieben ist die Einsicht, dass eine irgendwie geartete Ordnung bzw. Proportion vonnöten ist, um der Architektur dauerhafte Gültigkeit, letztlich noch immer Schönheit, zu verleihen. Dabei wurden bisweilen die alten Proportionssysteme lediglich neu, nämlich empirisch begründet. Themen: Der griechische Tempel, Symmetrie und Eurythmie bei Vitruv, Säulenordnungen, Kommensurable und inkommensurable Proportionen, Pythagoräische Zahlen- und Musiklehre, Andrea Palladio, erste Relativierung der Proportionslehren bei Claude Perrault, Experimentalpsychologie (Theodor Fechner), Einfühlungstheorie (Heinrich Wölfflin), der Goldene Schnitt (Adolf Zeisig), Le Corbusier (Tracés régulateurs und Modulor), J. L. M. Lauweriks, Hendrik Berlage, Ernst Neufert, Colin Rowe, Oswald Mathias Ungers, Peter Märkli u.a.				
Literatur	Literatur wird über Moodle zum Download bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>063-0862-24L</b>	<b>Integrierte Disziplin FS24 im Bereich Geschichte und Theorie der Architektur (GTA)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	Betreuer/innen
	<i>Die Belegung dieser Lerneinheit ist nur nach Absprache mit den Dozierenden und in Verbindung mit dem gleichzeitigen Besuch einer Entwurfsklasse (Entwurf V-IX) möglich.</i>				
Kurzbeschreibung	Arbeiten im Rahmen der integrierten Disziplin entstehen in engem Zusammenhang mit den Entwurfsprojekten. Möglich sind schriftliche und gestalterische Arbeiten. Der Umfang der Arbeiten wird individuell festgelegt. Interessierte Studierende erstellen eine textliche oder diagrammatische Konzeptskizze über Inhalt und Form.				
Lernziel	Erwartet wird eine eigenständige Auseinandersetzung mit dem Thema des Entwurfs bzw. einem damit zusammenhängenden Thema aus Perspektive der Kunst- und Architekturgeschichte. Die Arbeit soll Teil des Entwurfsprozesses sein und mit dem Entwurfsprojekt inhaltlich und formal interagieren.				
Inhalt	Arbeiten im Rahmen der integrierten Disziplin entstehen in engem Zusammenhang mit den Entwurfsprojekten. Möglich sind schriftliche und gestalterische Arbeiten. Der Umfang der Arbeiten wird individuell festgelegt. Interessierte Studierende erstellen eine textliche oder diagrammatische Konzeptskizze über Inhalt und Form.				
<b>052-0820-24L</b>	<b>Theory of Architecture: Psychocolonial Spaces</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Ursprung, S. Henni</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Through a critical analysis of case studies from different regions of the world, this seminar explores the complex relationships that have shaped the built environment, psychological institutions, social control, and power dynamics (civil and military) within colonial contexts in the nineteenth and twentieth centuries.				
Inhalt	The intersections between architecture, colonialism, psychology and psychiatry have profound implications for understanding the sociopsychological dimensions and psychiatric legacies of colonial spaces and policies. Through a critical analysis of case studies from different regions of the world, this seminar explores the complex relationships that have shaped the built environment, psychological institutions, social control, and power dynamics (civil and military) within colonial contexts in the nineteenth and twentieth centuries. The seminar draws upon various fields, including architectural history, postcolonial studies, cultural studies, medical anthropology, social psychology, and critical psychiatry.				
<b>052-0840-24L</b>	<b>History and Theory of Architecture seminar: Wars, Cities, and the Environment</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Henni</b>
Kurzbeschreibung	This seminar explores both architectural and environmental histories of war zones and post-war zones and examines major architectural practices and key concepts, such as uricide and ecocide.				
Lernziel	Armed conflicts have profound impacts on the built and natural environments. With the advancement of warfare technologies, these environments became increasingly subjected to various forms of offensives and counter-offensives. Thereby, multiple strategies and systems of occupation, protection, camouflage, assaults, construction, destruction, displacements, security, surveillance, and control were gradually designed and planned. This seminar investigates how wars, built, and natural environments have intimately shaped each other throughout military, architectural, planning, and environmental histories from WWI to 9/11. The aim is to explore both architectural and environmental histories of war zones and post-war zones and examine major architectural practices and key concepts, such as symmetric warfare, colonial war, counterinsurgency, uricide, and ecocide.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is designed for Master's student level, and also open for PhD candidates.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

<b>052-0812-24L</b>	<b>Swiss Histories: Mapping Swissness - Architecture and Its Periodicals</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Stagni, M. Delbeke</b>
Kurzbeschreibung	We all live in different Switzerlands; what part does architecture play in this complexity? Through the e-periodica platform, Swiss journals online, the course aims to explore the Swiss media environment and to understand how it has instigated different ideas of architecture, cities, landscapes, and interiors that inform national ideas of Swissness.				
Lernziel	Students will: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand and critically question the media environment in which architecture operates;</li> <li>• Question the fragility of the idea of Swissness in a longer-term span;</li> <li>• Familiarize themselves with digital humanities tools and glimpse how these methods promote new understandings of architectural history;</li> <li>• Learn about lesser-known architectures and challenge the canonical idea of Swiss architectural history.</li> </ul>				
Inhalt	Through research on the Swiss journals platform—like testing concepts, events, or places—students will present findings that will be discussed collectively. The findings will result in a digital map in which networks of architectures, places, authors, and institutions will build new Swiss architectural histories. The seminar thus aims to research buildings and foundational moments that participate in the definition of Swissness. Through periodicals, we will also shed new light on buildings that we think we know. The results will be to experience different approaches to the study of periodicals; to understand the critical analytical uses of digital tools; and to test the fragility of concepts, interpretations, and of Swissness itself, with respect to architecture and its mediation. The final grade will result from assessed presentations and the following discussions. The course is organized in three phases, dedicated to the analysis of buildings, facts, and journals that are crucial to or forgotten in the history of Swissness. The timeframe will extend from the mid-nineteenth century to the present.				
Voraussetzungen / Besonderes	German OR French reading comprehension is required. The presentation and the discussion will take place in English. The seminar's workload is meant to be 3 hours a week in total, including lectures, presentations, and individual work. We will spend one hour together to present and discuss. The other two work hours can be organized as you prefer, after the meetings in the room, or individually at home.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		

### ►►► Landschaft und Urbane Studien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0712-24L</b>	<b>Sessions on Territory - Climate Anxiety and Mobilizing W in Crisis: CLIMATE</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Topalovic, T. Carbonell Guillon, C. Galis, N. Tümerdem Medaric</b>
Kurzbeschreibung	SESSIONS ON TERRITORY is a series of public debates on the political economy of architecture and territory.				
Lernziel	Sessions on Territory is a series of public debates on the political economy of architecture and territory. The forthcoming series aims to understand how people perceive their position—their contributions, vulnerabilities, complicities, and anxieties—in the face of the climate crisis. Shifting analysis between the planetary scale and that of the body, we will ask in what ways do built environments structure and reflect the ways we mobilize against the effects of crisis. Each guest speaker's intervention will be followed by a roundtable discussion with invited respondents, students, and members of the audience.				
Inhalt	The five sessions take place on selected Mondays (last session is exceptionally on Wednesday) during the spring term at the ONA DID Lab. Each guest speaker's intervention will be followed by a roundtable discussion with moderators, invited respondents, students, and discussants from the audience.				
	26.02.2024 THOMAS PETER (ETH Zürich) response by Stefana Parascho				
	04.03.2024 CARSON CHAN & MATTHEW WAGSTAFFE (Emilio Ambasz Institute, MoMA) response by Lydia Xynogala				
	25.03.2024 ALEXANDER GIESCHE (Schauspielhaus Zürich) in conversation with Tanja Saban response by Gabrielle Schaad				
	06.05.2024 ORIT HALPERN (Technische Universität Dresden) response by Tomás Bartoletti				
	13.05.2024 DEBORAH COEN (Yale University) response by Debjani Bhattacharyya				
	22.05.2024 EVA HORN (Universität Wien) response by Laurent Stalder *exceptionally on Wednesday				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft

---

**052-0726-24L ACTION! On the Filmed City: What Is Not There In Front of Us ■** **W 2 KP 2U H. Klumpner, C. E. Papanicolaou**

**Kurzbeschreibung** In a digital and hyperconnected world, we sometimes see, feel, perceive and sense what is 'not there in front of us'. How can we give that shape through film?

**Lernziel** Students will respond to this questions through short, experimental films that will aim to articulate how cities today may be reimagined and reappropriated by its inhabitants in new and inventive ways.

Through a combination of practical exercises in video and audio techniques in parallel with the study of seminal observation-driven texts like, this course aims to equip students with the basic tools and core principles to create short but complex portraits of urban space.

This semester, these approaches will focus on the idea of 'what is not there in front of you'. What are the hidden lifeworlds of a place? How can we reach towards and articulate faraway realities that feel uncannily close? Through repeat observation, students will collectively create mosaics of their impressions, manifested through documentary film, digital animation, and other methods.

Using widely available recording tools and editing software, students will turn their fieldwork into short video or audio works of about 3-5 minutes.

**Inhalt** The course will compose of lectures, practical crash courses in media use and storytelling, and fieldwork sessions. The course will be a laboratory in the creation of short media works that aim to inform the architectural design process, working between the city and the studio in ONA. Students will be expected to complete all required work within the hours that the elective meets, with few requirements outside of the class hours.

**Literatur** Seminal texts include:  
 - 'Cross-Cultural Filmmaking' (Barbash, Castaing-Taylor)  
 - 'Acoustic Territories' (LaBelle)  
 - 'Ethnography: Principles in Practice' (Hammersley, Atkinson)  
 - 'Thick Description: Toward an Interpretative Theory of Culture' (Geertz)

**Voraussetzungen / Besonderes** Language of Instruction:  
 English

For students from all disciplines.

Software required:

Adobe Premiere Pro  
 Adobe After Effects

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
		Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	geprüft	
		Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
		Verhandlung	geprüft	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
			Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken	geprüft			
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

---

**052-0728-24L 4D-Geodesigning Urban Transformation** **W 3 KP 3G S. Wälty, H. Klumpner**

**Kurzbeschreibung** This course tackles critical urban planning issues through advanced technology for analysis and communication. Students actively engage with building and zoning regulations, involving the reconstruction, reformulation, and simulation/virtualization in web-based 4D urban models. Ongoing exchanges through peer review activities in class enrich the learning experience.

**Lernziel**  
 - Analyze the past and present, and design, present, and discuss future living spaces in 4D.  
 - Read, understand, deconstruct, and formulate new zoning and building rules (BNOs).  
 - Set up an ArcGIS Urban model, integrate current and new urban rules, and visualize/simulate development scenarios/variations of urban designs.  
 - Encourage cross-disciplinary, project-based learning through teamwork and peer reviews, facilitating the acquisition of transferable skills.

**Inhalt** This course addresses crucial urban transformation issues at the 10-minute-neighbourhood level. Leveraging technology, communication, and online materials, it combines opportunities for online interaction with traditional place-based teaching methods. It can be offered as an elective with exercises or as an integrated discipline in design classes. The online material also supports self-paced learning.  
 (i) Students actively engage with building and land use regulations by reconstructing them in a 3D model, formulating new 3D regulations based on design and land use criteria, and simulating possible developments in 4D. Collaboration among students from different disciplines, working in teams and sharing knowledge through mutual work and peer reviews, enhances cross-disciplinary learning.  
 (ii) Urban design lecturers benefit from being relieved of the task of teaching software, focusing more on design aspects in their classes.

**Voraussetzungen / Besonderes** A time and workload (in addition to the course) of 70 hours is to be expected.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
				Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Kundenorientierung	gefördert				
Menschenführung und Verantwortung	gefördert				
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert				
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>052-0716-24L</b>	<b>Topology ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>P. Urech, M. Vollmer</b>
Kurzbeschreibung	The elective course "Topology" in the Spring Semester of 2024 will investigate the hidden river Wolfbach in Hottingen, Zürich. We will embark the participants on a terrain between science and art that we will shape through spatial mapping and imagination, adopting different perceptual perspectives supported by technology, literature and history.				
Lernziel	This elective course gives architecture students the opportunity to further develop their perception of space through a site-specific approach in the field of landscape architecture. The students will learn to use 3D point cloud technology and other spatial sensing technologies in order to analyze complex urban landscape and develop new ways of editing and representing these intertwined spaces.				
Inhalt	This course enhances digital literacy for students at D-ARCH and D-BAUG. It builds on a long standing specialization in the spatial exploration of urban landscapes, and integrates digital methods continuously developed at the Landscape Virtualization and Modeling Lab (LVML).				
	Students will become acquainted to working with point cloud models produced with laser-scanning technology. They will learn to use a Terrestrial Laser Scanner to digitalize the site of investigation and reveal its place-specific character, sensory qualities and potential for change. Collected samples from the field will be assembled for interactive audiovisual use in the Laboratory. Through a series of steps, the students will learn how a laser-scanning survey is conducted, how the raw data is processed, how point cloud models are assembled, what qualities these models can provide to analyze, explore and represent space as an audiovisual experience.				
	This understanding will be gained through digital modeling and audiovisual composition. In particular, we will develop a new, comprehensive sectional model of a topologically interesting site situation. All software required is open source and can also be installed on private laptops, facilitating work from home if necessary.				
Literatur	Literature will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	- The course is limited to 20 students (based on available computer stations) - Students will work in groups of 2 - The lectures will be held in English, assistance in English and German				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft			
<b>052-0714-24L</b>	<b>Serendipity: Uetliberg Section ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Maximale Teilnehmerzahl: 16</i>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Serendipity: Uetliberg im Schnitt verbindet zwei Forschungsgebiete am Departement Architektur und vermittelt aktuelle Methoden zur Analyse und Dokumentation der bestehenden urbanen Umwelt in 3D Modellen und dem Workflow zur CAD Zeichnung.				
Lernziel	Die Studierenden reflektieren über die Wahrnehmung der städtischen Umwelt und die Methoden, die zur Abbildung und Modellierung des bestehenden Kontexts verwendet werden. Sie diskutieren, wie unterschiedliche Methoden die Art und Weise beeinflussen, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen. Daher werden 3D-Werkzeuge wie Laserscanning und Photogrammetrie vor Ort getestet. Ihre Anwendung im städtischen Kontext und der Arbeitsablauf vom Scan bis zur CAD Zeichnung werden den Studenten vermittelt.				
Inhalt	«Der Grundriss der Stadt Zürich ist gut bekannt. Er wird nicht nur laufend von offiziellen Stellen in Karten oder Plänen erfasst, sondern diente auch in der Vergangenheit immer wieder Architekten und Historikern als Grundlage für die Untersuchung der Stadtentwicklung. Doch wie sieht die Stadt im Schnitt aus? Und welche Erkenntnisse lassen sich daraus ableiten?»				
	Dieser Frage geht das Lehr- und Forschungsprojekt "Schnitt durch Zürich" des Lehrstuhls von Laurent Stalder nach. In diesem Kurs wird als Ergänzung zum bestehenden Material ein Schnitt durch den Uetliberg erstellt. Im Zuge der methodischen Weiterentwicklung werden Methoden des 3D-Laserscannings und der Punktwolkenmodellierung, die am Lehrstuhl von Christophe Girot entwickelt wurden, werden Topographie und Vegetation sowie Wege und Gebäude digital modelliert, in gängige CAD-Software übertragen und in einem topografischen Schnitt wiedergegeben. Die Studierenden werden mit Scannern die Hänge und Wälder des Uetlibergs in Feldarbeit aufnehmen und den Workflow vom Scan bis zur CAD-Zeichnung kennenlernen. Dies kann als Werkzeug für ein besseres Verständnis des bestehenden Kontextes in zukünftigen Projekten Anwendung finden und somit den methodischen Horizont der Studierenden erweitern.				
Skript	- Skripte und Software Tutorials werden während dem Kurs bereitgestellt. - Studierende werden grundsätzlich in Zweiergruppen arbeiten.				
Literatur	Literatur wird während des Kurses bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesungen werden in Englisch gehalten, Diskussionen und Betreuung in Englisch und Deutsch				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>063-0762-24L</b>	<b>Integrierte Disziplin FS24 im Bereich Landschaft und Urbane Studien (LUS)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	Betreuer/innen
	<i>Die Belegung dieser Lerneinheit ist nur nach Absprache mit den Dozierenden und in Verbindung mit dem gleichzeitigen Besuch einer Entwurfsklasse (Entwurf V-IX) möglich.</i>				
Kurzbeschreibung	Entwurfsarbeiten aus verschiedenen Bereichen der Architektur und des Städtebaus werden von Beginn gemeinsam mit der Landschaftsarchitektur entwickelt. Je nach Semesteraufgabe sind unterschiedliche Themen der Landschaftsarchitektur zu untersuchen. Es gilt Lösungsansätze zu den spezifischen Schwerpunkten im Entwurf zeitgenössischer Landschaftsarchitektur zu entwickeln.				
Lernziel	Die Studierenden gewinnen einen Einblick in den umfassenden Entwurf von Architektur und Landschaft, verstehen deren Abhängigkeiten und ihre Wechselbeziehung und entwickeln ein ganzheitliches Denken beider Disziplinen.				
Inhalt	Entwurfsarbeiten aus verschiedenen Bereichen der Architektur und des Städtebaus werden von Beginn gemeinsam mit der Landschaftsarchitektur entwickelt. Je nach Semesteraufgabe sind unterschiedliche Themen der Landschaftsarchitektur zu untersuchen. Es gilt Lösungsansätze zu den spezifischen Schwerpunkten im Entwurf zeitgenössischer Landschaftsarchitektur zu entwickeln.				

### ►►► Technologie in der Architektur

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0616-24L</b>	<b>Bauprozess: Ausführung</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Eglin</b>
	<i>Informationen zur Anmeldung unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a>. Präsenz am ersten Kurstag erforderlich!</i>				
	<i>ITA Pool Informationsveranstaltung am 8.2.23, 10-11h, ONLINE (Link folgt) oder HIB Open Space (s. auch Veranstaltungskalender ETH)</i>				
Kurzbeschreibung	Baustellenbesuche und interdisziplinäre Vorträge zu den Themen Kommunikation, Komplexität, Landschaft und Investition bestimmen den Workshop. Zudem wird der Begriff Prozess durch Besuche im produzierenden Gewerbe anschaulich dargestellt.				
Lernziel	Das Wahlfach thematisiert den Bauprozess anhand aktueller und architektonisch relevanter Beispiele. Die Professur versteht sich als Moderator zwischen den am Bau Beteiligten und den Studierenden. Eine aktive Mitarbeit der Teilnehmer wird erwartet.				
Inhalt	Das Wahlfach thematisiert den Bauprozess anhand aktueller und architektonisch relevanter Beispiele. Dabei bilden Baustellenbesuche mit eingehender Analyse und Diskussion der Vorgänge den Hauptschwerpunkt des Wahlfachs. Interaktive Workshops zu allgemeinen Fragestellungen in der Ausführungsphase sowie zu Themen der Koordination, der Logistik und der Bauleitung ergänzen die Baustellenbesuche und bilden das theoretische Fundament. Zudem werden die Abläufe im Herstellungsprozess auf der Baustelle mit Besuchen im produzierenden Gewerbe in Beziehung gesetzt. Die Professur versteht sich als Moderator zwischen den am Bau Beteiligten und den Studierenden. Eine aktive Mitarbeit der Teilnehmer wird erwartet.				
Skript	Die Aufzeichnungen der Vorlesungen sind auf der MAP unter dem Link <a href="https://map.arch.ethz.ch">https://map.arch.ethz.ch</a> (Buchsymbol oben rechts) verfügbar.				
Literatur	<a href="http://www.map.arch.ethz.ch">www.map.arch.ethz.ch</a> , Sacha Menz (Hrsg.), Drei Bücher über den Bauprozess, vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 2009 Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Platzzahl ist beschränkt und eine Belegung nur nach Vereinbarung mit dem Dozenten möglich! Präsenz am ersten Kurstag erforderlich.				

<b>052-0630-24L</b>	<b>CAAD Practice: Favela is City ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Gomes Natividade</b>
	<i>ITA Pool information event on the offered courses: x.x.xx (xx-xx h), ONLINE: Link will follow.</i>				
Kurzbeschreibung	Favelas – the Brazilian version of informal cities – are no longer exceptions but the massive mode of urban production in the XXI Century. They are informal by nature - if you call it 'informality', the ambiguity between instant stability and constant change.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>To gain insight into informal urbanism and the prominent urban phenomenon of favelas, their inherent informality, dynamic nature, and the interplay between stability and change.</li> <li>To develop the ability to decode the intricate fabric of favelas, to read the interrelationships between various elements, resources, and the nuanced rhythms of signals, noises, and uncertainties that define their urban landscapes.</li> <li>To gain familiarity with AI algorithms as tools for exploring and interpreting favelas, employ images and textual analysis to uncover urban themes and issues these informal settlements embody.</li> <li>To develop critical thinking skills, encouraging a deeper exploration of the underlying social, economic, and cultural factors at play.</li> <li>To gain broader insights and generalisations from the study of favelas, to identify overarching principles that can contribute to the discourse on urbanism and informal settlements.</li> <li>To enhance design fluency, effectively communicating complex ideas and interpretations through images and words, refining the ability to conceptualise and share favela ideas.</li> <li>To develop the ethical dimensions of studying and representing informal urban environments.</li> </ol>				

Inhalt	Students will learn and engage with various modes of engagement with favelas using visual and written forms, becoming familiar with AI techniques and strategies to tackle both. By the end of the semester, students should have broadened their understanding of impoverished urban areas of the South and a clearer perspective on urban trends and opportunities in those areas. Using texts and images will develop competencies to be more effective visual communicators, understanding how to generate and manipulate images and text to express their ideas confidently, clearly, and precisely. Throughout the semester, students will write around 1000 to 2000 words and create self-organising maps using internet-sourced images guided by provided algorithms. Self-organising maps (SOMs) are an artificial neural network that helps visualise and group complex data by finding patterns and similarities, making it easier to understand and analyse large sets of information. Thus, a significant portion is dedicated to the data's curation, editing, and publishing of the final assignment: a speculative exhibition that includes a poster and catalogue with a curator's readings of favelas.				
Skript	To follow				
Literatur	<a href="http://www.caad.arch.ethz.ch">http://www.caad.arch.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>052-0628-24L</b>	<b>CAAD Theory: Epic Encounters - Telling Stories from the Vectorial World ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hovestadt</b>
	<i>ITA Pool information event on the offered courses: x.x.24 (xx-xx h) ONLINE - link will follow.</i>				
Kurzbeschreibung	The ubiquity of neural nets calls on architects to explore the vectorial world they index. After introducing participants to basic concepts of coding and machine learning, this course invites them to inventively explore hidden connections among vectorized digital objects.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Familiarizing participants with Wolfram Mathematica as an agile coding laboratory and theoretical ideas related to the digital/vectorial world.</li> <li>- Inviting participants to work with pre-and self-trained machine learning models to play among millions of digital objects.</li> <li>- Supporting participants in strengthening their storytelling and presentation skills across different media.</li> </ul>				
	You will form your own voices, forms and styles. We will start with the initial theme of SATURATION. The digital cosmos is saturated. Saturation is extreme. Saturation is overwhelming. Saturation is beyond what is required.				
	The task of the architect-writer here is to inhabit and write with this saturation; to find voices to properly articulate the saturated world. This requires skill and balance; gravity and agility; humour and lightness. During the course you will be guided through the process of writing texts which playfully inhabit the styles of the following: fragments of ancient epic poetry, Renaissance sonnets, modernist avant-garde poems and contemporary voices.				
Inhalt	The first phase of the course, CODING, offers entry points to coding literacy as well as related theoretical literature without attempting exhaustive coverage: using Wolfram Mathematica, participants will get familiar with functional programming, including importing and exporting data, organizing it into data structures, writing simple functions and encoding and decoding digital objects into and from vectors. In the second phase, INVENTING, participants are given access to a multi-modal corpus, an inventory containing millions of digital objects pertaining to different media – scans, sounds, samples and sentences – and a series of bespoke functions in Wolfram Mathematica. Aided by machine-learning algorithms, participants will join characteristic collections of digital objects into a story a character might tell. These collections can be based on authors, inviting participants to further engage with theoretical ideas. In the third phase, STAGING, participants will focus on bringing these stories to life through a deliverable in their chosen format, accompanied by weekly tutorials.				
Skript	<a href="http://www.caad.arch.ethz.ch">http://www.caad.arch.ethz.ch</a>				
Literatur	<a href="http://www.caad.arch.ethz.ch">http://www.caad.arch.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>052-0642-24L</b>	<b>Digital Lexicon</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Daro, F. Gramazio, M. Kohler</b>
Kurzbeschreibung	The seminar investigates a long term tradition of modeling in architecture dedicated to measure building's performances. Through weakly readings, class discussion and visits we will explore different ways to experience architecture at little scale. Conveying virtual and empirical tools, aesthetic and technical goals, the practice of modeling allow a transversal reading on architectural history.				
Lernziel	Enlarge a background of historical knowledge and architectural culture. Developing a critical reflexion on techniques of representation. Importantly bring to attention the value of fabricating in the process of architectural conceptualization.				
Inhalt	The seminar focuses on the fabrication of architectural models not just as miniaturized buildings, but rather as ways to observe their environmental proprieties. By observing and comparing different samples of technical models, we will observe on the one hand various ways of testing mechanical proprieties of buildings within physical reduced models, and on the other hand we will explore how digital tools, through parametric modeling, allow virtual simulations of architectural projects. Both methods offer ways for technically anticipate and experience the environmental proprieties of architecture by synthesizing the complexity of a built project. These methods connect with a nineteenth century tradition of technical models conceived for scientific research and applied to architecture for experiencing building performances. Over the semester we will critically discuss key notions such as representation, analog, objectivity, illusion, immersion, simulation as a ground vocabulary to build on. Despite a shared way of thinking, virtual and empirical tools are nowadays used in a complementary way: the friction between these two approaches will be the object of the overall seminar.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität
	Kreatives Denken		geprüft
	Kritisches Denken		geprüft
	Integrität und Arbeitsethik		geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert

<b>063-0662-24L</b>	<b>Integrierte Disziplin FS24 im Bereich Technologie in der Architektur (ITA)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	Betreuer/innen
	<i>Die Belegung dieser Lerneinheit ist nur nach Absprache mit den Dozierenden und in Verbindung mit dem gleichzeitigen Besuch einer Entwurfsklasse (Entwurf V-IX) möglich.</i>				
Kurzbeschreibung	Entwurfsarbeiten aus den verschiedenen Bereichen der Architektur und des Städtebaus mit Integration der Kenntnisse aus den ersten Studienjahren unter aktiver Mitwirkung von Fachleuten aus den Professuren des Instituts ITA.				
Lernziel	Erkennen der Bedeutung der gelehrten Disziplinen am Institut ITA beim Entwurf. Umsetzung in der Entwurfsaufgabe.				
Inhalt	Entwurfsarbeiten aus den verschiedenen Bereichen der Architektur und des Städtebaus mit Integration der Kenntnisse aus den ersten Studienjahren unter aktiver Mitwirkung von Fachleuten aus den Professuren des Instituts ITA.				

<b>052-0658-24L</b>	<b>Architectural Acoustics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Xydis, C. Frick, J. Strauss</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces acoustics and its practical applications in architecture and room design. Students will learn about key concepts such as reflection, absorption, and diffusion, as well as room acoustics, physiological acoustics, psychoacoustics, and electroacoustics, through lectures and hands-on exercises. Upon completion, students can apply their knowledge to real-world scenarios.				
Lernziel	<p><b>Knowledge Acquisition:</b> After completing the course, students can demonstrate a solid understanding of the fundamental concepts and principles of acoustics, including room acoustics, physiological acoustics, psychoacoustics, and electroacoustics, and associate the interplay of acoustics and architecture.</p> <p><b>Application of Mathematical and Physical Concepts:</b> Students can apply basic mathematical and physical concepts, such as decibels (dB) and reverberation time, to discuss and moderate problems related to acoustics in the built environment, including room design and simulation methods.</p> <p><b>Critical Thinking and Analysis:</b> Students understand acoustic room design's historical and current practices, including artistic and non-artistic scenarios. They can analyse the relationship between room acoustics and architecture based on historical and philosophical considerations.</p> <p><b>Human Perception of Sound:</b> Students can associate human perception of sound and its implications in the design of acoustic environments. They can implement this knowledge to create optimal acoustic experiences in various architectural situations.</p> <p><b>Application of Acoustic Principles in Real-World Scenarios:</b> Students can apply their knowledge of acoustics to real-world scenarios through exercises, projects, and student-led initiatives related to acoustics in the arts, generative aspects, and practical applications within architecture. They understand the accuracy and limitations of acoustic simulations compared to their real-world implementations.</p> <p><b>Multidisciplinary Approach:</b> Through guest speaker lectures and discussions, students recognise the multidisciplinary nature of acoustics, its relationship with architecture, coworking, building acoustics, and creative applications.</p> <p><b>Communication and Presentation, active Participation in Acoustic Discussions:</b> Students can actively engage in discussions about the acoustic properties of architectural designs, demonstrating practical communication skills to articulate their ideas, insights, and critiques related to room acoustics and overall acoustic performance. Thereby, students can produce the bridge between the visual and the acoustic properties of different architectural design drafts.</p> <p><b>Sensitisation in Hearing and Aware Perception:</b> Students develop the ability to actively and sensitively perceive and analyse the acoustic environments in their everyday lives, demonstrating awareness of various sound sources, their characteristics, and their impact on human perception. They can apply this awareness to evaluate and optimise acoustic experiences in different settings.</p> <p><b>Critical Evaluation and Comparison of Acoustic Properties in Architectural Design:</b> Students can evaluate and compare the acoustic properties of different architectural design elements and strategies, such as reflection, absorption, diffusion, and sound transmission, considering their impact on room acoustics and human perception. Moreover, based on evidence-based evaluation and comparison, they can make informed decisions and recommendations for optimising acoustic properties in architectural design.</p>				

Inhalt	<p>The course begins with an introduction to room acoustics, physiological acoustics, psychoacoustics, and electroacoustics, focusing on spatial recording and reproduction. Basic math and physics concepts, such as decibels (dB) and reverberation time, are covered to provide a foundation for understanding acoustics principles. We delve into the basics of room acoustics with the concepts of reflection, absorption, and diffusion, as well as simulation methods and critical design parameters. We then focus on five aspects of sound related to architecture: loudness, sound colour, space impression, localisation, and direct sound. We explore audible space impressions in daily life acoustics and our capability to localise sound sources. The course examines how using headphones, computer audio, and sound systems in our daily lives made electroacoustics and its application in room acoustics simulation and auralisation a tool for acoustic design in architecture. We continue by discussing guidelines and norms in the design, realisation, and validation of acoustic projects and compare simulations with real-world objects in back-to-back comparisons. The course also focuses on special topics such as the acoustics of small rooms, low-frequency acoustics, and active noise control. Finally, lectures by guest speakers round up the content and broaden the focus outside the box.</p> <p>The course format is a 1-hour lecture and a 2-hour hands-on exercise session. Together with a final short group project, they provide students with a comprehensive understanding of acoustics and its practical applications in various settings, enabling them to apply their knowledge of acoustics in real-world scenarios.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place in the Immersive Design Laboratory (IDL) at HIT F22.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>052-0644-24L</b>	<b>Summer School: Dense and Green Cities: Exploring New Models of Integrated Urban Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Menz, Y. Jiang</b>
Kurzbeschreibung	<p>Interdisciplinary Urban Transformation in Altstetten, Zurich</p> <p>The summer school is based on the research work of the module Dense and Green Cities: Emerging Models of Integrated Urban Development module of the Future Cities Laboratory (FCL) Global. It introduces interdisciplinary approaches to studying urban transformation strategies for sustainability through a real case of Altstetten Zurich.</p>				
Lernziel	<p>The summer school is open to bachelor's, master's and doctoral students as well as researchers with a background in architecture, urban design, urban planning, and landscape design in ETH Zurich, FCL Global and the partner institutions of FCL Global. It includes lectures and thematic input talks based on the research of Dense and Green Cities, training on ArcGIS Urban tools and seminars with collaborating stakeholders in Singapore and Zurich. The summer school uses Altstetten as a case to study for urban transformation scenarios.</p> <p>We expect students to achieve the following objectives at the end of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtain interdisciplinary knowledge regarding sustainable integrated urban development and transformation in terms of urban planning and design, architecture, as well as social, environmental, and economic performance, and governance.</li> <li>• Use ArcGIS Urban as a web-based tool to visualise urban planning and design in 2- and 3D and analyse results.</li> <li>• Provide real-world scenarios and solutions for Altstetten, Zurich.</li> <li>• Collaborate effectively with stakeholders from many disciplines.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Urban development is a complex process, with city elements being interdependent and interrelated. To address this complexity, multiple disciplines must collaborate and cooperate with one another. Based on these insights, this two-week summer school was initiated.</p> <p>The contents of this summer school are based on the work of the Dense and Green Cities of FCL Global. To emphasise individual knowledge and the balance of all given urban perspectives, the summer school intends to use a fresh approach to studying and experiencing urban planning and design complexity. Instead of consulting several experts, every participating student will be asked to act as "experts" from different perspectives. They will use the research findings given in the Input Talks to evaluate and optimise their planning ideas. In this way, information and knowledge of urban studies will not be provided in parallel positions supplementing each other but overlay each other to generate conflicts and highlight critical issues in urban planning ideas. The summer school program will also highlight the significance of some soft factors in urban development, such as social cohesion, community integration and interdependence of neighbourhood or district development. Students will be requested to cooperate and collaborate with their neighbouring groups to balance the distribution of residential, commercial and infrastructure development while realising their urban densification goals.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>052-0646-24L</b>	<b>Methods in Structural Design. Discussions on Design, W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>		<b>P. Block, G. Boller</b>



## Research, and Construction

Kurzbeschreibung	In the context of spanning structures, the interplay between form and forces influences material use. Current environmental challenges demand new attention to it. This seminar discusses the design and construction methods of structures from both a historical and contemporary perspective: while 20th-century master builders faced different problems from those of today, some answers may be similar.
Lernziel	The seminar will help to investigate design and construction methods in the interaction between form, forces, and materiality aspects. It will provide the tools to learn how to do state-of-the-art research by critically discussing historical examples and their relation with contemporary projects. In addition to regular attendance at the seminar, students will independently research and present specific examples from both the history of engineering and current contemporary design practices.
Inhalt	The seminar will include lectures, close readings of texts, an excursion, and discussions with invited scholars and practitioners whose research focuses on historical and contemporary approaches to the design of structures. Every session will feature exchanges on a specific structural design topic from two different perspectives: examples from the history of engineering will be put into dialogue with approaches linked to current design and research projects in the field. Students will be asked to actively participate in such discussions, to critically understand what we can learn from past experiences and what needs to be adapted to current needs.

## ►►► Denkmalpflege und Bauforschung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0914-24L</b>	<b>Denkmalpflege: Thema</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>ITA Pool Informationsveranstaltung über die angebotenen Kurse: x.x.24 xx-xx h, ONLINE (Link folgt).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen des Wahlfaches werden aktuelle und historische Praxen und Theorien der Denkmalpflege diskutiert. Unter dem Titel «High-Tech» liegt der Fokus im Frühjahrssemester 2022 auf einem bestimmten Teilbestand der Architektur der 1970er und 1980er Jahre, dessen Eigenschaften und den Herausforderungen, die mit dem Erhalt solcher Objekte verbunden sind.				
Lernziel	Im Rahmen des Wahlfaches werden Herausforderungen, aber auch Chancen, die mit der Erhaltung von Bauten der High-Tech Bewegung verbunden sind, diskutiert und untersucht. Die Objekte werden von den Studierenden sowohl auf gestalterischer als auch auf konstruktiver Ebene erfasst und dokumentiert. Als Ergänzung zur Literaturrecherche werden Planungsunterlagen und Baustellenfotos ausgewertet; spezifische High-Tech-Baudetails werden am Objekt selbst untersucht. Weiterhin sollen Erhaltungsstrategien entwickelt werden, die die heutigen sozialen, technologischen und ökologischen Parameter berücksichtigen.				
Inhalt	Aufgabe der Denkmalpflege ist die Inventarisierung und Erhaltung von Schutzobjekten. Dabei sieht sie sich mit verschiedensten konstruktiven als auch sozialen Herausforderungen und Fragestellungen konfrontiert, wie beispielsweise Alterung und Verfall, Wunsch nach Ausbau, Verdichtung oder Nutzungsänderung, veränderten klimatischen Bedingungen und Anforderungen, Aneignung und Ablehnung von Objekten und Beständen, etc. Im Frühjahrssemester 2022 widmen wir uns im Rahmen des Wahlfachs unter dem Titel «High-Tech» einem bestimmten Teilbestand der Architektur der 1970er und 1980er Jahre. Ausgehend von England und Frankreich finden sich auch in der Schweiz verschiedene Beispiele. Diese ausdrucksvollen Bauten zeichnen sich durch experimentelle Konstruktionen, innovative Sonderlösungen sowie den Einsatz industriell vorgefertigter Bauteile aus. Aufgrund des im Vergleich mit der Gesamt-Lebensdauer eines Gebäudes schnellen Veraltens technischer Innovationen und dem daraus folgenden Ersatz, stellt sich die Frage nach einer ganzheitlichen und angemessenen Erhaltung der High-Tech Bauten.				
Literatur	Banham, R.; J. Partridge: «Pompidou cannot be perceived as anything but a monument» In Architectural Review, 1977.  Buchanan, P.: «High-Tech: another British thoroughbred» In The Architectural Review, July 1983.  Buchanan, P.: «Renzo Piano: Poet of Technology.» In Archit. Design, 2015 Vol. 85: S. 88-93.  Davies, C.: High Tech Architecture. (New York: Rizzoli, 1988).  Kähler, G.: Zweck oder Selbstzweck? Kritische Anmerkungen zur High-Tech-Architektur. In Werk, Bauen + Wohnen, Nr. 5/1987, S. 14-17.  Langenberg, S.: «Zur Erhaltung des nicht Haltbaren» In: Birgit Franz, Ingrid Scheuermann (Eds.): Das Digitale und die Denkmalpflege. Weimar 2017, S. 48–55.  Macdonald, A.: High Tech Architecture. A Style Reconsidered. (Wiltshire: Crowood Press Ltd, 2019).  Stalder, L.: «What Happens to Architecture?», in: Florian Hertweck (ed.): Positions on Emancipation. Architecture between Aesthetics and Politics, Baden: Lars Müller Publishers / University of Luxembourg, 2017, p. 214–229.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>052-0918-24L</b>	<b>Methoden der Bauforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Holzer</b>

Name des Fachs vor HS22: *Umbaugeschichte.*

Kurzbeschreibung	Jeder Eingriff in die historische Bausubstanz setzt ein umfassendes Verständnis des Objekts mit einer genauen Erfassung des Bestands voraus. Die Grundlage dafür liefert die historische Bauforschung, mit deren Methoden der vorgefundene Zustand dokumentiert und analysiert wird.		
Lernziel	Für die historische Bauforschung ist das Bauwerk selbst die Primärquelle. Es wird eine möglichst lückenlose Erkenntnis der Baugeschichte angestrebt. Ziel des Wahlfachs ist das Erlernen der Methoden der historischen Bauforschung.		
Inhalt	Das Wahlfach vermittelt die Methoden der historischen Bauforschung.		
Kompetenzen	Die Vorlesung geht anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung des Institutes vor und erläutert die Themenbereiche Erfassen - Messen - Dokumentierten - Interpretieren - Bewerten.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft

<b>063-0962-24L</b>	<b>Integrierte Disziplin FS24 im Bereich Denkmalpflege und Bauforschung (IDB)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	Betreuer/innen
	<i>Die Belegung dieser Lerneinheit ist nur nach Absprache mit den Dozierenden und in Verbindung mit dem gleichzeitigen Besuch einer Entwurfsklasse (Entwurf V-IX) möglich.</i>				
Kurzbeschreibung	Themenwahl, Form und Umfang der Arbeit müssen in Absprache mit dem Lehrstuhl erfolgen.				
Lernziel	Ziel ist eine denkmalpflegerisch fundierte Auseinandersetzung mit einer klar formulierten Fragestellung.				

### ▶▶▶ Weitere Wahlfächer der ETH Zürich

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				
Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.				
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Major aspects of urban development</li> <li>•The Subsurface as the final frontier</li> <li>•Historical approaches to underground space development</li> <li>•Urban sustainability aspects</li> <li>•Modelling and mapping the underground</li> <li>•Policy building and urban planning</li> <li>•Design and architecture -creating a new urban tissue</li> <li>•Constructability of underground spaces</li> <li>•Future cities -resilient cities</li> <li>•Governance and legal challenges</li> <li>•Investment aspects and value capture</li> <li>•Future proofing our infrastructure</li> <li>•Best practice of underground space use</li> <li>•Excursion to underground facility (if possible)</li> <li>•Guest speakers on relevant topics</li> </ul>				
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentation slides</li> <li>•Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiraal, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3</li> <li>•Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos</li> <li>•Material from guest presenters</li> <li>•See also link "learning materials"</li> </ul>				
Literatur	various articles and books will be recommended during the course  please see also weblinks "learning materials"				

### ▶▶ Vertiefungsarbeiten

*siehe Architektur MSc "Vertiefungsarbeiten"*

### ▶ Seminarwochen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-1204-24L</b>	<b>Seminarwoche Frühjahrssemester 2024 ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3A</b>	Dozent/innen
	<i>Vorherige interne Einschreibung vom 5.2-9.2.2024 nötig. Weitere Infos s. Kursbeschrieb.</i>				
Kurzbeschreibung	Mit verschiedenen Lehrinhalten, obligatorisch für Studierende aller Semester. Programme werden jeweils am ersten Semestertag publiziert.				
Lernziel	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, eng umschriebene Sachfragen in kleinen Unterrichtsgruppen und in direktem Kontakt mit den Dozierenden an spezifischen Orten zu diskutieren.				
Inhalt	Mit verschiedenen Lehrinhalten, obligatorisch für Studierende aller Semester. Programme werden jeweils am ersten Semestertag publiziert.				

### ▶ Wissenschaft im Kontext

#### ▶▶ Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ARCH*

## ►► Sprachkurse

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

### Architektur Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Architektur Master

## ► Kernfächer

### ►► Bereich Geschichte und Theorie der Architektur

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>063-0314-24L</b>	<b>Kunst- und Architekturgeschichte: Digital Matters ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	
Kurzbeschreibung	Was ist die Materialität des Digitalen und welche Bedeutung haben digitale Medien für die Erfahrung, Nutzung und Produktion realer Umwelten? Dieser Kurs diskutiert Werke der Kunst und Architektur, die die Beziehungen zwischen digitalen, physischen und sozialen Räumen ausloten oder neu definieren.				
Lernziel	Kenntnisse der jüngeren Kunst- und Architekturgeschichte sowie ein Verständnis für interdisziplinäre Fragestellungen und allgemeinere kulturhistorischer Zusammenhänge. Kenntnis der jüngeren Mediengeschichte und –theorie.				
Inhalt	Was ist die Materialität des Digitalen und welche Bedeutung haben digitale Medien für die Erfahrung, Nutzung und Produktion realer Umwelten? Die Vorlesung geht der materiellen Dimension hinter scheinbar immateriellen Datenflüssen nach, aber auch der Frage, auf welche unterschiedlichen Weisen neue Informations- und Kommunikationstechnologien Realität verändern. Was bringen Werke der Kunst und Architektur in Erfahrung über Verbindungen privater und öffentlicher Räume mit persönlichen Geräten, Sensoren und Daten - und was über die Infrastrukturen des Digitalen? Welche Antworten finden KünstlerInnen und ArchitektInnen auf die Frage nach Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb der neuen hybriden und von ganz unterschiedlichen (auch verborgenen) Akteuren definierten Umwelten? Diskutiert werden seit Mitte des 20. Jahrhunderts entstandene Werke der Kunst und Architektur, die die Beziehungen zwischen digitalen, physischen und sozialen Räumen ausloten oder neu definieren.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>063-0316-24L</b>	<b>History of Art and Architecture VI: Antiquity and Medieval ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Rachele, M. Delbeke</b>
Kurzbeschreibung	This lecture studies Antiquity and the Middle Ages through their reception since the Renaissance. We will investigate the role of history for architects then and now through analysis of how architecture has been defined in relationship to the antique and medieval past. Short readings and class participation required.				
Lernziel	Deepen basic knowledge, improve ability to critically analyze architectural history texts, develop humanities-based reasoning and argument skills.				
Inhalt	In the Renaissance, the practice of architecture fundamentally transformed into the design-based discipline it is now largely assumed to be. Both then and especially in nineteenth- and twentieth-century architectural history, this change was understood in opposition to "good" ancient and "bad" medieval models. This course investigates Antiquity and the Middle Ages as variously fashioned in the mind of the architect and the architectural historian. How does our understanding of these periods inform our thinking about the use of history for the architect today?  This course is a combination lecture and discussion class. Occasional at-home graded assignments and active in-class participation are required; it is not possible to participate remotely. The final assignment is a written research assignment (due during the exam period). Scans of the readings will be made available on the course website.				
Literatur					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>063-0804-24L</b>	<b>History and Theory of Architecture VIII: Seen from the South</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Aevermaete, N. N. H. Abusaada</b>
Kurzbeschreibung	This course is a quest for non-Eurocentric paradigms and perspectives in urban theory developed in the Global South. By highlighting different urban logics and experiences, the course aims to broaden our understanding of the heterogeneity of urbanisms around the world.				
Lernziel	Upon completion of the course, students will have: (1) gained an awareness of why curriculum decolonisation is crucial as part of our commitment to justice; (2) identified the existence of alternative canons of knowledge which have been previously marginalised or dismissed, yet whose inclusion and discussion are essential to expanding the canon; (3) acquired in-depth knowledge of multiple urban theories developed in the Global South; (4) learnt to contextualise non-Western histories and knowledge within the framework of their broader sociopolitical contexts including imperial and (neo)colonial histories. (5) strengthened their analytical skills by engaging in in-class discussions and weekly responses.				
Inhalt	Our understanding of how urban designers and architects can design cities is still largely affected by Western urban conditions and perspectives. The European city, in particular, with its steady and controlled growth, has served for a long time as the background against which new urban design methods and instruments are developed. As scholars who advocate a decentering and reframing of the widest conceptualisations of the urban have argued, urban design history is still based upon the dichotomy of "First World" model cities that generate new theories versus problematic "Third World" cities in need of correction. However, if our urban theorisations remain anchored in this Euro-American experience, we will be incapable of analysing and understanding the heterogeneity of urbanisms around the world.  This course sets out to overcome this asymmetry by recalibrating the gaze. Course reading, lectures and in-class discussions centre around urban theories developed in cities in the Global South to illustrate that urban design and urbanisation are not prerogatives of the Western world. The course will highlight alternative canons of knowledge which have been hitherto marginalised or dismissed, yet are crucial in understanding the design and production of cities. Through studying urban theories based on cities that develop according to other logics and generate different urban experiences, this course seeks to extend our knowledge of urban design, interrogate its assumptions, and enlarge our intellectual horizons to include a wider range of perspectives.				

Skript	<p>This course is curated by senior staff of the Chair of the History and Theory of Urban Design (gta), who will ensure a wide range of voices and perspectives are represented. The course will start with a series of input lectures by invited scholars from or working on the Global South, whose work will bring fresh perspectives to the realm of urban theory. Each input lecture will be followed by a critical reflection and in-class discussion.</p> <p>During the semester, students will work on the final group assignment: preparing a presentation and a paper about a topic discussed in class and identifying its relevance for historical and contemporary urban design practice. sessions in the course are entirely dedicated to working on this assignment, acting as peer-review sessions in which students critically review each other's work.</p> <p>'History and Theory of Architecture VIII: Seen from the South' is considered the second in a series. The focus of the required reading and the invited guests changes each year.</p>		
Literatur	<p>During this course different texts will be discussed. Both required and further reading will be made available via the website of the course prior to the start of FS2023.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is a 2 ECTS Kernfach for Masters students offered by the Institute for the History and Theory of Architecture (GTA).</p> <p>The course will be graded as follows:</p> <p>Active participation in the course: 30% Active participation in class is defined by weekly attendance, the ability to ask mature questions in response to the guest lectures, and the provision of constructive feedback to fellow students during workshop sessions.</p> <p>Responses to reading: 30% This course requires students to demonstrate active engagement with the urban theories offered on the course by submitting weekly responses to the required reading. In addition, each student will be asked to engage with further reading at least once during the semester, write a response to it, and contribute this additional knowledge to the class discussion.</p> <p>Final assignment: 40% The final group assignment consists of: preparing a presentation and a paper about a theme discussed in class and identifying its relevance for historical and contemporary urban design practice. sessions in the course are entirely dedicated to working on this assignment, acting as peer-review sessions in which students critically review each other's work and gain feedback from instructors.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>063-0802-24L</b>	<b>History and Theory of Architecture VIII: Rococo</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Delbeke, L. Stalder</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an advanced introduction into the practices and debates of architectural history and theory.				
Lernziel	Basic knowledge of the history and theory of the architecture.				
Inhalt	Maarten Delbeke, Rococo				
	<p>This lecture series explores and interprets the rococo church architecture of what is now Southern Germany, by examining its religious and political context, by proposing a close reading of a number of case-studies, and by offering a thematic analysis of some of its key features. The course is intended at once as a thorough introduction and an open-ended process of discovery, where preliminary observations will be weighed and discussed collectively.</p> <p>Laurent Stalder: Techniken des Entwerfens</p> <p>Architekten bedienen sich zur Vermittlung ihrer Intentionen oder zu Präsentation ihrer Architektur verschiedener Techniken, wie der Skizze, der Zeichnung, der Photographie, des Modells, des Diagramms, aber auch des Texts oder in jüngerer Zeit des Skripts. Diese Techniken haben nicht nur spezifische Eigenschaften, sondern transportieren bestimmte Informationen. Insofern sind sie Widerspiegelung präziser diskursiver Praktiken und Konventionen und damit als Repräsentations- und Entwurfsinstrument nicht nur Erzeuger bestimmter Inhalte, sondern viel umfassender auch Ausdruck bestimmter Wissensformen. Sie haben ihre eigene Geschichte und ihre eigenen Merkmale. Die Vorlesung wird sich mit einer Reihe von Techniken des Entwerfens in der Architektur des 20. Jahrhunderts, wie Plan, Schnitt, Diagramm, etc. auseinandersetzen.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		

## ►► Bereich Denkmalpflege und Bauforschung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>063-0904-24L</b>	<b>Fallstudien Konstruktionsgeschichte und Bauforschung</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Holzer</b>
	<i>Jede Belegung verpflichtet zum lückenlosen Besuch während des ganzen Semesters. Abmeldungen (inkl. Löschung der Belegung) sind bis xx.x.24, 24:00 Uhr, zulässig.</i>				
Kurzbeschreibung	Vertiefung der Kenntnisse in historischer Bauforschung und Konstruktionsgeschichte anhand ausgewählter Bauwerke. Nach einer mehrteiligen Einführung in die Themenstellung des Semesters finden Vor-Ort-Untersuchungen an historischen Bauten in Kleingruppen statt.				
Lernziel	Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erlernen vor Ort anhand konkreter Bauwerke die Methodik der historischen Bauforschung und erfassen, dokumentieren und interpretieren historische Baukonstruktionen.				

Inhalt	<p>In Kleingruppen untersuchen wir individuell historische Bauobjekte in der Deutschschweiz (max. ca. 2h Anfahrt mit öff. Verkehrsmitteln ab ETH Höggerberg). Jede Gruppe hat einen individuellen Betreuer (Doktorand), der sie nach individueller Terminvereinbarung vor Ort anleitet. Ziel der Lehrveranstaltung ist die Erfassung und Präsentation einer historischen Konstruktion unter besonderer Beachtung von Bearbeitungsspuren, Konstruktionsdetails und Tragwerk.</p> <p>Die Lehrveranstaltung beginnt mit Einführungsvorlesungen sowie Vor-Ort-Lehrveranstaltungen während des ersten Semesterdrittels. Es folgen individuelle Untersuchungen vor Ort. Der Bearbeitungsstand ist in drei Kritiken vorzustellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Vor-Ort-Kritik mit individuellem Betreuer</li> <li>2) Zwischenkritik am Institut mit Professor und Mitarbeitern</li> <li>3) Schlusskritik mit Professor und allen Betreuern</li> </ol> <p>Den genauen Ablauf der Fallstudien finden Sie hier:</p> <p><a href="http://www.holzer.arch.ethz.ch/studium/fallstudien.html">http://www.holzer.arch.ethz.ch/studium/fallstudien.html</a></p> <p>Jede Belegung verpflichtet zum lückenlosen Besuch aller Pflichttermine während des ganzen Semesters.</p>		
Skript	<p>Es werden detaillierte Aufgabenstellungen und Skripte zum Hintergrund bereitgestellt. Die rechtzeitige Lektüre dieser Materialien ist verpflichtend.</p>		
Literatur	<p>Wird themenabhängig am Anfang bekanntgegeben</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Grundkenntnisse der Baugeschichte und Konstruktion</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

---

<b>063-0912-00L</b>	<b>Denkmalpflege: Zukünftiges Erbe</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Langenberg</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	----------------------

Kurzbeschreibung	<p>Die Denkmalpflege widmet sich der Erhaltung und dem Schutz historischer Bauten. Im Seminar werden denkmaltheoretische Positionen und Grundlagen der praktischen Denkmalpflege vermittelt.</p>		
Lernziel	<p>Neben der aktiven Teilnahme an den Diskussionen wird von den Studierenden die Auseinandersetzung mit einem selbstgewählten Thema oder Objekt verlangt, um eine eigene Position entwickeln und nachvollziehbar begründen zu können. Ziel ist dabei insbesondere die Förderung von Kommunikationskompetenzen und Diskussionskultur.</p>		
Inhalt	<p>Für den verantwortungsbewussten Um- und Weiterbau des Bestandes ist die Kenntnis denkmaltheoretischer Positionen und Grundlagen der praktischen Denkmalpflege notwendig. Diese werden im Rahmen des Kernfaches anhand ausgewählter Schriften vermittelt und im Zusammenhang mit verschiedenen Gastbeiträgen diskutiert.</p> <p>Die Lehrveranstaltung widmet sich im Frühjahrssemester 2024 materiellen Objekten und immateriellen Erbebeständen von Minderheiten, Randgruppen und Menschen ohne Lobby und untersucht Inventare auf Bundes-, Kantons- und Gemeindeebene. Denn neben der Erhaltung bereits ausgewiesener, ist auch die Auswahl und Inventarisierung zukünftiger Schutzobjekte eine der Kernaufgaben der Denkmalpflege und des Bundes. Ergebnis dieses Kurses ist ein individuell erstellter, schriftlicher Inventartext, der in eine Datenbank von Future Heritage eingegeben wird.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

---

<b>063-0902-00L</b>	<b>Historische Konstruktionen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Holzer</b>
---------------------	-----------------------------------	----------	-------------	-----------	------------------

Kurzbeschreibung	<p><i>Dieses Kernfach ("00L" am Ende) kann nur einmal belegt werden. Bitte vor Belegung prüfen.</i></p> <p>Die Lehrveranstaltung behandelt historische Konstruktionen, deren Bauprozesse deren Tragverhalten, jährlich wechselnd an verschiedenen Beispielen.</p>		
------------------	---	--	--

Lernziel	Die Teilnehmer lernen exemplarisch an Beispielen die Analyse historischer Strukturen. Sie können historische Bauwerke hinsichtlich ihrer konstruktiven Details, ihrer herstellungstechnisch bedingten Eigenarten und ihres prinzipiellen Tragverhaltens einordnen.		
Inhalt	Die Vorlesung behandelt im FS 2024 Holzkonstruktionen von der Antike bis ins 20. Jh.		
Skript	Keines, jedoch werden zu einzelnen Themenvorlesungen Aufsätze und Materialien verteilt		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Bereich Landschaftsarchitektur und Urbane Studien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>061-0110-00L</b>	<b>History and Theory of Landscape Architecture II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bucher</b>
Kurzbeschreibung	Landscape architecture connects different scientific disciplines, epistemological standpoints and different practices. This lecture series discusses relevant theories and concepts of landscape in their respective contexts of thought as well as by means of case studies and exemplary projects.				
Lernziel	The course provides an overview of currently relevant understandings and theories of landscape. Students learn about different theoretical perspectives and case studies and how to relate them to their own work. The goal is to develop a sustainable basis for thinking and acting for a context-sensitive design practice that is embedded in larger contexts/problem situations.				
Inhalt	Landscape as a multi-perspective subject has problematized the dichotomy of nature and culture/art/technology as well as existing disciplinary determinations. Landscape means many things at the same time and is basically in a state of change. The course discusses different assumptions and viewpoints that has shaped the understanding of landscape (and nature), as well as its planning and design, in recent decades. It starts from landscape as an expanded field in which not only specifically scientific, but also overarching aesthetic, ecological, global, indigenous, decolonial, feminist, participatory, hybrid and other conceptions of landscape and nature have become established. Along these different theoretical conceptions and landscape discourses and in view of significant case studies and landscape practices, an understanding of nature and landscape adapted to the problem situation shall be discussed.				
Literatur	A definitive reading list will be provided at the beginning of the course				
Voraussetzungen / Besonderes	1st priority: MScLA 2nd priority: MScARCH Student limit: 20				
Kompetenzen	It is also highly recommended to visit the lecture series D-ARCH, LV-063-0502-00 (no credits).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>061-0116-00L</b>	<b>New Civic Landscapes and Public Health</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Public space is widely seen as a determining factor in people's health and well-being, particularly in densifying urban environments. How can we define a healthy city, and how do landscape architects contribute to it?				
Lernziel	Through the study of historical references, and the analysis of contemporary urban spaces and regulatory frameworks, this course will develop awareness, knowledge and practical tools to integrate health and well-being factors into the urban design.				
Inhalt	While the majority of people living in large cities say they would rather live elsewhere, health and well-being are becoming key criteria in residence and carrier choices. Not only the urban environment is globally perceived as polluted and stressful, its spatial framework is often experienced as unfit to provide the ingredients of a healthy life, for individuals and societies, such as physical activity, social interaction, and regular contact with natural elements. This course aims to enrich our vision of health in the city, with concepts and tools useful for designing civic spaces at all scales – neighbourhood, city, and larger metropolis.				
Skript	Course material will be provided.				
Literatur	The course material includes a reading list.				
Voraussetzungen / Besonderes	1st priority: MScLA 2nd priority: MScARCH Student limit: 18				
	Students will work in teams of 2 and present their results and progress each time in a seminar format.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>061-0118-00L</b>	<b>Landscape Acoustics ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. M. Schütz</b>
Kurzbeschreibung	Landscape Acoustics describes an integrated design practice linking acoustic qualities to spatial concepts and material elements of landscape architecture. Introduction to the physical, theoretical, social and ecological foundations of landscape acoustics. Application examples and practical introductions to the current techniques and methods of soundscape analysis and environmental sound design.				
Lernziel	This course covers basic theoretical and technical notions of sound as related to outdoor environments combining physical, perceptual, social and ecological knowledge. The course aims to raise awareness of acoustics as a multifaceted landscape perception and design constituent and empower students to become actors on acoustic landscape quality.				
Inhalt	Landscape Acoustics describes an integrated design practice linking acoustic qualities to spatial concepts and material elements of landscape architecture. It attaches equal importance to the production, propagation and perception of sound, considering a meaningful auditory relationship between people and their environment.				
	The course covers basic theoretical and technical notions of sound as related to outdoor environments. It introduces a holistic sonic landscape understanding combining physical, perceptual, social and ecological approaches. Through case studies from different epochs and cultures, the course raises awareness of acoustics as a multifaceted landscape perception and design constituent. Practice workshops and applied exercises – including field recording techniques and the use of the Audiovisual Room for spatial project elaboration and simulation – allow students to explore tools and methods for environmental sound analysis and design and become actors on acoustic landscape quality.				
	The course includes weekly theory and design inputs and a two-day hands-on workshop. Listening exercises and applied acoustics demos encourage students to dive into sonic landscape experience and adopt the theoretical course contents in an intuitive and empirical way. These observations are then processed into a site-specific semester thesis and sound design project. The final oral presentations take place on the day of the last course date.				
Skript	A handout with detailed information will be presented during the first course meeting. Handouts and a reading list will be provided.				
Literatur	During the semester, students will have access to audio recording equipment and to the AudioVisual Room workstations. The course material includes handouts with reading excerpts and a reading list.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes weekly theory and design inputs and a two-day hands-on workshop. Course structure - overview: 19.02.2024, 13h45-14h15: Introduction 26.02.2024, 13h45-14h15: Theory Input 04.03.2024, 13h45-14h15: Theory Input 09.-10.03.2024: Practice workshop: field recording & lab work 11.03.2024, 13h45-14h15: Design Input 08.04.2024, 13h45-14h15: Design Input 29.04.2024, 13h45-14h15: Feedback and support for semester work finalization 13.05.2024, 13h45-14h15: Final presentations (semester work submission) The number of participants is limited to 18 students (due to the limited number of sound recording devices and the number of workstations in the AudioVisual Room). Depending on the number of participants, students will work in groups of two or three.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

<b>061-0124-24L</b>	<b>Landschaften und Gärten als kulturelles Erbe. Erforschen, Bewahren, Entwickeln ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Richter</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung vermittelt Kenntnisse dazu, wie Landschaften und Gärten als kulturelles Erbe bewahrt sowie in Entwurf und Planung angemessen berücksichtigt werden können.				



Lernziel	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu Gegenstandsbereich, Zielen, Begriffen, Institutionen und gesetzlichen Grundlagen der Gartendenkmalpflege. Sie lernen aktuelle Problemstellungen sowie Methoden zur Erforschung, Bewahrung und Entwicklung von historisch bedeutsamen Freiräumen und Kulturlandschaften kennen. Ziel ist es, ein Verständnis für die Berücksichtigung von wertvollen Strukturen und Beständen der Landschaftsarchitektur im Entwurfs- und Planungsprozess zu entwickeln.		
Inhalt	Zeugnisse der Landschaftsarchitektur wie Parks, Gärten, Plätze und Alleen sind einem ständigen Wandel unterworfen. Da sie vornehmlich aus Pflanzen bestehen, sind sie im Vergleich zu Bauwerken besonders fragil. Ähnlich einem Pergament, von dem der Text immer wieder abgeschabt und überschrieben wird, können Gartenkunstwerke vielschichtige Bedeutungsträger sein. Ästhetische Paradigmen, gesellschaftliche Bedingungen, Wertvorstellungen, das Verständnis für Raum und Zeit oder die Vorliebe für bestimmte Pflanzenarten schreiben sich in sie ein.  Die Lehrveranstaltung führt in den Gegenstandsbereich, die Ziele, Begriffe, Institutionen und gesetzlichen Grundlagen der Gartendenkmalpflege ein. Anhand von Beispielen werden aktuelle Problemstellungen erörtert sowie Methoden zur Erforschung, Bewahrung und Entwicklung von historisch bedeutsamen Freiräumen und Kulturlandschaften vermittelt. Nach der Erarbeitung einer theoretischen Basis erforschen die Studierenden im Praxisteil des Kurses selbständig einen Park, Garten oder Platz. Sie lernen die verschiedenen Schichten eines Ortes zu lesen, seine Geschichte aufzudecken und seinen Wert in Hinblick auf die künftige Entwicklung darzustellen. Die Erkenntnisse dieser Spurensuche werden textlich, zeichnerisch und fotografisch dokumentiert und in einem Gutachten zusammengefasst.  Der Kurs bietet eine Plattform für den fachübergreifenden Austausch zwischen Studierenden des MSc in Landschaftsarchitektur und des MSc in Architektur. Gastbeiträge eröffnen einen Rahmen für den vertieften Diskurs.		
Skript	Unterrichtsmaterialien werden im Kurs zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Die Unterrichtsmaterialien enthalten eine Literaturliste.		
Voraussetzungen / Besonderes	Exkursion (obligatorisch): Samstag, 04. Mai 2024, ganztags		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>063-0704-24L</b>	<b>Cartographies of Living Systems: A Critical Approach W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Galí-Izard</b>
Kurzbeschreibung	This course will be an introduction to essential aspects of designing with living systems. The lectures will cover a curated list of constructed landscapes that embody a high level of complexity in their composition, systems, and evolution.			
Lernziel	In class and through additional drawing exercises, the students will explore the components of the sites in great detail: their plant communities, infrastructure, management regimes, climatic and geologic contexts, and the larger systems and territories in which they are embedded. Students will be introduced to meaningful landscape projects, and will learn a methodology for understanding the field of landscape architecture and its potential in relationship to the dynamic performance of living things.			
Inhalt	In the lectures, the students will learn about a selection of significant built landscapes that span a range of sizes, ages, and places of origin. The projects will be taught through an analytical framework that prioritizes key landscape elements that are often overlooked in traditional representations of projects. The students will contribute to the course by translating this complexity through drawing exercises. Altogether, the work of the studio will be a critical and comparative study of significant landscape architecture projects, past and present.			
Skript	Course material will be provided.			
Literatur	The course material includes a reading list.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft geprüft geprüft	

## ►► Bereich Technologie in der Architektur

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.  They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.				
Inhalt	They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.  The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".  The lecture series is divided as follows: - General presentation - Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc. - Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.				
Skript	For each lecture slides will be provided.				

Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.				
	No lecture will be given during Seminar week.				
<b>063-0716-24L</b>	<b>CAAD III: Positionen in der Architektur ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>L. Hovestadt</b>
Kurzbeschreibung	Informationstechnologien für Architekten. Dritter, vertiefender Teil. Informationstechnologien sind heute konstituierender Teil sowohl des architektonischen Schaffens als auch unserer gebauten Umwelt. Hardware und Software sind allgegenwärtig, preiswert und einfach zu bedienen. Herkömmliche Planungs- und Bauprozesse werden beschleunigt und im guten Fall verbessert.				
Lernziel	In diesem Kurs stellen wir die qualitative Frage nach neuen Haltungen und Bedeutungen auf dem neuen Plateau. CAAD III behandelt seminaristisch vertiefend eine ausgewählte Anwendung auf diesem neuen Plateau. CAAD III beginnt mit einleitenden Vorlesungen und schliesst ab mit individuellen Ausarbeitungen.				
Inhalt	Informationstechnologien für Architekten. Dritter, vertiefender Teil. Informationstechnologien sind heute konstituierender Teil sowohl des architektonischen Schaffens als auch unserer gebauten Umwelt. Hardware und Software sind allgegenwärtig, preiswert und einfach zu bedienen. Herkömmliche Planungs- und Bauprozesse werden beschleunigt und im guten Fall verbessert.				
<b>063-0602-24L</b>	<b>Bauprozess: Ökonomie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Reichel</b>
	<i>ITA Pool Einführungsveranstaltung über die angebotenen Kurse: x.x.24, 10-11h, ONLINE Link folgt.</i>				
Kurzbeschreibung	Bauökonomische Überlegungen beim Planen und Realisieren von Hochbauten bilden das zentrale Thema des Vertiefungsfaches.				
Lernziel	Verständnis der bauökonomischen Zusammenhänge von Kosten, Erträgen und Renditen.				
Inhalt	<p>Das Vertiefungsfach Bauprozess: Ökonomie ist an der Schnittstelle zwischen Ökonomie- hier betrachtet sowohl als „Wirtschaftswissenschaften“, als auch als ein Bereich der Sozialwissenschaften- und dem gebauten Raum angesiedelt. Den Studierenden wird mit zunehmender Vergrößerung des Massstabs vor Augen geführt, welche ökonomischen Zwänge und Möglichkeiten unsere Urbanität von der Stadtentstehung und –entwicklung bis hin zum einzelnen Gebäude beeinflussen. Um die Konsequenzen dieser ökonomischen und allgemein gesellschaftlichen Zustände anschaulich zu illustrieren wird auf jeder Massstabs-Stufe der Fokus zunächst aufgezoogen und anhand einer extremen Manifestation, meist aus einer Metropole unserer Welt, oder anhand eines historischen Beispiels das Grundprinzip erläutert. Anschliessend wird auf den vertrauten Massstab der Stadt Zürich und seiner Agglomeration zurückgekehrt, um die gleichen Mechanismen hier zu untersuchen.</p> <p>In jedem Lehrmodul wird der Bezug zu und die Relevanz für das Metier der Architektinnen und Architekten thematisiert, die hier - dem Anspruch unserer Professur und der Stammvorlesung Bauprozess folgend - als Generalisten mit Spezialkenntnissen auch in ökonomischen Bereichen angesehen werden, ohne in diesen Bereichen ganz aufzugehen; ohne also aufzuhören, Architekten zu sein.</p> <p>Auswahl von Lerneinheiten:</p> <p>1. Die Ökonomie der Stadt Ausgehend von der Frage, welche Gründe den Menschen bewogen, punktuell verdichtet und entfernt von seinen agrarischen Lebensgrundlagen zu siedeln, wird die Stadt als neuer Evolutionsstatus betrachtet, der sich baulich in den Silhouetten unserer Metropolen ausdrückt. Schrittweise wird versucht, die hinter dem sichtbaren Wirtschaftskegel agierenden Kräfte, wie Pendlerzeiten, Lohngefälle, Landkosten, Mietpreise, Verknappung und Renditen zu enttarnen. Am Beispiel der Metropolitanregion Zürich wird aufgezeigt, warum Stadtentwicklung und Bautätigkeit sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer bestimmten Region auf eine bestimmte Art und Weise manifestiert haben.</p> <p>2. Renditen Die verschiedenen Renditeformen als Mittler zwischen Investitionen und Erträgen werden anhand einer konkreten Projektentwicklung herausgearbeitet und ihr Einfluss auf das Projekt aufgezeigt, bzw. relativiert. Über den Begriff der Rendite wird die Relevanz der Zeitachse in der Planung und Erstellung eines Gebäudes veranschaulicht. Die ökonomische Betrachtung einer Liegenschaft und seine Aufteilung in Erstellungs- und Landkosten, sowie die Entstehung Letzterer aus den Renditeerwartungen heraus wird ebenso thematisiert, wie der Einfluss von Bewegungen auf den Zinsmärkten auf das Projekt, sowie auf die Rahmenbedingungen, unter denen wir Architektinnen und Architekten arbeiten.</p> <p>3. Kosten Land-, Gebäude- und Erstellungskosten, als die vielleicht direkteste ökonomische Entsprechung von Architektur werden mit Hilfe der gängigen Methoden systematisiert und auf der Zeitachse des Planungs- und Bauprozesses eingeordnet. Kostenarten, -ermittlung, -planung und –kontrolle werden angesprochen, sowie die relevantesten Einflussfaktoren auf die Baukosten analysiert.</p> <p>4. Projektentwicklung Diese Vorlesung ist der zunehmenden Komplexität, Professionalisierung und in der Folge Fremdbestimmung des Planungs- und Bauprozesses geschuldet. Die durch die Finanzkrise von 2008 und ihre Folgen noch gestiegene Attraktivität von Investitionen in Realgüter - und hier in vorderster Front die Immobilien - hat zu einer bereits lange davor stattfindenden Übernahme von Bewertungs- und Managementmethoden, sowie Organisationsformen aus der Finanzwirtschaft in die Immobilien- Projektentwicklung geführt. Die sich dadurch wandelnde Rolle des Architekten vom Generalisten zum Spezialisten in vielen Projektkonstellationen wird kritisch erläutert und hinterfragt.</p>				
Skript	Die Präsentationsfolien der Vorlesungen sind auf der MAP unter dem Link <a href="https://map.arch.ethz.ch">https://map.arch.ethz.ch</a> (Buchsymbol oben rechts) verfügbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	ITA Pool Einführungsveranstaltung über die angebotenen Kurse: 9.2.2021, 10-11 Uhr, ONLINE <a href="https://ethz.zoom.us/j/61932735301">https://ethz.zoom.us/j/61932735301</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>063-0606-24L</b>	<b>Computational Structural Design II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Block, L. Enrique Monzo</b>
	<i>This course replaces the former course "Structural Design</i>				

Kurzbeschreibung	VI". This course teaches the design of shell structures using computational tools with a focus on graphic statics, computational form finding and computational geometry.				
Lernziel	After successfully completing the course, the students will be able to:				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. design, form find and analyze compression-only shell structures using Thrust Network Analysis and RhinoVAULT 3 (RV3).</li> <li>2. develop their computational design and algorithmic thinking.</li> <li>3. code basic Python scripts using GoogleColab Notebooks and GhPython.</li> <li>4. use the COMPAS framework in Rhinoceros for processing computational geometry and materializing mesh data structures.</li> </ol> <p>The students will first learn about Thrust Network Analysis (TNA), a computational form-finding method for compression-only shell structures based on graphic statics. Using compas-RV3 (RhinoVAULT3), an interactive implementation of TNA for Rhinoceros software, the students will learn how to design and analyze funicular shell structures.</p> <p>After an introduction to the basics of Python programming, the students will learn how to use the COMPAS framework to delve into the mesh data structures that underlie computational shell structures.</p> <p>Finally, the students will develop different materialization strategies and test their designs under asymmetric point loads. This will enable them to evaluate the correctness of the forms initiating a cyclical design process between form finding and analysis.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The Computational Structural Design II course delves further into the subjects introduced in Computational Structural Design I. Although it is not obligatory to enroll in CSDI before joining CSDII, we strongly recommend following the courses in sequential order for a more comprehensive understanding.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
<b>063-0612-24L</b>	<b>Bauprozess III</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>ITA Pool Einführungsveranstaltung über die angebotenen Kurse:</i> <i>x.x24, 10-11 h, ONLINE Link folgt</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte Bauwerke, deren Entwicklung, Planung und Ausführung werden analysiert, rekonstruiert und diskutiert. Indem die einzelnen Aspekte des Bauprozesses über konkrete Projekte in Beziehung gesetzt werden, entsteht ein vertieftes Verständnis für deren Abhängigkeiten und Wechselwirkungen.				
Lernziel	Vertiefung der Themen des Bauprozesses mit einem Fokus auf deren Abhängigkeiten und Wechselwirkungen.				
Literatur	<a href="https://map.arch.ethz.ch">https://map.arch.ethz.ch</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Einführung am 25.02.22: Präsenzplicht! Eine aktive Teilnahme am Kurs wird erwartet.				
	ITA Pool Einführungsveranstaltung über die angebotenen Kurse: 9.2.2021, 10-11 Uhr, ONLINE <a href="https://ethz.zoom.us/j/61932735301">https://ethz.zoom.us/j/61932735301</a>				
<b>063-0640-24L</b>	<b>Advanced Computational Design</b> <i>ITA Pool information event on the offered courses:</i> <i>x.x.24, 10-11 am, ONLINE link will follow</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>B. Dillenburger</b>
Kurzbeschreibung	In this course we will discuss how strategies of Artificial Intelligence such as Machine Learning or Evolutionary Strategies can be used in the design process. Principal concepts of computational geometry for architecture will be connected with methods to automatically generate, evaluate and search for design solutions.				
Lernziel	Students will understand programming basics, and will learn how to control geometry using code. They will learn to translate a design concept into an algorithmic approach - or vice versa - and will obtain an awareness of potentials and limitations of AI in the design phase. Students will deepen their knowledge in customizing existing CAD software such as Rhino using scripting.				
Inhalt	In this course we will discuss how concepts of Artificial Intelligence can be used in the design process. In tutorials and exercises, we will explore the use strategies such as Machine Learning or Evolutionary Strategies to turn the computer from a drawing instrument into an active partner in design, extending both the imagination and the intuition of the designer.				
Voraussetzungen / Besonderes	Successful completion of the course "Structural Design VI" (063-0606-00L), "Design III" (052-0541/43/45) or "Das Digitale in der Architektur" (063-0610-00L) are recommended				
	ITA Pool information event on the offered courses: 9.2.22, 10-11h, ONLINE <a href="https://ethz.zoom.us/j/61932735301">https://ethz.zoom.us/j/61932735301</a>				
<b>063-0608-24L</b>	<b>Computational Methods of Energy- and Climate Design</b> <i>ITA Pool Introduction Event Wednesday xx.x,2024, 10-11 am (online).</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Schlüter, C. Waibel</b>
Kurzbeschreibung	The course 'Energy- and Climate Systems III' introduces computational design and analysis methods and tools for climate responsive architectural design. Exercises throughout the semester allow applying new concepts learnt in exemplary architectural design tasks.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• compare and assess passive and active design strategies for bioclimatic buildings</li> <li>• analyze environmental site characteristics for its climate and (solar) energy potentials</li> <li>• apply computational simulation tools to support performance-driven designs</li> <li>• translate design ideas into parametric models and into optimization problems</li> <li>• synthesize learnt content of the course in exemplary architectural design tasks, serving as a basis for the students' future design studios and projects</li> </ul>				

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concepts of climate responsive design</li> <li>2. Computational analysis methods <ul style="list-style-type: none"> <li>- Climate and site analysis</li> <li>- Daylight, airflow and energy simulations</li> <li>- Energy supply systems optimization models (energy hub)</li> </ul> </li> <li>3. Computational methods for performance driven design <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parametric design</li> <li>- Sensitivity and uncertainty analysis</li> <li>- Single and multi-objective optimization</li> </ul> </li> <li>4. Exercises and walkthroughs</li> <li>5. Invited expert speakers and panel discussion</li> </ol>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>ITA Pool - information event on the courses offered at the institute ITA: tbd Room: tbd. Zoom link: tbd</p> <p>Requirements MSc Architecture: - Successfully completed the online blended learning course 'Climate responsive architecture with Hive' beforehand (Requirement)</p> <p>Recommendation MSc MIBS / Engineering: - Successfully completed the online blended learning course 'Climate responsive architecture with Hive' beforehand</p> <p>All students need to be capable of working with 'Rhinceros 3D' &amp; 'Grashopper' on 'Windows' or willing to acquire the necessary skills before or during the course.</p>

<b>063-0670-00L</b>	<b>Coding Architecture II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Casas, F. Gramazio, J. Medina Ibañez</b>
Kurzbeschreibung	"Coding Architecture I-II" is a programming class for architects with particular focus on demystifying technology -both software & hardware- and exploring the programmability of our world through powerful methods of digital, computational, and algorithmic design. The spring semester is dedicated to programmability of the physical world, focusing on how to control machines, in particular, robots.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand concepts in programming and algorithmic thinking and their connection to machines.</li> <li>2. Understand and apply powerful methods of digital, computational and algorithmic design.</li> <li>3. Understand and apply simple ways to control machines.</li> <li>4. Apply algorithmic thinking to create architectural designs.</li> <li>5. Materialize ideas into the physical world.</li> </ol>				
Inhalt	<p>Lectures, tutorials and exercises will focus on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Advanced Python programming as a continuation of Coding Architecture I course.</li> <li>* Build up intermediate proficiency in programming using Python to control machines.</li> <li>* Programming using Python within the design environment.</li> <li>* Applications in architecture and digital fabrication.</li> <li>* Coding experience in Python IS required, either after having passed "Coding Architecture I" or demonstrable fluency in the language.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	It is required to have attended "Coding Architecture I" or have fluency in Python programming before attending this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ► Entwurf

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>"Entwurf" vom BSc-Studium (ab. 5. Semester) steht zur Wahl.</i>				
<b>052-1202-24L</b>	<b>Vorbereitungsemester freie Master-Arbeit FS24</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>16A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Vorbereitungs-Semester zu einer freien Master-Arbeit am Departement Architektur der ETH Zürich.				
Lernziel	Selbständige Erarbeitung eines Programms, nach dessen Vorgaben man im Folgesemester eine Freie Masterarbeit zu realisieren gedenkt.				
<b>063-0858-24L</b>	<b>Subject Semester FS24 (Fachsemester) in the Field of History and Theory of Urban Design (Avermaete)</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>29A</b>	<b>T. Avermaete</b>
	<i>Allocation only after consultation with the professor (meetings as required and after consultation with the chair).</i>				
	<i>Deadline for applications is Wednesday February 7, 8 p.m. You will receive a message about acceptance or rejection for the subject semester by Thursday, February 8, 2 p.m. at the latest. Students who have been rejected have the opportunity to choose a design class (enrollment ends on February 8, at 6 p.m.).</i>				
	<i>A student can only register once for a "Fachsemester" during the Master studies!</i>				
Kurzbeschreibung	This Research Studio focuses on the entanglements of the architectural and urban histories of Switzerland and the history of global colonialism. Through architecture-specific research methods, it investigates how centuries of colonialism have historically influenced the aesthetic, construction and craft cultures of Swiss cities, and explores ways to engage with these contested legacies today.				

Lernziel	<p>The Research Studio has two main objectives:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Archaeology of Swiss Coloniality.</li> </ol> <p>First, students will develop an 'archaeology' of the historical entanglements of Switzerland with global colonialism. In this part, the studio work is understood as an archaeological venture, digging up traces of the past. Students will systematically probe the built environment of Switzerland for traces and influences of global colonialism and its aftermath. The result will be a catalogue of colonial entanglements, illustrating how they are inscribed into architectural and urban figures and how they continue to impact the urban fabric of Switzerland.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Processing Swiss Coloniality.</li> </ol> <p>In a second step, students will attempt to 'process' the enduring impact of Swiss Coloniality. Based on the 'Archaeology,' students will explore the inherent logics of global colonialism in relation to Switzerland as it impacts the present. The central idea is to avoid considering the past as a closed chapter, but as an ongoing process and condition of coloniality that still structures our present and future, which needs acknowledgement and dialogue. Students will be asked, using the tools of the architect, to explore strategies to represent these entanglements and suggest openings for repair where needed.</p> <p>Based on these main objectives, this course will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- offer students an overview of the most important historical and contemporary contributions to debates on postcolonial and decolonial theory and the entanglement of Switzerland with global colonialism;</li> <li>- equip students to reflect critically upon the manifestations of Swiss Coloniality in the built environment with the help of both theoretical and historical perspectives;</li> <li>- make students aware that the production of the city is not a neutral given but is always shaped by cultural values, assumptions, and expectations, which impact the everyday environment and, as such, condition inhabitants and users;</li> <li>- help students to position themselves within current debates on cities, urban development, and urban life in relation to broader challenges such as sustainability and social inequality.</li> </ul>
Inhalt	<p>Swiss Coloniality</p> <p>Cities have never been isolated entities and have always existed by grace of the myriad connections with their hinterland. Throughout the past centuries, and especially since the 15th century onwards, these connections have become increasingly far-reaching across the globe, and the history of urban development in areas such as Europe has been intricately entwined with conditions and realities elsewhere. As such, urban history cannot be seen as entirely separate from global colonialism and its aftermath. While designing and constructing the architecture of the city, architects, urban designers, builders, and inhabitants also inevitably take part in the wider ecologies of material and immaterial flows that are shaped by and contribute to a global system of inequality. Not uncoincidentally, the metropole – a key term of colonial history – finds its roots in the political urban figure of the polis and identifies the center-periphery relationship between the 'motherland' and its hinterland. The metropole is the place from where power is exercised over foreign territories and the place that reaps the fruits of this exercising of power.</p> <p>While Switzerland never had colonies of its own, it was nevertheless in many ways involved in and contributed to the history of global colonialism: by taking part in the economy sustained by colonialism, by financing and securing slave trade, by contributing to race-based science practices, etc. So, despite being a country without colonies, what if we consider Switzerland and its position in the world from the perspective of the colonial metropole? What would be the specific architectural and urban dimension of this figure of Metropole Switzerland? In raising such questions, in this Research Studio, we aim to focus on the entanglements of the architectural and urban histories of Switzerland and the history of global colonialism.</p> <p>Starting to answer such questions requires a widened understanding of colonialism and its impact, which has been grasped with the notion of coloniality in recent debates. While colonialism refers to the historically specific phenomenon of one area of the world colonizing another, settling on foreign land, extracting its resources, and violently disciplining its inhabitants, the term coloniality refers to the more long-lasting processes and indirect effects that are the result of centuries of colonialism, and that mark a landscape of global inequality, even after the 'official' reign of colonialism has ended. In this sense, the disparity between the so-called 'Global North' and 'Global South', and the way in which a country such as Switzerland is still profiting from an advantageous position in this globally unequal world, can be considered the result of centuries of colonialism, and to be still part of a condition of coloniality. As this condition is a two-sided and mutually inflective phenomenon, to unravel the knot of Swiss coloniality, we not only aim to investigate how Switzerland was implicated in activities abroad but also, conversely, how these activities have impacted Switzerland. While in the fields of political, social and economic history, a revisionist effort is underway to reconsider/correct the image of Switzerland as a neutral country without colonies, in the field of architecture and urban history, however, we are yet to unravel the impact of this entanglement on the built environment, and, more widely, on the aesthetic, material and craft cultures of Swiss cities.</p>
Skript	<p>Methodology</p> <p>The overarching hypothesis of this Research Studio is that historical and theoretical research can profit profoundly from the use of the tools and knowledge of architects. On the one hand, the spatial, formal, material, and constructive knowledge gained throughout architectural studies will guide the historical research in the archives, in the library, and/or in the city itself and will allow students to articulate specifically architectural interpretations of the materials they find. On the other hand, the Studio explicitly asks students to employ specific architectural tools such as drawing, writing and model-making to explore the historical and theoretical realities that are being investigated. By actively reflecting on the composition of a varied set of analytical and interpretative drawings, texts, and models, students will probe the capacity of these media to act as tools for historical and theoretical research.</p> <p>Within the general theme of Swiss Coloniality, students will be guided to identify their own subtheme, which will require exploring their own specific research methodologies. These architecture-specific methodologies will be strategically chosen to discuss specific aspects of society: political, economic, social, cultural, or otherwise. Thus, conjoining these 'autonomous' and 'heteronomous' dimensions of architecture, a new understanding of the city and our built environment is developed that allows us to answer (some of) the research questions mentioned previously.</p> <p>Research process</p> <p>Students will be guided through three phases with different emphases: Definitions, Logics and Reinterpretations of Swiss Coloniality. The first phase, Definitions, is focused on developing an understanding of what the notion of Swiss Coloniality can entail and how it relates specifically to the production of the city. This phase will allow students to become familiar with the historical and current entanglements of Switzerland with global colonialism and, by closely examining its main actors, practices, and materials, will set the stage for students to develop their own, individual research project.</p> <p>The second phase, Logics, is about understanding and demonstrating the inner workings and mechanisms of Swiss Coloniality. Each of the students will focus on one specific case – a material, a site, an actor, a practice, etc. – and will examine it closely through targeted archival and library research, as well as through drawing, writing, and model-making.</p> <p>In the third phase, Reinterpretations, students will formulate and investigate a hypothesis regarding the entanglements of Switzerland with global colonialism. Based on this hypothesis, students will position themselves in relation to Swiss Coloniality, its history and its enduring impact. The position statement can take the form of a written text, architectural drawings and/or models and will be presented in the form of a student-curated studio exhibition and an online adaptation of it.</p>
Literatur	<p>Course syllabus and reader will be made available during the course's first week.</p>

Voraussetzungen / Besonderes	Students can register only once for a "Fachsemester" during the Master studies.				
	Enrollment will not take place through the D-ARCH website. To enroll for this Fachsemester please send an e-mail to sebastiaan.loosen@gta.arch.ethz.ch by Wednesday 7 February 2024, 8PM, with a short (< 200 words) motivation statement. You will receive a confirmation by Thursday 8 February 2024, 2PM. In case of over-applications, students who are not selected have the opportunity to choose a regular design studio through the D-ARCH website (enrollment ends on February 8, at 6 p.m.).				
	The Research Studio is self-dependent work and tutoring takes place on Tuesdays and Wednesdays.				
Kompetenzen	Further course information on <a href="https://avermaete.arch.ethz.ch/researchstudio">https://avermaete.arch.ethz.ch/researchstudio</a>				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>063-0854-24L</b>	<b>Who Does the Dishes? Subject Semester (Fachsemester) FS24 in the Field of History and Theory of Arch. ■</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>29A</b>	<b>P. Ursprung</b>
	<i>Allocation only after consultation with the professor (meetings as required and after consultation with the chair).</i>				
	<i>Deadline for applications is Wednesday February 7, 8 p.m. You will receive a message about acceptance or rejection for the subject semester by Thursday, February 8, 2 p.m. at the latest. Students who have been rejected have the opportunity to choose a design class (enrollment ends on February 8, at 6 p.m.).</i>				
	<i>A student can only register once for a "Fachsemester" during the Master studies!</i>				
Kurzbeschreibung	Who does the dishes? A seemingly simple question. Yet, upon closer inspection this query confronts us with a range of complex socio-political dilemmas. What do the dishes say about labour, and who is actually doing the work? Which work goes unnoticed, and why? Because everybody wants to live communally, but nobody wants to do the dishes.				
Lernziel	Our aim is to increase the knowledge and sensitivity of architecture students toward the history of art and architecture, to make their voices heard and to develop new teaching formats for the history and theory of architecture. Students will learn to take position in a field, they will practice argumentation and increase their writing skills.				
Inhalt	"THE TRUE PROBLEM of philosophy is who does the dishes  nothing otherworldly  God the truth the passage of time absolutely but first, who does the dishes"  —Nicanor Parra, Something Like That				
	Who does the dishes? A seemingly simple question. Yet, upon closer inspection this query confronts us with a range of complex socio-political dilemmas. What do the dishes say about labour, and who is actually doing the work? Which work goes unnoticed or perhaps underacknowledged, and why? Which hierarchies are implied? What is our relation to hygiene and cleanliness, and in which ways does this transfer to social relations? How can we imagine other forms of living and working together without losing sight of the materialist tasks at hand? Because everybody wants to live communally, but nobody wants to do the dishes.				
Literatur	Will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	A student can only register once for a "Fachsemester" during the Master studies!  Self dependent work. Within the frame of the semester topic, the choice of topic is free.  For further information, please see: <a href="https://ursprung.arch.ethz.ch/courses">https://ursprung.arch.ethz.ch/courses</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
			gefördert

---

**063-0856-24L**     **Subject Semester FS24 (Fachsemester) - What do Buildings Mean? (gta) ■**     **W**     **14 KP**     **29A**     **M. Delbeke**

*Allocation only after consultation with the professor (meetings as required and after consultation with the chair).*

*Deadline for applications is Wednesday February 7, 8 p.m. You will receive a message about acceptance or rejection for the subject semester by Thursday, February 8, 2 p.m. at the latest. Students who have been rejected have the opportunity to choose a design class (enrollment ends on February 8, at 6 p.m.).*

*A student can only register once for a "Fachsemester" during the Master studies!*

**Kurzbeschreibung**     A History Research Studio fostering in-depth research where each student will propose and then develop their own individual project.

**Lernziel**     The course will be organised in weekly meetings. We will begin with talks by researchers at Chair Delbeke, but we will mostly focus on discussing your findings and work, sharpening your tools of analysis and fostering the development of each project. Rather than individual 'desk crits', we will discuss each project collectively, in a round table, to enable mutual feedback and a more collective exchange of ideas. As each project develops, there will also be individual feedback sessions.

This Research Studio will teach you to be both historically and critically competent. By combining different historiographical approaches, you will develop the skills to articulate research questions, carry out appropriate primary and secondary study and you will be trained in academic research and writing.

**Inhalt**     Delbeke Fachsemester: What do buildings mean?

Meaning in architecture is often a more fraught question than in painting or literature. Architecture's non-figurative nature may not appear as easy to read as the iconography of a painting or the narrative of a novel, but buildings do mean things and this meaning is inflected through audience and time. At its creation, occupation, or even violent destruction, architecture can embody all sorts of specific identifiable meanings, for definable even antagonistic groups.

This Fachsemester is a place where you can pursue your own research interests. You come to us with a topic and we will help you develop it from initial idea, through focused research, ending with a carefully edited essay which you will deliver as a lecture at the end of the course. Weekly discussions will be focused on your research and how you can most quickly develop your own expertise. Complimentary talks will be given by members of Chair Delbeke where they will explain how they have conducted their own research from initial idea to published paper.

**Voraussetzungen / Besonderes**     A student can only register once for a "Fachsemester" during the Master studies!

Places for this "Fachsemester" are limited. If you are interested in taking part, please send us an email with an initial topic proposal to: [matthew.critchley@gta.arch.ethz.ch](mailto:matthew.critchley@gta.arch.ethz.ch)

If you already have a specific case study in mind, please describe what this is. If not, you can describe a general idea or area of interest and we will help you find a more specific object of study during the course.

Proposals are open but might include: decoding the iconography of a particular building, historically and ideologically placing the ideas of a particular architect, studying a performance and its architectural setting, explaining the significance of a building during a specific political event, or reconstructing how the ideas of a particular group or class shaped a particular building or architectural type.

Our sole stipulation is that most or at least part of your work will focus on the period before 1900.

Deadline for applications is Wednesday February 7, 8 p.m. You will receive a message about acceptance or rejection for the subject semester by Thursday, February 8, 2 p.m. at the latest. Students who have been rejected have the opportunity to choose a design class (enrollment ends on February 8, at 6 p.m.).

Feel free to get in touch with us over the break if you would like to discuss your proposal in advance.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Soziale Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft
Persönliche Kompetenzen			geprüft
			geprüft

► **Vertiefungsarbeiten**

## ►► Bereich Denkmalpflege und Bauforschung

Festlegen des Themas durch ProfessorInnen, in Absprache mit den Studierenden (Themenvorschlag/Inhalt eines Wahlfachs).

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
063-0952-24L	<b>Vertiefungsarbeit FS24 im Bereich Denkmalpflege und Bauforschung (IDB)</b>	W	6 KP	13A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Analyse eines historischen Einzelobjektes oder einer kleinen Gruppe zusammengehöriger Objekte mit den Methoden der historischen bauforschung. Einordnung in einen konstruktionsgeschichtlichen Kontext durch Archiv- und Literaturstudien.				
Lernziel	Vertiefte Kenntnisse der Methoden der Bauforschung und Konstruktionsgeschichte. Exemplarisch vertiefte Kenntnisse zu einer ausgewählten historischen Bau- und Konstruktionsart in ihren technischen, wirtschafts- und sozialgeschichtlichen und architektonischen Bezügen				
Inhalt	Es wird die vertiefte Analyse eines Einzelbauwerks oder einer genau definierten Gruppe historischer Bauten erwartet. Dazu ist eine Objektdokumentation zu erstellen (je nach Sachlage: Bauaufnahme, Befund- und Zustandskartierung, Objektdokumentation in Zeichnungen und aussagekräftigen Fotos; Raumbuch mit Objektbeschreibung). Das Objekt wird sodann in einen zeitlichen und inhaltlichen Kontext eingebettet, indem mit den Methoden der Konstruktionsgeschichte Vergleichsobjekte, zeitgenössische Theorien und zeitgenössische Praxis ermittelt werden.				

## ►► Bereich Entwurf und Architektur

Festlegen des Themas durch ProfessorInnen, in Absprache mit den Studierenden (Themenvorschlag/Inhalt eines Wahlfachs).

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
063-0552-24L	<b>Vertiefungsarbeit FS24 im Bereich Entwurf und Architektur (IEA)</b> <i>Für die Betreuung im Fach "Modell und Gestaltung" ist der/die jeweilige Studiendirektor/Studiendirektorin zu wählen.</i>	W	6 KP	13A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Vertiefungsarbeit des Instituts IEA, dessen Inhalt sich auch auf ein Wahlfach beziehen kann. Das Thema wird in Absprache mit dem gewählten Professor/Professorin festgelegt.				
Lernziel	Es entsteht entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschließender mündlicher Prüfung oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit - einschliesslich Beschrieb - mit anschließender mündlicher Prüfung.				
Inhalt	<p>Bei mind. einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschließender mündlicher Prüfung erfolgen. Die schriftliche Arbeit muss in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen.</p> <p>Eine gestalterische Arbeit umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, Methodik und zum möglichem Erkenntnisgewinn der Arbeit.</p> <p>Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit.</p> <p>Vertiefungsarbeiten werden in den jeweiligen Fachgebieten der Institute ausgeführt. Die Professoren und Professorinnen legen die Themen in Absprache mit den Studierenden fest. Der Inhalt der Vertiefungsarbeit kann sich auch auf den Inhalt eines Wahlfachs beziehen.</p> <p>Die Leistungskontrolle umfasst entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschließender mündlicher Prüfung, oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit, einschliesslich Beschrieb, mit anschließender mündlicher Prüfung. Mindestens bei einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschließender mündlicher Prüfung (Reglement Abs.2 Bst.a) erfolgen. Dabei muss die schriftliche Arbeit in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen. Sie umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, zur Methodik und zum möglichen Erkenntnisgewinn der Arbeit.</p> <p>Die Studierenden legen die mündliche Prüfung beim Professor/bei der Professorin ab, mit dem/der sie das Thema der Vertiefungsarbeit abgesprochen haben.</p> <p>Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit. Vorbehalten bleibt Abs. 7.</p> <p>Die mündliche Prüfung kann nur abgelegt werden, wenn die schriftliche Arbeit bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit genügend ist.</p> <p>Eine Vertiefungsarbeit ist bestanden, wenn die Gesamtnote nach mindestens 4 beträgt. Sie gilt als nicht bestanden, wenn die Gesamtnote unter 4 liegt; wenn die schriftliche bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit ungenügend ist und deshalb die mündliche Prüfung nicht abgelegt werden kann; in einem solchen Fall wird das Nichtbestehen mit dem Begriff „Abbruch“ vermerkt.</p> <p>Eine nicht bestandene Vertiefungsarbeit kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen KP muss eine weitere Vertiefungsarbeit ausgeführt werden und die Leistung mit einer Gesamtnote von mindestens 4 bewertet sein. Die Anzahl Versuche ist beschränkt (s. Reglement).</p> <p>Wird mehr als eine Lerneinheit „Vertiefungsarbeit“ nicht bestanden, so gilt der Studiengang als endgültig nicht bestanden, was zum Ausschluss aus dem Studiengang führt.</p> <p>Die gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Vertiefungsarbeiten werden öffentlich ausgestellt. Rein schriftliche Vertiefungsarbeiten werden öffentlich zugänglich gemacht.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vertiefungsarbeit kann zu einem vorgegebenen oder selbst gewählten Thema der Architektur ausgeführt werden. Werden mehrere Arbeiten ausgeführt, so sind sie aus den Fachbereichen von mindestens zwei verschiedenen Instituten des D-ARCH zu wählen. Die Einzelheiten sind in Art 34 geregelt.				

## ►► Bereich Geschichte und Theorie der Architektur

Festlegen des Themas durch ProfessorInnen, in Absprache mit den Studierenden (Themenvorschlag/Inhalt eines Wahlfachs).



Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>063-0852-24L</b>	<b>Vertiefungsarbeit FS24 im Bereich Geschichte und Theorie der Architektur (GTA)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Vertiefungsarbeit des Instituts gta, dessen Inhalt sich auch auf ein Wahlfach beziehen kann. Das Thema wird in Absprache mit dem gewählten Professor/Professorin festgelegt.				
Lernziel	Es entsteht entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit - einschliesslich Beschrieb - mit anschliessender mündlicher Prüfung.				
Inhalt	Bei mind. einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung erfolgen. Die schriftliche Arbeit muss in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen.				
	Eine gestalterische Arbeit umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, Methodik und zum möglichem Erkenntnisgewinn der Arbeit.				
	Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit.				
	Vertiefungsarbeiten werden in den jeweiligen Fachgebieten der Institute ausgeführt. Die Professoren und Professorinnen legen die Themen in Absprache mit den Studierenden fest. Der Inhalt der Vertiefungsarbeit kann sich auch auf den Inhalt eines Wahlfachs beziehen.				
	Die Leistungskontrolle umfasst entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung, oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit, einschliesslich Beschrieb, mit anschliessender mündlicher Prüfung. Mindestens bei einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung (Reglement Abs.2 Bst.a) erfolgen. Dabei muss die schriftliche Arbeit in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen. Sie umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, zur Methodik und zum möglichen Erkenntnisgewinn der Arbeit.				
	Die Studierenden legen die mündliche Prüfung beim Professor/bei der Professorin ab, mit dem/der sie das Thema der Vertiefungsarbeit abgesprochen haben.				
	Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit. Vorbehalten bleibt Abs. 7.				
	Die mündliche Prüfung kann nur abgelegt werden, wenn die schriftliche Arbeit bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit genügend ist.				
	Eine Vertiefungsarbeit ist bestanden, wenn die Gesamtnote nach mindestens 4 beträgt. Sie gilt als nicht bestanden, wenn die Gesamtnote unter 4 liegt; wenn die schriftliche bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit ungenügend ist und deshalb die mündliche Prüfung nicht abgelegt werden kann; in einem solchen Fall wird das Nichtbestehen mit dem Begriff „Abbruch“ vermerkt.				
	Eine nicht bestandene Vertiefungsarbeit kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen KP muss eine weitere Vertiefungsarbeit ausgeführt werden und die Leistung mit einer Gesamtnote von mindestens 4 bewertet sein. Die Anzahl Versuche ist beschränkt (s. Reglement).				
Wird mehr als eine Lerneinheit „Vertiefungsarbeit“ nicht bestanden, so gilt der Studiengang als endgültig nicht bestanden, was zum Ausschluss aus dem Studiengang führt.					
Die gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Vertiefungsarbeiten werden öffentlich ausgestellt. Rein schriftliche Vertiefungsarbeiten werden öffentlich zugänglich gemacht.					
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vertiefungsarbeit kann zu einem vorgegebenen oder selbst gewählten Thema der Architektur ausgeführt werden. Werden mehrere Arbeiten ausgeführt, so sind sie aus den Fachbereichen von mindestens zwei verschiedenen Instituten des D-ARCH zu wählen. Die Einzelheiten sind in Art 34 geregelt.				

## ►► Bereich Landschaftsarchitektur und Urbane Studien

*Festlegen des Themas durch ProfessorInnen, in Absprache mit den Studierenden (Themenvorschlag/Inhalt eines Wahlfachs).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>063-0752-24L</b>	<b>Vertiefungsarbeit FS24 im Bereich Landschaft und Urbane Studien (LUS)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Vertiefungsarbeit des Instituts LUS, dessen Inhalt sich auch auf ein Wahlfach beziehen kann. Das Thema wird in Absprache mit dem gewählten Professor/Professorin festgelegt.				
Lernziel	Es entsteht entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit - einschliesslich Beschrieb - mit anschliessender mündlicher Prüfung.				
Inhalt	Bei mind. einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung erfolgen. Die schriftliche Arbeit muss in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen.				
	Eine gestalterische Arbeit umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, Methodik und zum möglichem Erkenntnisgewinn der Arbeit.				
	Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit.				

Inhalt	<p>Vertiefungsarbeiten werden in den jeweiligen Fachgebieten der Institute ausgeführt. Die Professoren und Professorinnen legen die Themen in Absprache mit den Studierenden fest. Der Inhalt der Vertiefungsarbeit kann sich auch auf den Inhalt eines Wahlfachs beziehen.</p> <p>Die Leistungskontrolle umfasst entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung, oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit, einschliesslich Beschrieb, mit anschliessender mündlicher Prüfung. Mindestens bei einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung (Reglement Abs.2 Bst.a) erfolgen. Dabei muss die schriftliche Arbeit in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen. Sie umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, zur Methodik und zum möglichen Erkenntnisgewinn der Arbeit.</p> <p>Die Studierenden legen die mündliche Prüfung beim Professor/bei der Professorin ab, mit dem/der sie das Thema der Vertiefungsarbeit abgesprochen haben.</p> <p>Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit. Vorbehalten bleibt Abs. 7.</p> <p>Die mündliche Prüfung kann nur abgelegt werden, wenn die schriftliche Arbeit bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit genügend ist.</p> <p>Eine Vertiefungsarbeit ist bestanden, wenn die Gesamtnote nach mindestens 4 beträgt. Sie gilt als nicht bestanden, wenn die Gesamtnote unter 4 liegt; wenn die schriftliche bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit ungenügend ist und deshalb die mündliche Prüfung nicht abgelegt werden kann; in einem solchen Fall wird das Nichtbestehen mit dem Begriff „Abbruch“ vermerkt.</p> <p>Eine nicht bestandene Vertiefungsarbeit kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen KP muss eine weitere Vertiefungsarbeit ausgeführt werden und die Leistung mit einer Gesamtnote von mindestens 4 bewertet sein. Die Anzahl Versuche ist beschränkt (s. Reglement).</p> <p>Wird mehr als eine Lerneinheit „Vertiefungsarbeit“ nicht bestanden, so gilt der Studiengang als endgültig nicht bestanden, was zum Ausschluss aus dem Studiengang führt.</p> <p>Die gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Vertiefungsarbeiten werden öffentlich ausgestellt. Rein schriftliche Vertiefungsarbeiten werden öffentlich zugänglich gemacht.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Die Vertiefungsarbeit kann zu einem vorgegebenen oder selbst gewählten Thema der Architektur ausgeführt werden. Werden mehrere Arbeiten ausgeführt, so sind sie aus den Fachbereichen von mindestens zwei verschiedenen Instituten des D-ARCH zu wählen. Die Einzelheiten sind in Art 34 geregelt.</p>

## ►► Bereich Technologie in der Architektur

*Festlegen des Themas durch ProfessorInnen, in Absprache mit den Studierenden (Themenvorschlag/Inhalt eines Wahlfachs).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
063-0652-24L	<b>Vertiefungsarbeit FS24 im Bereich Technologie in der Architektur (ITA)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Vertiefungsarbeit des Instituts ITA, dessen Inhalt sich auch auf ein Wahlfach beziehen kann. Das Thema wird in Absprache mit dem gewählten Professor/Professorin festgelegt.				
Lernziel	<p>Es entsteht entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit - einschliesslich Beschrieb - mit anschliessender mündlicher Prüfung.</p> <p>Bei mind. einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung erfolgen. Die schriftliche Arbeit muss in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen.</p> <p>Eine gestalterische Arbeit umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, Methodik und zum möglichem Erkenntnisgewinn der Arbeit.</p> <p>Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit.</p>				

Inhalt Vertiefungsarbeiten werden in den jeweiligen Fachgebieten der Institute ausgeführt. Die Professoren und Professorinnen legen die Themen in Absprache mit den Studierenden fest. Der Inhalt der Vertiefungsarbeit kann sich auch auf den Inhalt eines Wahlfachs beziehen.

Die Leistungskontrolle umfasst entweder eine rein schriftliche Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung, oder eine gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit, einschliesslich Beschrieb, mit anschliessender mündlicher Prüfung. Mindestens bei einer Vertiefungsarbeit muss die Leistungskontrolle in Form einer rein schriftlichen Arbeit mit anschliessender mündlicher Prüfung (Reglement Abs.2 Bst.a) erfolgen. Dabei muss die schriftliche Arbeit in formaler Hinsicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Arbeit erfüllen. Sie umfasst neben dem gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Teil einen schriftlichen Beschrieb zur Fragestellung, zur Methodik und zum möglichen Erkenntnisgewinn der Arbeit.

Die Studierenden legen die mündliche Prüfung beim Professor/bei der Professorin ab, mit dem/der sie das Thema der Vertiefungsarbeit abgesprochen haben.

Die schriftliche bzw. gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit und die mündliche Prüfung werden je einzeln bewertet. Diese beiden Bewertungen werden miteinander verrechnet und ergeben die Gesamtnote für die Vertiefungsarbeit. Vorbehalten bleibt Abs. 7.

Die mündliche Prüfung kann nur abgelegt werden, wenn die schriftliche Arbeit bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit genügend ist.

Eine Vertiefungsarbeit ist bestanden, wenn die Gesamtnote nach mindestens 4 beträgt.

Sie gilt als nicht bestanden, wenn die Gesamtnote unter 4 liegt; wenn die schriftliche bzw. die gestalterische, handwerkliche oder zeichnerische Arbeit ungenügend ist und deshalb die mündliche Prüfung nicht abgelegt werden kann; in einem solchen Fall wird das Nichtbestehen mit dem Begriff „Abbruch“ vermerkt.

Eine nicht bestandene Vertiefungsarbeit kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen KP muss eine weitere Vertiefungsarbeit ausgeführt werden und die Leistung mit einer Gesamtnote von mindestens 4 bewertet sein. Die Anzahl Versuche ist beschränkt (s. Reglement).

Wird mehr als eine Lerneinheit „Vertiefungsarbeit“ nicht bestanden, so gilt der Studiengang als endgültig nicht bestanden, was zum Ausschluss aus dem Studiengang führt.

Die gestalterischen, handwerklichen oder zeichnerischen Vertiefungsarbeiten werden öffentlich ausgestellt. Rein schriftliche Vertiefungsarbeiten werden öffentlich zugänglich gemacht.

Voraussetzungen / Besonderes Die Vertiefungsarbeit kann zu einem vorgegebenen oder selbst gewählten Thema der Architektur ausgeführt werden. Werden mehrere Arbeiten ausgeführt, so sind sie aus den Fachbereichen von mindestens zwei verschiedenen Instituten des D-ARCH zu wählen. Die Einzelheiten sind in Art 34 geregelt.

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
063-0141-00L	<b>Master-Arbeit</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	O	30 KP	40D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<p><i>Letzter Abmeldetermin für die Master-Arbeit ist 3.4.2024, 12:00 Uhr.</i> <i>Das Löschen einer Belegung nach diesem Datum ist nicht zulässig.</i></p> <p>Die Master-Arbeit steht unter der Leitung eines/einer EntwurfsprofessorIn D-ARCH. Die Studierenden können eines der vom D-ARCH gestellten Themen wählen oder – nach Genehmigung durch den Leiter/die Leiterin der Arbeit – ein freies, selbstgewähltes Thema bearbeiten. Weitere Einzelheiten sind in Art. 31-38 geregelt.</p>				
Lernziel	Selbständige Arbeit (Erstellen von Modell und Plänen) nach einer aus drei möglichen Aufgabenstellungen selbst gewählten Problemstellung. Ziel ist die Erlangung des Titels "Master of Science ETH in Architektur".				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</p> <p>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</p> <p>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Studiengang vollständig erfüllt hat;</p> <p>c. im Master-Studium bis auf die Master-Arbeit alle erforderlichen Leistungen für den Erwerb des Master-Diploms nach Massgabe von Art. 39 erbracht hat.</p>				

## ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>siehe "Wahlfächer" im Architektur BSc</i>				
052-0644-24L	<b>Summer School: Dense and Green Cities: Exploring New Models of Integrated Urban Development</b>	W	3 KP	6G	S. Menz, Y. Jiang
Kurzbeschreibung	<p>Interdisciplinary Urban Transformation in Altstetten, Zurich</p> <p>The summer school is based on the research work of the module Dense and Green Cities: Emerging Models of Integrated Urban Development module of the Future Cities Laboratory (FCL) Global. It introduces interdisciplinary approaches to studying urban transformation strategies for sustainability through a real case of Altstetten Zurich.</p>				
Lernziel	<p>The summer school is open to bachelor's, master's and doctoral students as well as researchers with a background in architecture, urban design, urban planning, and landscape design in ETH Zurich, FCL Global and the partner institutions of FCL Global. It includes lectures and thematic input talks based on the research of Dense and Green Cities, training on ArcGIS Urban tools and seminars with collaborating stakeholders in Singapore and Zurich. The summer school uses Altstetten as a case to study for urban transformation scenarios.</p> <p>We expect students to achieve the following objectives at the end of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtain interdisciplinary knowledge regarding sustainable integrated urban development and transformation in terms of urban planning and design, architecture, as well as social, environmental, and economic performance, and governance.</li> <li>• Use ArcGIS Urban as a web-based tool to visualise urban planning and design in 2- and 3D and analyse results.</li> <li>• Provide real-world scenarios and solutions for Altstetten, Zurich.</li> <li>• Collaborate effectively with stakeholders from many disciplines.</li> </ul>				

Inhalt	Urban development is a complex process, with city elements being interdependent and interrelated. To address this complexity, multiple disciplines must collaborate and cooperate with one another. Based on these insights, this two-week summer school was initiated.		
	The contents of this summer school are based on the work of the Dense and Green Cities of FCL Global. To emphasise individual knowledge and the balance of all given urban perspectives, the summer school intends to use a fresh approach to studying and experiencing urban planning and design complexity. Instead of consulting several experts, every participating student will be asked to act as “experts” from different perspectives. They will use the research findings given in the Input Talks to evaluate and optimise their planning ideas. In this way, information and knowledge of urban studies will not be provided in parallel positions supplementing each other but overlay each other to generate conflicts and highlight critical issues in urban planning ideas. The summer school program will also highlight the significance of some soft factors in urban development, such as social cohesion, community integration and interdependence of neighbourhood or district development. Students will be requested to cooperate and collaborate with their neighbouring groups to balance the distribution of residential, commercial and infrastructure development while realising their urban densification goals.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>052-0810-24L</b>	<b>Vernacular: Architecture's Persistent Other</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Magouliotis, M. Delbeke</b>	
Kurzbeschreibung	The term “vernacular architecture” is a recent invention, but the idea is as old as architecture itself: From the moment someone defined and legislated what is the art of building and who is allowed to practice it, an “other” and an “outside” was born. This course will trace the different definitions of this other and their implications, from contemporary architecture back to the middle ages.					
Lernziel	- Historicization and relativization of the concept of “vernacular architecture” and its various synonyms (“anonymous”, “primitive”, “traditional”, “informal”, “rustic”, etc).					
	- Critical understanding of different definitions of architecture and their ideological predicaments and implications.					
	- Analysis of rhetorical strategies in primary textual sources and of iconographic motifs in a variety of images and representations.					
Inhalt	The term “vernacular architecture” is a recent invention, but the idea is as old as architecture itself: From the moment someone tried to define and legislate what is the art of building and who is allowed to practice it, an “other” and “outside” was born. Or at least it began to be noticed and retroactively defined. Going backwards in time, the course will examine a variety of case-studies: Contemporary projects inspired by pre-modern vernaculars, 20th-century manifestos in defense of “informal” settlements and “primitive” dwellings, 19th-century stagings of nationalized and exoticized folklore, 18th-century “cottages ornés” and “fêtes pastorales”, 17th-century Dutch paintings of rowdy peasants, early-modern descriptions of primitive huts, and medieval tapestries of “Wild people [Wildleute]” and their adobes. Through this selective series of episodes, the course will trace the different (counter-)definitions the vernacular as the ever-present other of official, urban, academically informed, technologically advanced and designed architecture. The course will take place as a series of lectures (by the tutor and possible guests), followed by group conversation on assigned materials. There will be a short written assignment to be handed in at the end of term.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert	
		Verhandlung			gefördert	
	Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
			Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	

<b>052-0556-24L</b>	<b>Analoge Fotografie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Barba</b>
Kurzbeschreibung	Praxisorientiertes Seminar zum Thema der analogen & künstlerischen Fotografie				
Lernziel	Unter der Anleitung von Nicolas Rolle, dient das Seminar der Heranführung an das analoge Experiment im Schaffungsprozess künstlerischer Praxis. Durch das Analysieren der Motive und Denkweisen künstlerisch tätiger Fotograf*innen soll ein grundlegender Umgang mit dem Medium Fotografie erarbeitet und das praktische Arbeiten in der Dunkelkammer durch theoretische Fragestellungen an das Medium erweitert werden.				
Inhalt	Theoretische wie praktische Einführungen bilden den Kern der gezielten Auseinandersetzung mit dem fotografischen Apparat. Die Studierenden sind aufgefordert, eigene Erfahrungen in analogen Experimenten zu sammeln und mit der Kamera den Stadtraum und ihre Umgebung zu erforschen. Mit einer über das Semester entwickelten künstlerischen Arbeit, soll so der erweiterte Begriff von Fotografie geschärft und zu einem individuellen Ausdruck gebracht werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Bewilligung der Dozierenden für alle Studierenden notwendig. Wir erbitten ein Motivationsschreiben (max. 300 Wörter) an rolle@arch.ethz.ch bis zum 19.2.2024. Teilnehmerzahl begrenzt auf 20 Personen. Der Kurs wird im Frühjahrssemester 2024 auf Deutsch abgehalten.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

<b>101-0531-00L</b>	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b>	<b>8 KP</b>	<b>7.5P</b>	<b>C. De Wolf</b>
	<p><i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Enroll before 09.02.2024</i></li> <li><i>2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024</i></li> <li><i>3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents</i></li> </ol> <p><i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i></p>			
Kurzbeschreibung	<p>The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.</p>			
Lernziel	<p>By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures.</li> <li>2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.)</li> <li>3. Communicate the importance and urgency of circular construction.</li> <li>4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).</li> </ol>			
Inhalt	<p>Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own.</li> <li>• They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design &amp; construction, and filmmaking is expected from the students.</li> <li>• They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.</li> </ul>			
Skript	<p>Language: English  Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.</p>			
Literatur	<p>Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348  De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link  Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9.  Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Interest in Digitalisation and Construction.  Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <p>The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place.  All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024.</li> <li>2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.</li> </ol> <p>Collaborators:  Wick upcycling GmbH  baubüro insitu ag</p>			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
				Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Kundenorientierung	geprüft				
Menschenführung und Verantwortung	geprüft				
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft				
Sensibilität für Vielfalt	geprüft				
Verhandlung	geprüft				
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>052-0510-24L</b>	<b>Summer School: Piranesi_Prix de Rome 2024</b> <i>The maximum number of participants is 10, with preference given to Master Students and secondly to Bachelor students after their fourth semester. After March 3, 2024, registration possible until May 21, 2024 only per mail to: puglisi@arch.ethz.ch</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	A. Deplazes, externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The Piranesi Prix de Rome is organized as a university competition (launched in 2003 and today at the XXI edition), and is open to students from the architectural schools around the world joining Villa Adriana to wait for a two-week workshop.				
Lernziel	The aim of the Piranesi Prix de Rome is to train specific design skills relating to architecture for archeology and to the valorisation of archaeological contexts. Working in the complex area of Villa Adriana in Tivoli not only helps to generate awareness towards the project on a ruin, but offers the opportunity to deal with places of the past with great architectural value.				
Inhalt	The Workshop is held in the extraordinary context of the monumental residence commissioned by Emperor Adriano and built between 117 and 138 AD, close to the city of Tivoli. Villa Adriana therefore takes on the role of a large and prestigious training ground for the experimentation of the project, and for the definition of a sustainable and transmissible strategy for comparison with the "high risk" archaeological areas.  Italian and foreign universities will participate in the XXI Edition of the Prize which intends to be first and foremost a place and opportunity for a cultural comparison on an international basis.  The project focuses on the relationship between two of the main elements that constitute the image of Villa Adriana, Architecture and Water. The students will be invited to design a "water architecture", that could be exhibition or spa pavilions or the arrangement and museumization of parts of the Villa and its direct surroundings aimed at generating the spectacle of water captured by architecture and archaeology. Excursions to Rome and in Tivoli to Villa d'Este and Villa Gregoriana are part of the workshop.				
Voraussetzungen / Besonderes	The contribution fee for the Seminar is Euro 320.00. The workshop link is <a href="http://www.premiopiranesi.net">www.premiopiranesi.net</a>				
<b>052-0578-24L</b>	<b>Understanding Light</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Barba, P. Anantha Murthy</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs erforscht Licht aus der Perspektive von Physik und Kunst und eröffnet neue Dimensionen für interdisziplinäre Kooperationen, indem es Fragen zu Ursprung und Natur des Lichts behandelt: Wie bewegt es sich durch Raum und Zeit? Wie kann es im künstlerischen Sinne produktiv gemacht werden? Was können künstlerische Methoden dazu beitragen, mit Licht zu experimentieren und darüber nachzudenken?				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen der Eigenschaften von Licht: Intensität, Phasen, Farben und Wechselwirkungen mit Materien</li> <li>- Erforschung optischer Effekte: Reflexion, Brechung, Dispersion</li> <li>- Planung und Durchführung eines Kunstprojekts auf der Grundlage von Forschungsergebnissen aus anderen Wissenschaften</li> <li>- Förderung des konzeptionellen und interdisziplinären Denkens in ungewöhnlichen Konstellationen</li> <li>- Erlernen des Umgangs mit unvorhergesehenen Ergebnissen und des Produktivmachens zufälliger Ereignisse für die erfolgreiche Durchführung eines Projekts</li> <li>- Förderung von Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten</li> </ul>				
Inhalt	In diesem Kurs schaffen wir einen performativen Rahmen für Experimente und Erkundungen.  In Verbindung mit wöchentlichen Projekten im Departement Physik werden die Studierenden in Konzepte zu Ursprung von Licht und Farbe eingeführt sowie mit Interpretationen der uns umgebenden optischen Welt vertraut gemacht. Wir lernen verstehen, was die Effekte unserer täglichen Wahrnehmung hervorruft – von Schmetterlingsflügeln und Herbstfarben bis zum Aussehen von Gebäuden und Städten. Wir werden praktische Experimente mit grundlegenden optischen Komponenten, wie Linsen, Spiegeln und Prismen, durchführen und verstehen lernen, wie diese zur Generierung von Bildern zum Einsatz kommen können. Beiträge von Gastdozent*innen (z. B. zu den Themen Licht in der Fotografie, Anthropologie oder Stadtlandschaften) sind geplant. Die teilnehmenden Studierenden werden gebeten, verwandte Themen zu präsentieren.  Am Ende des Semesters werden künstlerische Experimente präsentiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ► Seminarwochen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
052-1204-24L	<b>Seminarwoche Frühjahrssemester 2024 ■</b> <i>Vorherige interne Einschreibung vom 5.2-9.2.2024 nötig. Weitere Infos s. Kursbeschreibung.</i>	W	2 KP	3A	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Mit verschiedenen Lehrinhalten, obligatorisch für Studierende aller Semester. Programme werden jeweils am ersten Semestertag publiziert.				
Lernziel	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, eng umschriebene Sachfragen in kleinen Unterrichtsgruppen und in direktem Kontakt mit den Dozierenden an spezifischen Orten zu diskutieren.				
Inhalt	Mit verschiedenen Lehrinhalten, obligatorisch für Studierende aller Semester. Programme werden jeweils am ersten Semestertag publiziert.				

## ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ARCH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
052-1100-AAL	<b>Entwurf V-IX (Teil 1)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	14 KP	16U	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Lernziel	<i>Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>)</i>				
Inhalt	Auflagen-Lerneinheiten.				
052-1101-AAL	<b>Entwurf V-IX (Teil 2)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	14 KP	16U	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Lernziel	<i>Die Belegung unter <a href="http://www.mystudies.ethz.ch">www.mystudies.ethz.ch</a> ist erst nach der Zuteilung der Entwurfsklasse am Schluss der internen Einschreibung am D-ARCH möglich (s. <a href="http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php">http://www.einschreibung.arch.ethz.ch/design.php</a>)</i>				
Inhalt	Auflagen-Lerneinheiten.				

## Architektur Master - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Atmospheric and Climate Science Master

## ► Module

### ►► Wettersysteme und atmosphärische Dynamik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1224-00L</b>	<b>Mesoscale Atmospheric Systems - Observation and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Wernli, U. Germann, S. Schemm</b>
Kurzbeschreibung	Mesoscale meteorology focusing on processes relevant for the evolution of precipitation systems. Discussion of empirical and mathematical-physical models for, e.g., fronts and convective storms. Consideration of oceanic evaporation, transport and the associated physics of stable water isotopes. Introduction to weather radar being the widespread instrument for observing mesoscale precipitation.				
Lernziel	Basic concepts of observational and theoretical mesoscale meteorology, including precipitation measurements and radar. Knowledge about the interpretation of radar images. Understanding of processes leading to the formation of fronts and convective storms, and basic knowledge on ocean evaporation and the physics of stable water isotopes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>701-1226-00L</b>	<b>Inter-Annual Phenomena and Their Prediction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Appenzeller</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an overview of the current ability to understand and predict intra-seasonal and inter-annual weather and climate variability in the tropical and extra-tropical region and provides insights on how operational weather and climate services are organized.				
Lernziel	Students will acquire an understanding of the key atmosphere and ocean processes involved, will gain experience in analyzing and predicting weekly to inter-annual variability and learn how operational weather and climate services are organized and how scientific developments can improve these services.				
Inhalt	The course covers the following topics:				
	Part 1:				
	- Introduction, some basic concepts and examples of sub-seasonal and inter-annual variability				
	- Weather and climate data and the statistical concepts used for analysing weather and climate variability (e.g. correlation analysis, teleconnection maps, EOF analysis)				
	Part 2:				
	- Inter-annual variability in the tropical region (e.g. ENSO, MJO)				
	- Inter-annual variability in the extra-tropical region (e.g. Blocking systems, NAO, PNA, regimes)				
	Part 3:				
	- Prediction of sub-seasonal and inter-annual variability (statistical methods, probabilistic ensemble prediction systems, weekly, monthly and seasonal forecasts, seamless forecasts)				
	- Verification and interpretation of probabilistic forecast systems				
	- Climate change and inter-annual variability				
	Part 4:				
	- Scientific challenges for operational weather and climate services				
	- A visit to the forecasting centre of MeteoSwiss				
Skript	A pdf version of the slides will be available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html</a>				
Literatur	References are given during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Permission from lecturers required for students with limited background in atmosphere and climate				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	



## ►► Klimaprozesse und -wechselwirkungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				
Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.				
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	As announced in the course				
<b>701-1228-00L</b>	<b>Cloud Dynamics: Hurricanes</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>U. Lohmann</b>
Kurzbeschreibung	Hurricanes are among the most destructive elements in the atmosphere. This lecture will discuss the physical requirements for their formation, life cycle, damage potential and their relationship to global warming. It also distinguishes hurricanes from thunderstorms and tornadoes.				
Lernziel	At the end of this course students will be able to distinguish the formation and life cycle mechanisms of tropical cyclones from those of extratropical thunderstorms/cyclones, project how tropical cyclones change in a warmer climate based on their physics and evaluate different tropical cyclone modification ideas.				
Inhalt	see course outline at: <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306</a>				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	A literature list can be found on moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one introductory lecture in Atmospheric Science or Instructor's consent. This lecture will build on some concepts of atmospheric dynamics and their governing equations. Thus, mathematical knowledge will be needed to use the equations to understand the material of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				
Inhalt	The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society. The course provides an introduction to the following themes: 1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events 2) methods to optimize and constrain model parameters using observations 3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer) 4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				

Voraussetzungen / Besonderes Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.

Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**701-1235-00L Cloud Microphysics W 4 KP 2V+1U U. Lohmann, J. Chen, C. Marcolli**  
*The lecture takes place if a minimum of 7 students register for it.*

*Priority is given to PhD students majoring in Atmospheric and Climate Sciences, and remaining open spaces will be offered to the following groups:*  
 - MSc in Atmospheric and Climate Science  
 - MSc in Environmental Sciences  
 - Fachstudent, University of Bern / MSc in Climate Sciences, University of Bern  
 - Mobility-Students: Earth and Climate Sciences  
 - Mobility-Students: Environmental Sciences

*All participants will be on the waiting list at first. All students will be informed at the beginning of March, if they can participate in the lecture.*

Kurzbeschreibung	Clouds are a fascinating atmospheric phenomenon central to the hydrological cycle and the Earth's climate. Interactions between cloud particles can result in precipitation, glaciation or evaporation of the cloud depending on its microstructure and microphysical processes.		
Lernziel	The learning objective of this course is that students understand the formation of clouds and precipitation and can apply learned principles to interpret atmospheric observations of clouds and precipitation.		
Inhalt	see: <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307</a>		
Skript	This course will be designed as a reading course in 1-2 small groups of 10 students maximum. It will be based on the textbook below. The students are expected to read chapters of this textbook prior to the class so that open issues, fascinating and/or difficult aspects can be discussed in depth.		
Literatur	Lamb and Verlinde: PHYSICS AND CHEMISTRY OF CLOUDS, Cambridge University Press, 2011		
Voraussetzungen / Besonderes	Target group: Doctoral and Master students in Atmosphere and Climate		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert

## ►► Atmosphärische Zusammensetzung und Kreisläufe

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1234-00L</b>	<b>Tropospheric Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. W. Brunner, I. El Haddad</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of tropospheric chemistry addressing issues from global to urban scale. It provides a basic understanding of processes and discusses recent laboratory studies, field and satellite measurements, and numerical modelling. The topics include photochemistry and aerosols, emissions and deposition, and fundamentals of the atmospheric nitrogen, sulfur and methane cycles.				
Lernziel	Based on the presented material the students are expected to understand the most relevant processes responsible for the anthropogenic disturbances of tropospheric chemical composition. The competence of synthesis of knowledge will be improved by paper reading and student's presentations. These presentations relate to a particular actual problem selected by the candidates.				
Inhalt	Starting from the knowledge acquired in lecture 701-0471, the course provides a more profound view on the the chemical and dynamical process governing tropospheric composition and the impacts of air pollutants like aerosol and ozone, at the Earth's surface and the free troposphere. Specific topics covered by the lecture are: laboratory and ambient measurements in polluted and pristine regions, determination of emissions of a variety of compounds, numerical modelling across scales, regional air pollution - aerosol, and photooxidant in relation to precursor emissions, impacts (health, vegetation, climate), the global cycles of tropospheric ozone, CH <sub>4</sub> , sulfur and nitrogen components.				
Skript	Lecture presentations are made available on moodle.				

Literatur	D. Jacob, Introduction to Atmospheric Chemistry <a href="http://acmg.seas.harvard.edu/publications/jacobbook">http://acmg.seas.harvard.edu/publications/jacobbook</a> Mark Z. Jacobson: Fundamentals of Atmospheric Modelling, Cambridge University Press John Seinfeld and Spyros Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics, from air pollution to Climate Change, Wiley, 2006.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basics in physical chemistry are required and an overview equivalent to the bachelor course in atmospheric chemistry (lecture 701-0471-01) is expected.				
Kompetenzen	Having attended the lecture "Atmosphere" 701-0023-00 or equivalent is an advantage.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1238-00L</b>	<b>Advanced Field and Lab Studies in Atmospheric Chemistry and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b>	<b>U. Krieger</b>
Kurzbeschreibung	Each year an individual assignment of a specific topic (related to field work) will be made for interested students who will acquire knowledge in experimental, instrumental, or numerical aspects of atmospheric chemistry. Partly self-organized project requiring independent work in a small group.				
Lernziel	The learning target is to acquire knowledge in experimental, instrumental, numerical or theoretical aspects of atmospheric chemistry through practical work on a specific topic.				
	The course will be held in connection with the course 701-0460-00 P, "Practical training in atmosphere and climate". There, we offer the opportunity to carry out atmospheric physical and chemical experiments. Here, an individual assignment of a specific topic will be made for a small group of interested students.				
	The course is particularly addressed to students who have not attended the practical course 701-0460-00 P during their Bachelor studies, but want to gain knowledge in field work connected to atmospheric chemistry. The specific topic to work on will be chosen based on individual interests and resources available.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is mandatory for interested students to contact the instructor before the term starts, so that individual assignments can be made/planned for.				
Kompetenzen	The maximum number of participants for this course will be limited depending on resources available.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				

## ►► Klimageschichte und Paläoklimatologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				

Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to its other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.				
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				
<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Lernziel	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
	The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nannofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices.				
	The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.				
Inhalt	Micropaleontology and Molecular paleontology 1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis. 2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy. 3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaerchaota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterene assemblages. 4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal); shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions. 5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity. 6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO <sub>2</sub> and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub> community composition and hydrology. Long term evolution of C <sub>4</sub> pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution. 7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.				
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle				
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4226-00L</b>	<b>Geochemical and Isotopic Tracers of the Earth System</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Vance, G. De Souza, J. D. Rickli, T. Sweere</b>
Kurzbeschreibung	The unit will investigate the geochemical approaches used to understand the dynamics of the surface Earth, with an emphasis on geochemical archives preserved in ocean sediments. The class will be organised into three themes, each treating a different aspect of surface Earth chemistry and how it is recorded in archives - mainly ocean sediments but also including others such as ice-cores and loess.				
Lernziel	The unit is designed with the particular aim of providing a firm grounding in the geochemical methods used to observe and trace the Earth System, now and in the past. Students will gain a basic understanding of the relevant geochemical techniques through an introductory set of lectures and lectures specific to each theme. Students will be encouraged to think about their application and interpretation from first principles. But the emphasis will be placed on independent learning by the student through their own research, and the presentation of that research to the class. For each theme, we will use particular time periods in Earth history as case studies. All students will investigate one of these tools in depth themselves, including its application to problems and questions in the history of the surface Earth.				
Inhalt	The themes covered in the class will include: Tracing the large-scale controls on ocean chemistry through time using analytical tools, mass balance and box models; Tracking global-scale aspects of the carbon cycle through time, concentrating on processes on the continents, such as chemical weathering, how their record is preserved in the oceans, and using the Cenozoic as a case study; Understanding the progressive oxygenation of the surface Earth, and how we know about it. Students will be encouraged to become familiar with the range of modern geochemical tools used to investigate key scientific questions within the above themes, such as radiogenic isotopes, stable isotopes, speciation of elements in the oceans and in sediments.				
Skript	About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.				
Literatur	For lectures on the basic aspects of each theme, slides will be available in advance of the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.				
	This class builds on ETH Bachelors classes in oceanography, in geochemistry and in earth system science. Those who have not taken similar classes in their Bachelors may need to familiarise themselves with basic concepts in order to take full advantage of this class. Basic reading material will be compiled that those who might need them can consult - but it is the responsibility of the student to do the catching up.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>651-4157-00L</b>	<b>Past Droughts, Floods and Rainfall Variability</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Changes in rainfall may constitute one of the strongest impacts of anthropogenic climate changes in many regions. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in flood frequency, drought incidence, fire frequency, and changes in precipitation systems.				
Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to assess the variability and drivers of past changes in precipitation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.				
Inhalt	General Circulation models of climate continue to feature greater uncertainty in the simulation of precipitation than temperature. Is there evidence for past changes in mean and extreme precipitation, and its spatial distribution, which can elucidate important processes or help in the evaluation of model robustness? Does flood frequency show a systematic relationship with warmer or cooler or overall wetter climates? What factors condition the frequency and duration of droughts? To what extent is past fire frequency conditioned by droughts? What are the drivers of past changes in tropical and extratropical precipitation systems?				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>651-4157-02L</b>	<b>Impact and Drivers of Past Ocean Circulation Change</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The potential for changes in the modern ocean thermohaline circulation remains a major uncertainty in projections of future anthropogenic climate impacts. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in AMOC intensity, the triggers and sensitivity of AMOC, and the feedbacks. We also explore the longer term evolution of the modern ocean circulation and its effect o				
Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to understand the past climate feedbacks involving ocean circulation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.				
Inhalt	The movie "The Day After Tomorrow" depicts dramatic climatic consequences of an abrupt reduction in the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). But, is there paleoclimate evidence to support large past variations in the AMOC and other ocean circulation? What are the observed triggers of past changes in AMOC? Is AMOC more easily disrupted under certain climate states? How globally widespread are the climatic impacts of changes in AMOC? How has the long term evolution of continent locations and ocean gateways influenced the system of ocean currents and their stability? Finally, how do changes in ocean circulation drive further climate feedbacks through processes such as ocean carbon storage or high latitude sea ice distribution?				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Hydrologie und Wasserkreislauf

Die Lehrveranstaltungen finden jeweils im Herbstsemester statt.

### ► Wahlfächer

Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETHZ und der Universitäten Zürich und Bern zur individuellen Auswahl offen.

## ►► Wettersysteme und atmosphärische Dynamik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1236-00L</b>	<b>Messmethoden in der Meteorologie und Klimaforschung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Hirschi, D. Michel, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, technischen und theoretischen Grundlagen zur Messung physikalischer Grössen in der Atmosphäre. Zusätzlich werden Überlegungen zur Planung von Messkampagnen und zur Datenauswertung diskutiert.				
Lernziel	Lernziele der Veranstaltung sind: - Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre unter schwierigen Umweltbedingungen - Kennenlernen verschiedener Messmethoden - Erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode bei gegebener Fragestellung - Finden der optimalen Beobachtungsstrategie bezüglich der Wahl des Instrumentes, Beobachtungshäufigkeit, Genauigkeit etc.				
Inhalt	Probleme der Zeitreihenanalyse, Abtasttheorem, Zeitkonstanten und Abtastrate. Theoretische Analyse der verschiedenen Sensoren für Temperatur, Feuchte, Wind und Druck. Diskussion störender Einflüsse auf Messinstrumente, Funktionsweise aktiver und passiver Fernerkundungssysteme. Prinzip der Messung von turbulenten Flüssen (z.B. Wärmefluss) mittels Eddy-Korrelation. Beschreibung der technischen Ausführung von Sensoren und komplexer Messsysteme (Radiosonden, automatische Wetterstationen, Radar, Windprofiler). Demonstration von Instrumenten.				
Skript	Studierende können eine Kopie der Vorlesung als PDF-Datei herunterladen.				
Literatur	- Emeis, Stefan: Measurement Methods in Atmospheric Sciences, In situ and remote. Bornträger 2010, ISBN 978-3-443-01066-9 - Brock, F. V. and S. J. Richardson: Meteorological Measurement Systems, Oxford University Press 2001, ISBN 0-19-513451-6 - Thomas P. DeFelice: An Introduction to Meteorological Instrumentation and Measurement. Prentice-Hall 2000, 229 p., ISBN 0-13-243270-6 - Fritschen, L.J., Gay L.W.: Environmental Instrumentation, 216 p., Springer, New York 1979. - Lenschow, D.H. (ed.): Probing the Atmospheric Boundary Layer, 269 p., American Meteorological Society, Boston MA 1986. - Meteorological Office (publ.): Handbook of Meteorological Instruments, 8 vols., Her Majesty's Stationery Office, London 1980. - Wang, J.Y., Felton, C.M.M.: Instruments for Physical Environmental measurements, 2 vol., 801 p., Kendall/Hunt Publ. Comp., Dubuque Iowa 1975/76.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung konzentriert sich auf die physikalischen atmosphärischen Grössen, während sich die Vorlesung 701-0234-00 mit den chemischen Grössen beschäftigt. Die beiden Vorlesungen sind komplementär, zusammen vermitteln sie die instrumentellen Grundlagen zum Praktikum 701-0460-00. Die Kontaktzeiten in diesem Praktikum sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesungen möglich ist.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		

<b>701-1266-00L</b>	<b>Weather Discussion</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>2P</b>	<b>H. Wernli</b>
---------------------	---------------------------	----------	---------------	-----------	------------------

Limited number of participants.  
Preference will be given to students on the masters level in Atmospheric and Climate Science and Environmental Sciences and doctoral students in Environmental Sciences.

Prerequisites: Basic knowledge in meteorology is required for this class, students are advised to take courses 702-0473-00L and/or 701-1221-00L before attending this course.

Kurzbeschreibung	This three-parts course includes: (i) concise units to update the students knowledge about key aspects of mid-latitude weather systems and numerical weather prediction, (ii) a concrete application of this knowledge to predict and discuss the "weather of the week", and (iii) an in-depth case study analysis, performed in small groups, of a remarkable past weather event.		
Lernziel	Students will learn how to elaborate a weather prediction and to cope with uncertainties of weather (probabilistic) prediction models. They will also learn how to apply theoretical concepts from other lecture courses on atmospheric dynamics to perform a detailed case study of a specific weather event, using state-of-the-art observational and model-derived products and datasets.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
	Kritisches Denken	gefördert	

<b>701-1258-00L</b>	<b>Global Atmospheric Circulation and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Jnglin Wills</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the general circulation of the atmosphere and its role in climate. This includes the phenomenology and mechanistic underpinnings of the Hadley circulation, jet stream, storm tracks, monsoons, El Niño, teleconnections, and cloud feedbacks. Fundamental concepts are introduced and then applied to understand circulation changes due to climate variability and greenhouse gas forcing.				
Lernziel	At the end of the course, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain the reasons for the existence and extent of the global atmospheric circulation</li> <li>- identify and describe phenomena of the large-scale circulation in the troposphere and its coupling with the ocean, the stratosphere, and clouds</li> <li>- apply the dynamical mechanisms and theoretical concepts learned in the course to predict how the global circulation will respond to changes in greenhouse gasses and other perturbations</li> </ul>				
Inhalt	Hadley circulation, trade winds, jet stream, storm tracks, Rossby wave propagation, monsoons, stratosphere-troposphere coupling, Eliassen-Palm flux, global ocean circulation, El Niño-Southern Oscillation, tropical convection, cloud regimes, climate sensitivity, cloud and radiative feedbacks				
Skript	Lecture notes, Powerpoint slides, and some additional material will be provided.				
Literatur	Course material will be drawn primarily from the following literature: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vallis, G., 2019. Essentials of Atmospheric and Oceanic Dynamics. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781107588431 (available to read online through ETH Library)</li> <li>- Wallace, J., Battisti, D., Thompson, D., &amp; Hartmann, D., 2023. The Atmospheric General Circulation. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108563857 (available to read online through ETH Library)</li> <li>- Held, I. M., and GFD/2000 Fellows, 2000. The General Circulation of the Atmosphere. Proceedings of the Woods Hole Oceanographic Institution Program in Geophysical Fluid Dynamics, <a href="https://gfd.whoi.edu/wp-content/uploads/sites/18/2018/03/lectures2000_21464.pdf">https://gfd.whoi.edu/wp-content/uploads/sites/18/2018/03/lectures2000_21464.pdf</a>.</li> <li>- Siebesma, A., Bony, S., Jakob, C., &amp; Stevens, B. (Eds.), 2020. Clouds and Climate: Climate Science's Greatest Challenge. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781107447738 (available to read online through ETH Library)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I, II, Environmental Fluid Dynamics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Kreatives Denken		geprüft			
		Kritisches Denken	geprüft		

## ►► Klimaprozesse und -wechselwirkungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1226-00L</b>	<b>Inter-Annual Phenomena and Their Prediction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Appenzeller</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an overview of the current ability to understand and predict intra-seasonal and inter-annual weather and climate variability in the tropical and extra-tropical region and provides insights on how operational weather and climate services are organized.				
Lernziel	Students will acquire an understanding of the key atmosphere and ocean processes involved, will gain experience in analyzing and predicting weekly to inter-annual variability and learn how operational weather and climate services are organised and how scientific developments can improve these services.				

Inhalt The course covers the following topics:

Part 1:  
 - Introduction, some basic concepts and examples of sub-seasonal and inter-annual variability  
 - Weather and climate data and the statistical concepts used for analysing weather and climate variability (e.g. correlation analysis, teleconnection maps, EOF analysis)

Part 2:  
 - Inter-annual variability in the tropical region (e.g. ENSO, MJO)  
 - Inter-annual variability in the extra-tropical region (e.g. Blocking systems, NAO, PNA, regimes)

Part 3:  
 - Prediction of sub-seasonal and inter-annual variability (statistical methods, probabilistic ensemble prediction systems, weekly, monthly and seasonal forecasts, seamless forecasts)  
 - Verification and interpretation of probabilistic forecast systems  
 - Climate change and inter-annual variability

Part 4:  
 - Scientific challenges for operational weather and climate services  
 - A visit to the forecasting centre of MeteoSwiss

Skript A pdf version of the slides will be available at  
<http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html>

Literatur References are given during the lecture.

Voraussetzungen / Besonderes Permission from lecturers required for students with limited background in atmosphere and climate

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

701-1317-00L	Global Biogeochemical Cycles and Climate	W	3 KP	3G	N. Gruber, M. Vogt
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				

## ►► Atmosphärische Zusammensetzung und Kreisläufe

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1244-00L	Aerosols II: Applications in Environment and Technology	W	4 KP	2V+1U	M. Gysel Beer, D. Bell, J. Slowik
Kurzbeschreibung	The life-cycle of atmospheric aerosols, the evolution of their physical and chemical properties, and their impacts on climate, atmospheric chemistry and health are studied in detail using examples from current research.				
Lernziel	The students achieve a profound knowledge of atmospheric aerosols and their climate and health impacts including the underlying physical and chemical processes. The students know and understand advanced experimental methods and are able to design experiments to study aforementioned impacts and processes.				
Inhalt	Atmospheric aerosols: important sources and sinks, wet and dry deposition, chemical composition and transformation processes, importance for men and environment, interaction with the gas phase, influence on health and climate.				
Skript	Information is distributed during the lectures				
Literatur	Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds up on the lecture "Aerosols I: Physical and Chemical Principles"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
701-0234-00L	Messmethoden in der Atmosphärenchemie	W	1 KP	1V	U. Krieger



Kurzbeschreibung	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt: Überwachung der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, Remote Sensing, Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen. Lernziel: Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre, Kriterien für die Wahl der optimalen Methode. Kenntnis verschiedener Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen.
Lernziel	Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre und erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode für eine gegebene Fragestellung. Kenntnis der verschiedenen Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen sowie von ausgewählten Messinstrumenten.
Inhalt	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt und theoretisch analysiert, die in atmosphärenchemischen Messungen Verwendung finden: Geräte zur Überwachung im Rahmen der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, "remote sensing", Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen zu atmosphärischen Fragestellungen.
Literatur	B. J. Finnlayson-Pitts, J. N. Pitts, "Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere", Academic Press, San Diego, 2000
Voraussetzungen / Besonderes	Methodenvorlesung zu den Praktika 701-0460-00 und 701-1230-00. Die Kontaktzeiten in diesen Praktika sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesung möglich ist.
Voraussetzungen: Atmosphärenphysik I und II	

<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to its other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.				
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>701-1240-00L</b>	<b>Modelling Environmental Pollutants</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Scheringer, C. Bogdal</b>
Kurzbeschreibung	Modeling the emissions, transport, partitioning and transformation/degradation of chemical contaminants in air, water and soil.				
Lernziel	This course is intended for students who are interested in the environmental fate and transport of volatile and semi-volatile organic chemicals and exposure to pollutants in environmental media including air, water, soil and biota. The course focuses on the theory and application of mass-balance models of environmental pollutants. These models are quantitative tools for describing, understanding, and predicting the way pollutants interact with the environment. Important topics include thermodynamic and kinetic descriptions of chemical behavior in environmental systems; mechanisms of chemical degradation in air and other media; novel approaches to modeling chemical fate in a variety of environments, including lakes and rivers, generic regions, and at the global scale, and application of mass balance modeling principles to describe bioaccumulation of pollutants by fish and mammals.				
Inhalt	Application of mass balance principles to chemicals in a system of coupled environmental media. Measurement and estimation of physico-chemical properties that determine the environmental behavior of chemicals. Thermodynamic and kinetic controls on the behavior of pollutants. Modeling environmental persistence, bioaccumulation and long-range transport potential of chemicals, including a review of available empirical data on various degradation processes. Current issues in multimedia contaminant fate modeling and a case study of the student's choice.				
Skript	Material to support the lectures will be distributed during the course.				
Literatur	There is no required text. The following texts are useful for background reading and additional information. D. Mackay. Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach, 2nd Ed. 2001. CRC Press. R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 2nd Ed. 2003, John Wiley & Sons. M. Scheringer. Persistence and spatial range of environmental chemicals: New ethical and scientific concepts for risk assessment. 2002. Wiley-VCH.				

<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				

<b>701-1235-00L</b>	<b>Cloud Microphysics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>U. Lohmann, J. Chen, C. Marcolli</b>
	<i>The lecture takes place if a minimum of 7 students register for it.</i>				
	<i>Priority is given to PhD students majoring in Atmospheric and Climate Sciences, and remaining open spaces will be</i>				

offered to the following groups:  
 - MSc in Atmospheric and Climate Science  
 - MSc in Environmental Sciences  
 - Fachstudent, University of Bern / MSc in Climate Sciences, University of Bern  
 - Mobility-Students: Earth and Climate Sciences  
 - Mobility-Students: Environmental Sciences

All participants will be on the waiting list at first. All students will be informed at the beginning of March, if they can participate in the lecture.

Kurzbeschreibung	Clouds are a fascinating atmospheric phenomenon central to the hydrological cycle and the Earth's climate. Interactions between cloud particles can result in precipitation, glaciation or evaporation of the cloud depending on its microstructure and microphysical processes.		
Lernziel	The learning objective of this course is that students understand the formation of clouds and precipitation and can apply learned principles to interpret atmospheric observations of clouds and precipitation.		
Inhalt	see: <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307</a>		
Skript	This course will be designed as a reading course in 1-2 small groups of 10 students maximum. It will be based on the textbook below. The students are expected to read chapters of this textbook prior to the class so that open issues, fascinating and/or difficult aspects can be discussed in depth.		
Literatur	Lamb and Verlinde: PHYSICS AND CHEMISTRY OF CLOUDS, Cambridge University Press, 2011		
Voraussetzungen / Besonderes	Target group: Doctoral and Master students in Atmosphere and Climate		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Klimageschichte und Paläoklimatologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3424-00L</b>	<b>Sedimentologie und Stratigraphie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Gilli</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die grundlegenden Konzepte der Sedimentologie. Die Studierenden werden mit einer Reihe von Erosions-, Transport- und Ablagerungsprozessen und -umgebungen vertraut gemacht. Die typischen Fazies der wichtigsten Ablagerungsgebiete werden vorgestellt.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage - die Bildung von Sedimenten zu beschreiben und daraus das sedimentäre Ablagerungsmilieu und deren Umweltbedingungen zu rekonstruieren. - verschiedene Methoden der Korrelation und der zeitlichen Einordnung anwenden zu können				
Inhalt	Teil I: Sedimente und Sedimenttransport - Verwitterung - Sedimenttransport und Sedimentstrukturen - Klastische Sedimente - Karbonate und der Kohlenstoffkreislauf - Evaporite, Gezeitenablagerungen und Dolomite - Kieselige Sedimente - Diagenese  Teil II: Sedimentäre Ablagerungsräume - Flüsse - Seen - Wind - Gletscher und Eis - Flachmarine Ablagerungen: Küste und Delta - Marine Flachwasserkarbonate - Hemipelagische Sedimente - Tiefmarine Ablagerungen  Teil III: Stratigraphie - Lithostratigraphie - Sequenzstratigraphie - Chemostratigraphie				
Skript	Sedimentologie-Skript und Vorlesungsunterlagen auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung "Dynamische Erde" oder vergleichbare Einführungsvorlesung  Die Semesterendprüfung findet in KW 23 (erste Woche nach Vorlesungsende) statt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				

Lernziel	<p>The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.</p> <p>The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nannofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices.</p> <p>The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.</p>		
Inhalt	<p>Micropaleontology and Molecular paleontology</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis.</li> <li>2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy.</li> <li>3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaercheota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages.</li> <li>4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal; shallow to deep margin). Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristine/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions.</li> <li>5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity.</li> <li>6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO2 and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution.</li> <li>7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.</li> </ol>		
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle		
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

## ►► Hydrologie und Wasserkreislauf

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>102-0448-00L</b>	<b>Groundwater II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, I. Lunati</b>
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.				

Lernziel	The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.				
	the student should be able to				
	a) formulate practical flow and contaminant transport problems.				
	b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.				
	c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.				
	d) assess simple multiphase flow problems.				
	e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.				
	f) assess simple coupled reactive transport problems.				
Inhalt	Introduction and basic flow and contaminant transport equation.				
	Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.				
	Numerical solution to the flow equation using the finite element equation				
	Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.				
	Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.				
	Two-phase flow and Unsaturated flow problems.				
	Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.				
	Reactive transport modelling.				
Skript	Handouts				
Literatur	- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science & Technology Books, 448 p., 2002				
	- J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010				
	- Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor & Francis, 2005				
	- Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003				
	- Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.				
<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				
Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. UmweltIng., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				
<b>701-1224-00L</b>	<b>Mesoscale Atmospheric Systems - Observation and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Wernli, U. Germann, S. Schemm</b>
Kurzbeschreibung	Mesoscale meteorology focusing on processes relevant for the evolution of precipitation systems. Discussion of empirical and mathematical-physical models for, e.g., fronts and convective storms. Consideration of oceanic evaporation, transport and the associated physics of stable water isotopes. Introduction to weather radar being the widespread instrument for observing mesoscale precipitation.				
Lernziel	Basic concepts of observational and theoretical mesoscale meteorology, including precipitation measurements and radar. Knowledge about the interpretation of radar images. Understanding of processes leading to the formation of fronts and convective storms, and basic knowledge on ocean evaporation and the physics of stable water isotopes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Voraussetzungen

Die Formulierung der Voraussetzungen sind Teil der Zulassung zum Masterstudium. Sie werden durch die Zulassungsstelle informiert, welche Kurse aus dem Bereich «Voraussetzungen» Sie nacharbeiten müssen. Diese Kurse sind als Wahlfächer dem Masterstudium anrechenbar.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				

## ►► Übrige Wahlfächer ETH

Gesamtes Lehrangebot der ETH Zürich

### ► Ergänzungen

#### ►► Ergänzung in Physikalische Glaziologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-1504-00L</b>	<b>Snowcover: Physics and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Schneebeli, R. Dadić</b>
Kurzbeschreibung	Snow is a fascinating high-temperature material and relevant for applications in glaciology, hydrology, atmospheric sciences, polar climatology, remote sensing and natural hazards. This course introduces key concepts and underlying physical principles of snow, ranging from individual crystals to polar ice sheets.				
Lernziel	The course aims at a cross-disciplinary overview about the phenomenology of relevant processes in the snow cover, traditional and advanced experimental methods for snow measurements and theoretical foundations with key equations required for snow modeling. Tutorials and short presentations will also consider the bigger picture of snow physics with respect to climatology, hydrology and earth science.				
Inhalt	The lectures will treat snow formation, crystal growth, snow microstructure, metamorphism, ice physics, snow mechanics, heat and mass transport in the snow cover, surface energy balance, snow models, wind transport, snow chemistry, electromagnetic properties, and experimental techniques.				
Skript	The tutorials include a demonstration/exercise part and a presentation part. The demonstration/exercise part consolidates key subjects of the lecture using small data sets, mathematical toy models, order of magnitude estimates, image analysis and visualization, small simulation examples, etc. The presentation is given by the students, summarizing a relevant paper on the topic. The first practical experience with modern methods measuring snow properties can be acquired in the field excursion.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture notes, and selected publications. We strongly recommend the field excursion to Davos on Saturday, March 09, 2024, in Davos. The excursion will teach you the primary use of traditional and modern field techniques (snow profile, Near-infrared photography, SnowMicroPen), and you will have the chance to use the instruments yourself. The excursion includes visiting the SLF cold laboratories with the micro-tomography setup and the snowmaker.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>101-0288-00L</b>	<b>Snow and Avalanches: Processes and Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schweizer, S. L. Margreth</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt Schnee- und Lawinenprozesse und präventive Schutzmassnahmen im Sinne des integralen Risikomanagements.				
Lernziel	- Grundlagen der Schnee- und Lawinenmechanik vermitteln - Methoden zur Modellierung von Schnee- und Lawinenprozessen aufzeigen - Wechselwirkung von Schnee- und Lawinen mit Objekten (Gebäude, Masten, Kunstbauten) und Natur (insb. Wald) darstellen - Methoden der kurz- und langfristigen Gefahrenanalyse erklären - Mögliche Schutzmassnahmen im Rahmen eines integralen Risikomanagements vorstellen - Grundlagen über Planung, Bemessung und Wirkung der verschiedenen kurz- und langfristigen Massnahmen vermitteln				
Inhalt	Übersicht über Schnee- und Lawinenprozesse im Einzugsgebiet; Schneeniederschlag, Schneelasten, Extremwertstatistik; Schneeeigenschaften; Schneedecke; Interaktion Schneedecke-Atmosphäre; Lawinenbildung; Gefahrenbeurteilung, Lawinenprognose; Lawindynamik; Interaktion mit Objekten; Gefahrenzonierung; Schutzmassnahmen; Integrales Risikomanagement.				

Literatur	<p>Armstrong, R.L. and Brun, E. (Editors), 2008. Snow and Climate - Physical processes, surface energy exchange and modeling. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 222 pp.</p> <p>Bründl, M., and Margreth, S.: Integrative risk management: The example of snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), edited by: Haerberli, W., and Whiteman, C., Hazards and Disaster Series, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 259-296, 2021.</p> <p>BUWAL/SLF, 1984. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ, Bern.</p> <p>Egli, T., 2005. Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern.</p> <p>Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K. and Sokratov, S.A., 2009. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. HP-VII Technical Documents in Hydrology, 83. UNESCO-IHP, Paris, France, 90 pp.</p> <p>Furukawa, Y. and Wettlaufer, J.S., 2007. Snow and ice crystals. Physics Today, 60(12): 70-71.</p> <p>Margreth, S., 2007. Technische Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. 134 S.</p> <p>McClung, D.M. and Schaerer, P. 2006. The Avalanche Handbook, 3rd ed., The Mountaineers, Seattle.</p> <p>Mears, A.I., 1992. Snow-avalanche hazard analysis for land-use planning and engineering. 49, Colorado Geological Survey.</p> <p>Schweizer, J., Bartelt, P., and van Herwijnen, A.: Snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), 2nd ed., edited by: Haerberli, W., and Whiteman, C., Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 377-416, 2021.</p> <p>Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Reviews of Geophysics, 41(4): 1016, doi:10.1029/2002RG000123.</p> <p>Shapiro, L.H., Johnson, J.B., Sturm, M. and Blaisdell, G.L., 1997. Snow mechanics - Review of the state of knowledge and applications. Report 97-3, US Army CRREL, Hanover, NH, U.S.A.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Ganztägige Exkursion (nicht obligatorisch) nach Davos zur Vertiefung ausgewählter Themen mit Einblick in die Tätigkeit des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Anfang März)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>651-4162-00L</b>	<b>Field Course Glaciology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>A. Bauder, D. Farinotti, M. Werder</b>
	<i>Priority is given to ETHZ students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>				
	<i>No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to investigation methods in glaciology with both theory and experimental application. The students design, plan, and evaluate their individual projects, and present the results to their colleagues and the instructors.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to measurement techniques in glaciology</li> <li>- Experience with realisation of measurement and data analysis</li> <li>- Interpretation and presentation of results</li> </ul>				
Inhalt	The course covers methodologies and techniques to analyse physical conditions of glaciers and their evolution. Basic measurement techniques of surveying, drilling as well as working with sensors and data loggers are introduced. Covered fields include topographical setting, mass balance, glacier fluctuations, ice flow and glacier hydrology. The course starts with an introduction in May at the end of the spring semester and is followed by 9 days in August including lectures at ETH and field work on Rhonegletscher.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in glaciology e.g. course 651-3561-00L Kryosphäre or 101-0289-00L Applied Glaciology is recommended. Good physical fitness and safe walking in pathless terrain required.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		

►► Ergänzung in Biogeochemische Kreisläufe

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				

## ►► Ergänzung in Globaler Wandel und Nachhaltigkeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann, M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.				
Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.  Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.				
Inhalt	Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.  Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.  Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ►► Ergänzung in nachhaltiger Energienutzung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0730-00L</b>	<b>Power Market II - Modeling and Strategic Positioning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Reichelt, G. A. Koeppel</b>
Kurzbeschreibung	Optionen in der Energiewirtschaft Portfolio und Risiko Management: Hedging-Strategien und Risiko Bewertung Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken mit Realoptionen Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten Strategische Positionierung von Energieversorgungsunternehmen				
Lernziel	Die Studenten kennen die wesentlichen Derivate, die in der Elektrizitätswirtschaft zur Anwendung gelangen. Sie können Strategien zur Preisabsicherung erarbeiten bzw. bewerten. Sie verstehen die Optimierung von komplexen Wasserkraftwerksanlagen, kennen die Thematik der Kapazitätsmärkte und der Quotensysteme. Sie kennen die Grundlagen der Discounted Cash-flow (DCF) Methode sowie der Realoptionen und können sie für die Bewertung von Kraftwerken anwenden. Die Studenten können komplexe Energielieferverträge in die einzelnen Komponenten zerlegen und die Risiken identifizieren.				

Inhalt	Optionen in der Energiewirtschaft: Optionsbewertung mit Binominalen Bäumen und der Black-Scholes Formel, Sensitivitäten, implizite Volatilität Portfolio und Risiko Management: Delta- und Gamma-neutrale Preisabsicherung, Vergleich und Bewertung von Hedging-Strategien, Risiko Identifikation und -bewertung (Fallbeispiel) Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken, Projekten und el. Netzen mit der discounted cash-flow Methode und Anwendung von Realoptionen Strategische Positionierung: Erarbeiten von verschiedenen Fällen (mini cases) Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Anwendungen von Derivaten: komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten, flexible Produkte für Stromkunden Quantifizieren des Gegenparteirisikos Marketing des Produktes "Elektrizität"
Skript	Handouts - all material in English
Voraussetzungen / Besonderes	2-tägige Exkursion, Referate von Vertretern aus der Wirtschaft Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225">https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225</a>

<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i> An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.				
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.				
Inhalt	The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.  Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.  Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	

<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and biosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
		<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.		
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.		
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.		
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt		
<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
		<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.		
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.		
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.		
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.		
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.		
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.		
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.  * intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage		
Skript	Materials will be made available on the website.		
Literatur	Materials will be made available on the website.		
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.		

## ► Seminare und Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4095-01L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 1</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate science				
Inhalt	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
<b>651-4095-02L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 2</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm,</b>

Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
<b>651-4095-03L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 3</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
<b>701-1211-01L</b>	<b>Master's Seminar: Atmosphere and Climate 1 ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Joos, R. Knutti, A. Merrifield Könz, M. A. Wüest</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, the process of writing a scientific proposal is introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, are outlined and class exercises train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Lernziel	Scientific writing skills How to effectively write a scientific proposal.				
Inhalt	In this seminar, the process of writing a scientific proposal will be introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, will be outlined and class exercises will train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Voraussetzungen / Besonderes	Please register for the seminar 1 in the semester BEFORE writing your MSc thesis. Attendance is mandatory.				
<b>701-1211-02L</b>	<b>Master's Seminar: Atmosphere and Climate 2 ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Joos, R. Knutti, A. Merrifield Könz, M. A. Wüest</b>
Kurzbeschreibung	This seminar brings the students working on their Master thesis together. Students present their Master thesis project including an overview of the outline and the first scientific results. In this seminar presentation skills and visualisation techniques are trained and methods of scientific project management are introduced and applied to the Master project.				
Lernziel	- training of presentation and visualisation skills - gain basic knowledge in project management - train how to lead a discussion, chair a presentation				
Inhalt	This seminar brings the students working on their MSc thesis together. Students present their MSc thesis project including an overview of the outline and the first scientific results. In this seminar presentation skills and visualisation techniques are trained and methods of scientific project management are introduced and applied to the MSc project.				
Voraussetzungen / Besonderes	Please register for this seminar 2 in the semester in which you work on your MSc thesis. Attendance is mandatory.				

### ► Labor- und Feldarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1260-00L</b>	<b>Climatological and Hydrological Field Work</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Hirschi, M. Rösch, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Practical work using selected measurement techniques in meteorology and hydrology. The course consists of field work with different measuring systems to determine turbulence, radiation, soil moisture, evapotranspiration, discharge and the atmospheric state as well as of data analysis.				
Lernziel	Learning of elementary concepts and practical experience with meteorological and hydrological measuring systems as well as data analysis.				
Inhalt	Practical work using selected measurement techniques in meteorology and hydrology. The course consists of field work with different measuring systems to determine turbulence, radiation, soil moisture, evapotranspiration, discharge and the atmospheric state as well as of data analysis.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place in the hydrological research catchment Rietholzbach (field work) and at ETH (data analysis) as a block course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1262-00L</b>	<b>Atmospheric Chemistry Lab Work</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Laborkurs zur Atmosphärenchemie führt Studierende in modernste Instrumente und Methoden zur Untersuchung der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Aerosolpartikeln am Labor für Atmosphärenchemie (Paul Scherrer Institut) ein. Wir verwenden ein Strömungsrohr, um Russpartikel mit organischem Material zu beschichten und Änderungen in physikalisch-optischen Eigenschaften zu messen.				

Lernziel	<p>Am Ende dieses Kurses verfügen die Studierenden über praktische Fähigkeiten und sind mit Laborexperimenten und Instrumenten, die im Bereich der Atmosphärenchemie üblich sind, vertraut. Um dies zu erreichen, müssen sie Folgendes tun können:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mit einem vorgegebenen Versuchsaufbau ein Laborexperiment, das vordefinierte wissenschaftliche Fragen beantwortet und Hypothesen bestätigt oder widerlegt, planen, entwerfen und durchführen. Wesentliche Lernschritte zu diesem Ziel: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulieren einer Hypothese, die überprüft werden kann.</li> <li>- Arbeiten in der Gruppe im Labor, finden von Synergien.</li> <li>- In Gruppenarbeit einen Laborbericht verfassen.</li> <li>- Sicherheitsvorschriften, gute experimentelle Praktiken und Forschungsintegritätspraktiken auflisten und einhalten.</li> </ul> </li> <li>2. Aus einer Reihe vorgegebener Instrumente die richtige Instrumentierung für die relevanten zu messenden Parameter auswählen, erklären, warum und die Instrumente bedienen können.</li> <li>3. Analysieren der Daten aus dem Experiment, schreiben eines wissenschaftlichen Berichts und Präsentation von Daten, Interpretationen und Ergebnissen auf kohärente Weise.</li> </ol>		
Inhalt	<p>Dieser Laborkurs zur Atmosphärenchemie führt Studierende in modernste Instrumente und Datenanalysen zur Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Aerosolpartikeln am Labor für Atmosphärenchemie (Paul Scherrer Institut) ein. Die Erforschung atmosphärischer Aerosole, ihrer Auswirkungen auf und Unsicherheiten in bezug auf Klima und Gesundheit stellt eine der größten Herausforderungen für die Menschheit dar. Von besonderem Interesse ist schwarzer Kohlenstoff (gemeinhin auch Russ), der durch eine Vielzahl anthropogener und biogener Verbrennungsprozesse, darunter von fossilen Brennstoffen für den Transport, von Biomasse für industrielle und private Zwecke sowie Waldbrände, direkt in die Atmosphäre emittiert wird. In der Atmosphäre können Russpartikel physikalische und chemische Alterungsprozesse durchlaufen, zum Beispiel Beschichtung durch (sekundäre) organische Stoffe, die bei der Verbrennung häufig mit ausgestossen werden. Diese Alterung beeinflusst die physikalischen Eigenschaften von Russ (Absorption und Streuung), ist jedoch noch kaum verstanden. Angesichts des sich ändernden Klimas und der prognostizierten Zunahme von Ereignissen wie Waldbränden ist es von entscheidender Bedeutung, die Auswirkungen dieser Alterungsprozesse auf das Klima, die Luftqualität und die menschliche Gesundheit zu verstehen.</p> <p>Die Studierenden führen Strömungsrohrexperimente durch, um Russpartikel zu erzeugen, die mit sekundärem organischem Material beschichtet werden. Für die Experimente sind Gasmonitore zur Analyse der Oxidationsmittelkonzentrationen, Aerosolinstrumente zur Bestimmung der Anzahl und Größe der erzeugten Partikel sowie optische Instrumente zur Messung der Aerosolabsorption und -streuung erforderlich. In kleinen Teams konzentrieren sich die Studierenden auf spezifische Aspekte einer vollständigen Untersuchung der Aerosolalterung. Die Ergebnisse jedes Teams werden zusammengestellt und in der Gruppe diskutiert, um die endgültigen Ergebnisse der Untersuchung abzuleiten (als mündliche Präsentation). Ein Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf der Charakterisierung physikalisch-optischer Eigenschaften, die für das Verständnis der Rolle gealterter Russpartikel im Strahlungshaushalt der Erde von entscheidender Bedeutung sind. Die Studierenden werden außerdem in die Grundprinzipien der Datenanalyse eingeführt, einschließlich der Bestimmung der experimentellen Unsicherheit, die für die Kontextualisierung dieser Experimente auf globaler Ebene wichtig ist.</p>		
Skript	Unterlagen werden während des Praktikums abgegeben.		
Literatur	Unterlagen werden während des Praktikums abgegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Dieses Modul kann von maximal 12 Studierenden besucht werden. Der praktische Teil wird in Dreier-, max. Vierergruppen durchgeführt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert

701-1264-00L	Atmospheric Physics Lab Work ■	W	2.5 KP	1P	Z. A. Kanji
Kurzbeschreibung	Versuche aus den Bereichen Atmosphärenphysik, Meteorologie und Aerosolphysik, die im Labor und teilweise im Freien durchgeführt werden.				
Lernziel	Dieser Kurs gibt Einblicke in verschiedene Aspekte der Atmosphärenphysik. Im Rahmen mehrerer Experimente werden folgende Themengebiete behandelt: Wind und die Bewegung von Luftpaketen, die Analyse von atmosphärischen Feinpartikeln (Aerosole) und deren Einfluss auf die Wolkenbildung sowie die Sonnenstrahlung, welche die Erde erreicht.				
Inhalt	Details zum Praktikum sind auf der Webseite zum Praktikum ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> ) zu erfahren.				
Skript	Versuchsanleitungen auf der Webseite ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	Three out of four available experiments must be carried out. The experiments are conducted in groups of 2-3 students. Three introduction lectures of 2 hours each will be given at the beginning of the semester to familiarize students with the topics covered and lab-report writing process. The introduction lectures will take place on Wednesday Feb. 21, Monday Feb. 26 and Monday Mar. 4, 2024 all from 10-12 hours in CHN L17.1. The experiments can begin as soon as the second week of the semester. In the first lecture, you will choose your experiments and self-organise into teams for the experiments.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		

701-1266-00L	Weather Discussion	W	2.5 KP	2P	H. Wernli
	<i>Limited number of participants. Preference will be given to students on the masters level in Atmospheric and Climate Science and Environmental Sciences and doctoral students in Environmental Sciences.</i>				

*Prerequisites: Basic knowledge in meteorology is required for this class, students are advised to take courses 702-0473-00L and/or 701-1221-00L before attending this course.*

Kurzbeschreibung	This three-parts course includes: (i) concise units to update the students knowledge about key aspects of mid-latitude weather systems and numerical weather prediction, (ii) a concrete application of this knowledge to predict and discuss the "weather of the week", and (iii) an in-depth case study analysis, performed in small groups, of a remarkable past weather event.		
Lernziel	Students will learn how to elaborate a weather prediction and to cope with uncertainties of weather (probabilistic) prediction models. They will also learn how to apply theoretical concepts from other lecture courses on atmospheric dynamics to perform a detailed case study of a specific weather event, using state-of-the-art observational and model-derived products and datasets.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
	Kritisches Denken	gefördert	

<b>701-1270-00L</b>	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.				
Lernziel	After attending this course, students will be able to: - Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations - Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers				
Inhalt	<p>HPC Overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Why does weather and climate require HPC?</li> <li>- Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators</li> <li>- Scaling / Parallel efficiency</li> <li>- Algorithmic motifs in weather and climate</li> </ul> <p>Writing HPC code:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data locality and single node efficiency</li> <li>- Shared memory parallelism with OpenMP</li> <li>- Distributed memory parallelism with MPI</li> <li>- GPU computing</li> <li>- High-level programming and domain-specific languages</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011</li> <li>- Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy</li> <li>- Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar (<a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a>)</li> <li>- Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout (<a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a>)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling</li> <li>- basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...)</li> <li>- experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
Projektmanagement				gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kommunikation	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
	Kritisches Denken	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4275-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>  <i>Die Masterarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin des D-ERDW oder des Instituts für Atmosphäre und Klima (IAC, D-USYS), einem Professor/einer Professorin der/die in den Modulfächern unterrichtet oder einem Senior Scientist der/die auf der Liste der "befähigten Leiter Masterarbeiten" des D-ERDW oder des D-USYS (assoziiert mit dem IAC) aufgeführt ist. <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/master/master-thesis.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/master/master-thesis.html</a></i>	O	30 KP	64D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Sie bildet den Abschluss des Master-Studiums. Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit unter Beweis stellen. In der Regel wird ein Thema aus Bereichen der absolvierten Module bearbeitet.				
Lernziel	Die Studierenden sollen mit der Masterarbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit unter Beweis stellen. Die Arbeit wird einem wissenschaftlichen Bericht abgeschlossen.				

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0412-AAL	Climate Systems	E-	3 KP	6R	S. I. Seneviratne

*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.*

**Kurzbeschreibung** Introduction of the most important components of the climate systems and their interactions.  
**Lernziel** Students have a basic understanding of the global energy balance, radiation budget, boundary layer, atmosphere, ocean, biosphere, land-surface coupling, cryosphere, carbon cycle, climate variability, climate of the past and anthropogenic climate change, and they are able to apply this to solve simple quantitative problems and answer qualitative questions.

<b>701-0471-AAL</b>	<b>Atmospheric Chemistry</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>M. Ammann</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	This course provides a general introduction into atmospheric chemistry. It introduces the fundamentals of gas phase reactions, the concept of solubility and reactions in aerosols and in clouds. The learning target is to understand the chemical and physical processes responsible for global as well as regional environmental problems.				
<b>Lernziel</b>	The learning target of this course is a general overview on the most important processes of atmospheric chemistry and the various problems of the anthropogenic impact on the chemical composition of the atmosphere, air quality and climate. The students should understand the chemical processes driving the evolution of the chemical composition in the troposphere and the stratosphere. They will understand how the products of these processes drive regional and global pollution, or affect the ozone layer. The students will also learn how some of these products contribute to particulate matter (aerosol) in the atmosphere, and how this impacts air quality, human health and vulnerable ecosystems.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Origin and properties of the atmosphere: structure, large scale dynamics, UV radiation</li> <li>- Thermodynamics and kinetics of gas phase reactions: enthalpy and free energy of reactions, rate laws, mechanisms of bimolecular and termolecular reactions.</li> <li>- Tropospheric photochemistry: Photolysis reactions, photochemical O<sub>3</sub> formation, role and budget of HO<sub>x</sub>, dry and wet deposition</li> <li>- Aerosols and clouds: chemical properties, primary and secondary aerosol sources, phase transfer kinetics, solubility and hygroscopicity, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> chemistry, SO<sub>2</sub> oxidation, secondary organic aerosols</li> <li>- Air quality: role of planetary boundary layer, summer- versus winter-smog, environmental problems, legislation, long-term trends</li> <li>- Stratospheric chemistry: Chapman cycle, Brewer-Dobson circulation, catalytic ozone destruction cycles, polar ozone hole, Montreal protocol</li> <li>- Global aspects: global budgets of ozone, methane, CO and NO<sub>x</sub>, air quality - climate interactions</li> </ul>				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

<b>701-0475-AAL</b>	<b>Atmospheric Physics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>U. Lohmann</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	This course covers the basics of atmospheric physics, which consist of: cloud and precipitation formation, thermodynamics, aerosol physics, radiation as well as the impact of aerosols and clouds on climate and artificial weather modification.				
<b>Lernziel</b>	Students are able - to explain the mechanisms of cloud and precipitation formation using knowledge of humidity processes and thermodynamics. - to evaluate the significance of clouds and aerosol particles for climate and artificial weather modification.				
<b>Inhalt</b>	Moist processes/thermodynamics; aerosol physics; cloud formation; precipitation processes, storms; importance of aerosols and clouds for climate and weather modification, clouds and precipitation				
<b>Skript</b>	Lohmann, U., Lüönd, F. and Mahrt, F., An Introduction to Clouds: From the Microscale to Climate, Cambridge Univ. Press, 391 pp., 2016.				
<b>Literatur</b>	Lohmann, U., Lüönd, F. and Mahrt, F., An Introduction to Clouds: From the Microscale to Climate, Cambridge Univ. Press, 391 pp., 2016.				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>701-0473-AAL</b>	<b>Weather Systems</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>M. A. Sprenger, I. Thurnherr</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Satellite observations; analysis of vertical soundings; geostrophic and thermal wind; cyclones at mid-latitude; global circulation; north-atlantic oscillation; atmospheric blocking situations; Eulerian and Lagrangian perspective; potential vorticity; Alpine dynamics (storms, orographic wind); planetary boundary layer				
<b>Lernziel</b>	Introduction to basic aspects of atmospheric dynamics. Focus is given to the global-scale atmospheric circulation, synoptic-scale processes (in particular low-pressure systems), and the influence of mountains on the atmospheric flow.				
<b>Inhalt</b>	Satellite observations; analysis of vertical soundings; geostrophic and thermal wind; cyclones at mid-latitude; global circulation; north-atlantic oscillation; atmospheric blocking situations; Eulerian and Lagrangian perspective; potential vorticity; Alpine dynamics (storms, orographic wind); planetary boundary layer				
<b>Literatur</b>	Atmospheric Science, An Introductory Survey John M. Wallace and Peter V. Hobbs, Academic Press				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Projektmanagement Kritisches Denken	geprüft gefördert gefördert gefördert
<b>701-0461-AAL</b>	<b>Numerical Methods in Environmental Physics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E- 3 KP 6R</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This lecture conveys the mathematical basis necessary for the development and application of numerical models in the field of Environmental Science. The lecture material includes an introduction into numerical techniques for solving ordinary and partial differential equations, as well as exercises aimed at the realization of simple models using the computer language Python.		
Lernziel	Ability to develop simple numerical schemes and to implement these schemes using the programming language Python. Ability to critically use more complex numerical models.		
Inhalt	Classification of numerical problems, introduction to finite-difference methods, linear and nonlinear transport equation, time integration schemes, non-linearity, conservative numerical techniques, overview of other methods. Examples and exercises from a diverse cross-section of Environmental Science.  Three exercises, each two hours in length, are integrated into the lecture. The implementation language is Python (previous experience not necessary, a Python introduction is provided). Example programs and graphics tools are supplied.		
Literatur	List of literature is provided.		
<b>701-0071-AAL</b>	<b>Mathematics III: Systems Analysis</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E- 4 KP 9R</b>	<b>R. Knutti, H. Wernli</b>
Kurzbeschreibung	In der Systemanalyse geht es darum, durch ausgesuchte praxisnahe Beispiele die in der Mathematik bereit gestellte Theorie zu vertiefen und zu veranschaulichen. Konkret behandelt werden: Dynamische lineare Boxmodelle mit einer und mehreren Variablen; Nichtlineare Boxmodelle mit einer oder mehreren Variablen; zeitdiskrete Modelle, und kontinuierliche Modelle in Raum und Zeit.		
Lernziel	Erlernen und Anwendung von Konzepten (Modellen) und quantitativen Methoden zur Lösung von umweltrelevanten Problemen. Verstehen und Umsetzen des systemanalytischen Ansatzes, d.h. Erkennen des Kernes eines Problem - Abstraktion - Quantitatives Erfassen - Vorhersage.		
Inhalt	<a href="http://www.up.ethz.ch/education/systems-analysis.html">http://www.up.ethz.ch/education/systems-analysis.html</a>		
Skript	Folien werden über Ilias zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Imboden, D. and S. Koch (2003) Systemanalyse - Einführung in die mathematische Modellierung natürlicher Systeme. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>701-0106-AAL</b>	<b>Mathematics V: Applied Deepening of Mathematics I - III</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E- 3 KP 6R</b>	<b>M. A. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	Selected mathematical topics are presented for later use in more specialised lectures. Part of the topics were already discussed in the lectures Mathematics I-III. Here, they should be shortly recapitulated and most importantly applied to practical problems. If necessary, new mathematical concepts and methods will be introduced in order to solve challenging and inspiring problems from practice.		
Lernziel	The aim of this lecture is to prepare the students for the more specialised lectures. They should become more familiar with the mathematical background, the mathematical concepts and most of all with their application and interpretation.		
Inhalt	Practical examples from the following areas will be discussed: ordinary differential equations; eigenvalue problems from linear algebra; systems of linear and nonlinear differential equations; partial differential equations (diffusion, transport, waves).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

#### Atmospheric and Climate Science Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ

Hier ist das allgemeine Lehrangebot für das Lehrdiplom (LD) - Ausbildungsbereiche Erziehungswissenschaften und Wahlpflicht - und Didaktik-Zertifikat (DZ) - Ausbildungsbereich Erziehungswissenschaften.

## ► Erziehungswissenschaften Didaktik-Zertifikat

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-17L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: "Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	P. Edelsbrunner
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
851-0240-25L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	G. Kaufmann
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).  Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportsspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
	Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				



Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
<b>851-0240-24L</b>	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Stern, M. Rau</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
<b>851-0242-06L</b>	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
<b>851-0242-07L</b>	<b>Menschliche Intelligenz</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>E. Stern</b>
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
<b>851-0240-22L</b>	<b>Bewältigung psychosozialer Anforderungen im Lehrberuf (EW4 DZ) ■</b> <i>Der erfolgreiche Abschluss von EW1 und EW2 stellt eine wünschenswerte, jedoch nicht obligatorische Voraussetzung dar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3S</b>	<b>S. Maurer, P. Caprez, I. Sargenti</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden Kenntnisse und Kompetenzen für die Bewältigung psychosozialer Anforderungen im Lehrberuf vermittelt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden verfügen über Hintergrundwissen und Handlungskompetenzen, um mit den psychosozialen Anforderungen im Lehrberuf produktiv umgehen zu können.  (1) Sie kennen wichtige Regeln der Gesprächsführung und des Konfliktmanagements (z.B. Mediation) und können diese im schulischen Rahmen (z.B. Gespräche mit Eltern) adäquat einsetzen.  (2) Sie können Massnahmen des Classroom Managements gezielt anwenden (z.B. Verhinderung von Disziplinschwierigkeiten) und kennen entsprechende Anlaufstellen (z.B. zur Krisenintervention).  (3) Sie kennen präventive und korrigierende Massnahmen zur Verhinderung von Stress und Burnout (z.B. psychosoziale Unterstützung) und kennen entsprechende Anlaufstellen.				

Inhalt	Thematische Schwerpunkte				
	- Gesprächsführung				
	- Konfliktmanagement und Mediation				
	- Classroom Management				
	- Umgang mit psychisch auffälligen Jugendlichen				
	- Prävention von Stress und Burnout				
	Lehrformen				
	Die theoretischen Grundlagen werden in Form von Workshops vermittelt. Diese enthalten unterschiedliche Aktivierungs- und Interaktionselemente, wie z.B. Kleingruppenarbeiten, Plenumsdiskussionen, Einzelarbeit. Daran anschließend soll dieses Wissen in verschiedenen Situationen angewandt werden. Dazu werden unter anderem Rollenspiele, Besprechungen von Fallbeispielen, Diskussionen von Filmsequenzen und Reflexionen von Praxiserfahrungen eingesetzt.				
Skript	Folien der Dozentenvorträge, ergänzende Materialien und Literatur werden in einem Moodlekurs zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Der erfolgreiche Abschluss von EW1 und EW2 stellt eine wünschenswerte, jedoch nicht obligatorische Voraussetzung dar.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0227-00L</b>	<b>Grundlagen der Wissenschaftstheorie für den naturwissenschaftlichen Unterricht</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Wann sind Experimente aussagekräftig? Wie muss man vorgehen, um mit Experimenten Hypothesen zu testen? Anhand welcher Kriterien wird der Erklärungswert konkurrierender Theorien beurteilt? Die Antworten auf diese Fragen sind der Schlüssel zum Verständnis naturwissenschaftlicher Forschung. In diesem Seminar geht es darum, wie sich diese Grundlagen im Unterricht vermitteln lassen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Übersicht über die wichtigsten Ansätze in der Wissenschaftstheorie</li> <li>• Expertise in der Umsetzung und Diskussion dieser Ansätze im eigenen Unterricht</li> </ul>				
<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
	<i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen" (EW1) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				

Findet in diesem Semester nicht statt.  
Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.

Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzesays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen

<b>851-0242-12L</b>	<b>Lehren und Lernen mit Technologien</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport: Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW 1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>		<b>M. Rau</b>
Kurzbeschreibung	Die Digitalisierung der Schulen ist ein viel diskutiertes Thema. Hierbei ist vor allem wichtig, die passende Technologie für den gegebenen Lerninhalt und die gegebene Lernsituation auszuwählen. Ziel des Seminars ist es daher, angehenden Lehrpersonen Grundlagen für den strategischen Einsatz von Lehr-/Lerntechnologien zu vermitteln.				
Lernziel	Die Seminarteilnehmenden verstehen, welche Vor- und Nachteile bestimmte Arten von Lehr-/Lerntechnologien haben und für welche Ziele sich der Einsatz solcher Technologien lohnt.				
Inhalt	Im Rahmen des Seminars wird aktuelle Forschung zu folgenden Fragestellungen diskutiert: Welchen Mehrwert können Lehr-/Lern-Technologien bieten? Was ist die Rolle der Lehrperson bei der Verwendung von Lehr-/Lern-Technologien? Wie wählt man die geeignete Technologie aus – oder wann ist es besser, keine zu benutzen? Als Grundlage für kritische Auseinandersetzung mit diesen Fragen dienen empirische Studien zum Einsatz diverser Lehr-/Lerntechnologien zur Vermittlung fachspezifischer MINT-Inhalte. Es werden Beispiele von Simulationen zu ChatGPT behandelt. Die Seminarsitzungen beinhalten von Seminarteilnehmenden gehaltene Referate und von der Dozentin geleitete Diskussionen sowie Kleingruppenarbeit.				

<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts - To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data - To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts				
Inhalt	As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.  The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.				

### ► Nachqualifikation für die Anerkennung eines Didaktik-Zertifikats

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0240-23L</b>	<b>Nachqualifikationskurs DZ ■</b> <i>Teilnahme nur möglich für erfolgreiche Absolventen des Didaktik-Zertifikats in einem nicht gymnasialen Fach, die vor HS 2011 in den Ausbildungsgang DZ eingetreten sind</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt berufspädag. Inhalte, welche der Rahmenlehrplan für Berufsbildungsverantwortliche des SBFI fordert. Der erfolgreiche Besuch der LE berechtigt Studierende, die vor HS 2011 in den Ausbildungsgang Didaktik-Zertifikat (DZ) eingetreten sind und das DZ erfolgreich absolviert haben, eine Lehrtätigkeit im Berufskundeunterricht und an Höheren Fachschulen, beides im Nebenberuf, auszuüben.				
Lernziel	- Bedeutung des Aufbaus und der Bildungswege des Bildungssystems der Schweiz für die Planung und Gestaltung von Unterricht in der Berufsbildung erörtern und berücksichtigen. - Berufe, Funktionen und Rollen in der Berufswelt systematisch charakterisieren und daraus die Konsequenzen für die Planung und Gestaltung von Unterricht in der Berufsbildung ableiten. - Definitionsgrad von Bildungsinhalten in den Vorgabedokumenten für die Berufsbildung einstufen und deren Konsequenzen für die Gestaltung von lernwirksamem Unterricht ableiten. - Eine differenzierte Beurteilung der Bedeutung des (dualen) Berufsbildungssystems der Schweiz unter volkswirtschaftlichen und erziehungswissenschaftlichen Kriterien vornehmen. - In Bezug auf die wichtigsten Merkmale des (dualen) Berufsbildungssystems erläutern, wie diese bei der Planung und Durchführung von Unterricht zu berücksichtigen sind.				

### ► Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0240-01L</b>	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Stern, M. Rau</b>

*\*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.*

Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben. Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				

<b>851-0240-24L</b>	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Stern, M. Rau</b>
	- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.  - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).  - Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.				
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				

<b>851-0238-01L</b>	<b>Unterstützung und Diagnose von Wissenserwerbsprozessen (EW3) ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. M. Thurn, S. Daguati</b>
	Belegung für Studierende des Lehrdiploms (ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW3 absolvieren) sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang "Lehrdiplom für Maturitätsschulen" einzuschreiben. Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW1)".				
Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lernpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Wissenserwerbsprozessen im Unterricht.				
Lernziel	Die Hauptziele der Veranstaltung sind: (1) Sie kennen verschiedene Techniken des Formative Assessments und können diese inhalts- und situationsadäquat zur Aufdeckung von Misskonzepten anwenden. (2) Sie kennen verschiedene Unterstützungsmethoden und können diese inhalts- und situationsadäquat im Unterricht einsetzen. (3) Sie verfügen über ein Grundverständnis psychologischer Testtheorie und sind in der Lage, Tests angemessen zu gestalten und zu bewerten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	

<b>851-0242-01L</b>	<b>Bewältigung psychosozialer Anforderungen im Lehrberuf (EW4) ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>S. Maurer, P. Caprez, I. Sargenti</b>
	Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD), ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW4 absolvieren.				
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden Kenntnisse und Kompetenzen für die Bewältigung psychosozialer Anforderungen im Lehrberuf vermittelt.				

Lernziel	Die Teilnehmenden verfügen über Hintergrundwissen und Handlungskompetenzen, um mit den psychosozialen Anforderungen im Lehrberuf produktiv umgehen zu können.		
	(1) Sie kennen wichtige Regeln der Gesprächsführung (und des Konfliktmanagements (z.B. Mediation) und können diese im schulischen Rahmen (z.B. Gespräche mit Eltern) adäquat einsetzen.		
	(2) Sie können Massnahmen des Classroom Managements gezielt anwenden (z.B. Verhinderung von Disziplinschwierigkeiten) und kennen entsprechende Anlaufstellen (z.B. zur Krisenintervention).		
	(3) Sie kennen präventive und korrigierende Massnahmen zur Verhinderung von Stress und Burnout (z.B. psychosoziale Unterstützung) und kennen entsprechende Anlaufstellen.		
Inhalt	Thematische Schwerpunkte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesprächsführung</li> <li>• Konfliktmanagement und Mediation</li> <li>• Classroom Management</li> <li>• Prävention von Stress und Burnout</li> </ul>		
	Lehrformen Die theoretischen Grundlagen werden in Form von Workshops vermittelt. Diese enthalten unterschiedliche Aktivierungs- und Interaktionselemente, wie z.B. Gruppenarbeiten, Plenumsdiskussionen, Einzelarbeit. Daran anschliessend soll dieses Wissen in verschiedenen Situationen angewandt werden. Dazu werden unter anderem Rollenspiele, Besprechungen von Fallbeispielen, Diskussionen von Filmsequenzen und Reflexionen von Praxiserfahrungen eingesetzt.		
Skript	Folien der Dozentenvorträge, ergänzende Materialien und Literatur werden in einem Moodlekurs zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss von EW1 und EW2 stellt eine wünschenswerte, jedoch nicht obligatorische Voraussetzung dar.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>851-0240-19L</b>	<b>Lernwirksam unterrichten (EW 5) ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>E. Stern</b>
	<i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss ALLER Studienleistungen im Lehrdiplom!</i>			
Kurzbeschreibung	Das Buch "Lernwirksam unterrichten" (Felten/Stern) wurde durchgearbeitet und die Fragen auf dem Netz wurden beantwortet. In einer gern kurz nach der Prüfungslektion einzeln oder in Kleingruppen stattfindenden einstündigen Besprechung mit Elisabeth Stern werden für das Unterrichten relevante lernpsychologische Erkenntnisse diskutiert.			
Lernziel	In den Veranstaltungen zu den Erziehungswissenschaften geht es um die Vermittlung von Reflexionswissen über schulisches Lernen. Lehrpersonen müssen das Verhalten und die Leistung ihrer Schülerinnen und Schüler interpretieren und eigene Handlungsoptionen abwägen. Es soll noch einmal darüber reflektiert werden, welche lernpsychologischen Erkenntnisse dabei helfen können.			
Literatur	Buch "Lernwirksam unterrichten" (Felten/Stern)			
Voraussetzungen / Besonderes	Detaillierte Informationen: <a href="https://ifvll.ethz.ch/studium/ew-5.html">https://ifvll.ethz.ch/studium/ew-5.html</a>			
<b>851-0238-02L</b>	<b>Unterstützung und Überprüfung von Lernprozessen im Sportunterricht (EW3 Sport) ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>
	<i>Belegung nur mit Zusatzmatrikulation Lehrdiplom Sport sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang Lehrdiplom Sport einzuschreiben.</i>			
	<i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW 1).</i>			
Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lern- und sportpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Bewegungslernen im Sportunterricht. Die Studierenden erhalten eine praxisorientierte Einführung in ausgewählte Methoden des Fertigkeitstrainings und des Selbstregulationstrainings.			
Lernziel	Die Teilnehmenden haben vertiefte Kenntnisse psychologischer Aspekte beim Bewegungslernen, insbesondere in Bezug auf die Möglichkeiten der methodischen Unterstützung und der Überprüfung von Lernprozessen im Sportunterricht. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich gestützte Erkenntnisse der Bewegungslernforschung (Motorikforschung) methodisch-didaktisch korrekt in den Sportunterricht zu integrieren.			
<b>851-0242-02L</b>	<b>Erlebnispädagogik und Outdoor Education im Sportlehrberuf (EW4 Sport) ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>
	<i>Belegung nur mit Zusatzmatrikulation Lehrdiplom Sport.</i>			
	<i>Voraussetzung: Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen im Sport (EW2 Sport) (851-0240-15L)</i>			
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden unterrichtsrelevante Führungs-, Regulations- und Entscheidungsmechanismen aufgezeigt und in einem erlebnispädagogischen Konzept im Freien umgesetzt.			
Lernziel	Die Teilnehmenden Können grundlegende Strategien der Klassenführung und können sie situationsbezogen umsetzen Lernen Konzepte der Erlebnispädagogik in Theorie und Praxis kennen Können Unterricht im Freien sinnvoll gestalten			

Inhalt	Thematische Schwerpunkte Grundlagen der Erlebnispädagogik, Outdoor Education als erweiterter Unterrichtsansatz Aufgabenorientierte-beziehungsorientierte Führung, Führen vs. Leiten, etc Entscheidungsmechanismen, -formen (Bsp.: Mehrheitsentscheide/ basisdemokratische Entscheide) Funktion-Aufgabe-Rolle als verschiedene Aspekte der Lehrer-Schülerbeziehung Konfliktbewältigung Risikomanagement: Basisrisiko-Restrisiko/ Risikotypologie/ Checklisten/ Standardszenarien/ rechtliche Aspekte Eigene Unterrichtsprojekte im Freien entwerfen und präsentieren				
Lehrformen	Der Kurs findet in einem Blockseminar im Freien statt. Dazu kommen mehrere Vorbereitungssitzungen sowie eine Schlussveranstaltung.				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Verschiedenen Grundlagen- und Anwendungstexte werden den Studierenden zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss von EW2 (Sport) stellt eine obligatorische Voraussetzung für den Besuch von EW4 (Sport) dar.  Für Verpflegung und Material wird ein Unkostenbeitrag erhoben. Die Höhe richtet sich nach der Planungsarbeit der Studierenden.				
<b>851-0240-20L</b>	<b>Das "Flow"-Konzept und seine Bedeutung für den Sportunterricht in der Schule ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>H. Gubelmann</b>
Kurzbeschreibung	Das von Csikszentmihalyi entworfene Flow-Konzept bietet ein interessantes Rahmenmodell für einen motivierten, erlebnisorientierten und lernwirksamen Sportunterricht in der Schule. Im Rahmen der Lehrveranstaltungen werden ausgewählte Aspekte (u.a. Flowerleben, Motivation, Aufmerksamkeitslenkung, Feedback) diskutiert und in die eigene Bewegungspraxis im Lehr-Lern-Kontext umgesetzt.				
Lernziel	Die TeilnehmerInnen erhalten einen vertieften inhaltlichen Einblick in das Flow-Konzept sowie in verwandte motivationspsychologische (Selbstbestimmungstheorie nach Deci & Ryan, Leistungsmotivation u.a.m) und differential-psychologische (Selbstwirksamkeit, Attribution u.a.m) bedeutsame Konstrukte. In Verbindung zur aktuellen Experimentalforschung im Sport (deliberate practice vs. deliberate play; intuitive vs. deliberate Entscheidungen etc.) entwickeln die Studierenden praxisnahe Beispiele für den Bewegungs- und Sportunterricht in der Schule.				
<b>851-0242-05L</b>	<b>Unterrichtsprojekte im Freien gestalten und durchführen ■</b> <i>Belegung möglich für alle Lehrdiplom-Studierenden, ausser für die Lehrdiplom-Studierenden im Fach Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Gubelmann, C. M. Thurn, A. Zwysig</b>
Kurzbeschreibung	In der Flusslandschaft der Reuss bei Bremgarten erarbeiten die Studierenden Unterrichtsprojekte und führen sie zusammen. Die Studierenden erlernen so die Grundlagen der Klassenführung im Freien und sammeln exemplarische Erfahrungen in der Entwicklung interdisziplinärer Projekte.				
Lernziel	Die Studierenden erlernen die praxisbezogene Umsetzungen theoretischer Grundlagen ihres Faches im Freien anhand konkreter Unterrichtsprojekte				
Inhalt	Ausgewählte Themen in den Naturwissenschaften werden auf gymnasialer Stufe vermehrt auch ausserhalb des Klassenzimmers vermittelt, etwa in Projektwochen, Schwerpunktwochen oder Exkursionen und Blockkursen im Rahmen der Ergänzungsfächer. Dabei werden praxisbezogene Umsetzungen theoretischer Grundlagen und Anwendungsnähe gesucht.  Die geplante Veranstaltung "Unterrichtsprojekte im Freien gestalten und durchführen" strebt eine interdisziplinäre Vernetzung an: In der Flusslandschaft der Reuss bei Bremgarten erarbeiten die Studierenden Unterrichtsprojekte und führen sie zusammen. Der Kurs vermittelt auch Planungs- und Organisationsgrundlagen für Schule im Freien: Übernachtet wird in einem Camp an der Reuss, das von den Beteiligten mitgestaltet und -organisiert wird. Die Studierenden erlernen so die Grundlagen der Klassenführung im Freien und sammeln exemplarische Erfahrungen in der Entwicklung interdisziplinärer Projekte.				
Skript	kein Skript				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung findet mit maximal 25 Teilnehmer/-innen statt und ist geöffnet für alle Lehrdiplom-Studierende, ausgenommen Studierende der Fachrichtung Sport. Die Veranstaltung wird einmal jährlich im Frühjahrssemester durchgeführt.				
<b>851-0242-06L</b>	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern ■</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	<i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i> Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
<b>851-0229-00L</b>	<b>Ausserschulische Lernorte nutzen ■</b> <i>Belegung ausschliesslich für Studierende des Lehrdiploms (LD) in den Fächern Biologie und Geographie.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>R. Schumacher, P. Faller</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird mit den zukünftigen Lehrpersonen geübt, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen. Dazu werden Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf angeboten.				
Lernziel	Die zukünftigen Lehrpersonen lernen, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen.				
Inhalt	Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf: - Dendrochronologie: Was Jahrringe erzählen - Fotosynthese/Klimawandel: Die Spuren im Wald - Waldboden: Der Boden im Fokus des Klimas				
<b>851-0242-07L</b>	<b>Menschliche Intelligenz</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>E. Stern</b>
Kurzbeschreibung	<i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>				

Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
<b>851-0227-00L</b>	<b>Grundlagen der Wissenschaftstheorie für den naturwissenschaftlichen Unterricht</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Wann sind Experimente aussagekräftig? Wie muss man vorgehen, um mit Experimenten Hypothesen zu testen? Anhand welcher Kriterien wird der Erklärungswert konkurrierender Theorien beurteilt? Die Antworten auf diese Fragen sind der Schlüssel zum Verständnis naturwissenschaftlicher Forschung. In diesem Seminar geht es darum, wie sich diese Grundlagen im Unterricht vermitteln lassen.				
Lernziel	• Eine Übersicht über die wichtigsten Ansätze in der Wissenschaftstheorie • Expertise in der Umsetzung und Diskussion dieser Ansätze im eigenen Unterricht				
<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen" (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Findet in diesem Semester nicht statt. Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
<b>851-0242-12L</b>	<b>Lehren und Lernen mit Technologien</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport: Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW 1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>		<b>M. Rau</b>
Kurzbeschreibung	Die Digitalisierung der Schulen ist ein viel diskutiertes Thema. Hierbei ist vor allem wichtig, die passende Technologie für den gegebenen Lerninhalt und die gegebene Lernsituation auszuwählen. Ziel des Seminars ist es daher, angehenden Lehrpersonen Grundlagen für den strategischen Einsatz von Lehr-/Lerntechnologien zu vermitteln.				
Lernziel	Die Seminarteilnehmenden verstehen, welche Vor- und Nachteile bestimmte Arten von Lehr-/Lerntechnologien haben und für welche Ziele sich der Einsatz solcher Technologien lohnt.				
Inhalt	Im Rahmen des Seminars wird aktuelle Forschung zu folgenden Fragestellungen diskutiert: Welchen Mehrwert können Lehr-/Lern-Technologien bieten? Was ist die Rolle der Lehrperson bei der Verwendung von Lehr-/Lern-Technologien? Wie wählt man die geeignete Technologie aus – oder wann ist es besser, keine zu benutzen? Als Grundlage für kritische Auseinandersetzung mit diesen Fragen dienen empirische Studien zum Einsatz diverser Lehr-/Lerntechnologien zur Vermittlung fachspezifischer MINT-Inhalte. Es werden Beispiele von Simulationen zu ChatGPT behandelt. Die Seminarsitzungen beinhalten von Seminarteilnehmenden gehaltene Referate und von der Dozentin geleitete Diskussionen sowie Kleingruppenarbeit.				
<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>

Human Learning (EW 1).

Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"><li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li><li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li><li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li></ul>
Inhalt	<p>As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.</p> <p>The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.</p>

## ► Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0235-00L	<b>Erziehungswissenschaftliche Grundlagen der Berufsbildung und das Berufsbildungssystem der Schweiz</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 222EGB</i>  <i>Belegung nur mit Zusatzmatrikulation Lehrdiplom möglich.</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a> <i>("Anmeldung hochschulübergreifendes Studium Lehrdiplom für Maturitätsschulen", Philosophische Fakultät)</i>	W	4 KP	2V+2S	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Berufsbildung umfasst den Bereich von der Berufsorientierung (Sek I) über die berufliche Grundbildung (Sek II), die Berufsmaturität, die höhere Berufsbildung (Tertiär b) und die Weiterbildung. Im Modul werden diese vielfältigen Möglichkeiten beruflichen Lernens systematisch dargestellt, selbst erkundet und mit einer Einführung in zentrale Grundbegriffe der Berufsbildung kombiniert.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"><li>-Die Studierenden kennen das Berufsbildungssystem der Schweiz mit seinen rechtlichen und historischen Grundlagen, seinen Strukturen, Akteuren und Lernorten sowie seine berufspädagogischen Grundlagen und können diese erläutern.</li><li>- Die Studierenden kennen wichtige berufspädagogische Begriffe und Konzepte und können diese zur Gestaltung und Reflexion ihrer eigenen Tätigkeit einsetzen und sie auf die berufliche Praxis und Lebenswelt von Lernenden der Berufsbildung beziehen.</li><li>- Die Studierenden haben aufgrund eigener Erfahrungen im beruflichen Umfeld und ihrer fachlichen Reflexion ein Verständnis für die spezifischen Herausforderungen für die Lernenden und können darauf im Unterricht Bezug nehmen.</li><li>- Die Studierenden verstehen die Entwicklung ihrer professionellen Kompetenzen als iterativen Prozess und kennen Grundlagen der individuellen Weiterbildungsplanung im Lehrberuf.</li><li>- Die Studierenden kennen aktuelle Themen der Berufsbildung und ihre berufspädagogischen Grundlagen sowie Möglichkeiten, sich regelmässig über aktuelle Entwicklungen in der Berufsbildung und Veränderungen in den Berufen zu informieren.</li></ul>				
851-0237-01L	<b>Unterrichtsgestaltung und Schulentwicklung an Berufsmaturitätsschulen (UZH)</b> <i>Belegung nur mit Zusatzmatrikulation Lehrdiplom für Maturitätsschulen möglich.</i>  <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090LLB1 (ACHTUNG: Lehrdiplom-Studierende des Fachs Sport belegen die eigene Veranstaltung 090LLB1S, welche jeweils im Herbstsemester stattfindet).</i> <i>LE muss zusammen mit dem Kurs "Lernende an der Berufsmaturitätsschule unterstützen und begleiten" (UZH Modulkürzel: 090LLB2) belegt werden.</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a> <i>("Anmeldung hochschulübergreifendes Studium Lehrdiplom für Maturitätsschulen", Philosophische Fakultät)</i>	W	3 KP	2S	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	In dieser Veranstaltung werden Möglichkeiten zur Umsetzung der Vorgaben im Rahmenlehrplan für die Berufsmaturität erarbeitet und diskutiert, z.B. Leit motive des BM-Unterrichts, Schwierigkeiten und Herausforderungen des Interdisziplinären Arbeitens. Das Modul ist für Unterrichtende der Berufsmaturitätsschulen und Berufsfachschulen aller Richtungen konzipiert.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Studierenden können in ihrem Unterricht die Fachinhalte berufspädagogisch begründet auswählen, berufspädagogische Anforderungen der Unterrichtsgestaltung umsetzen sowie interdisziplinäre und fächerübergreifende Ansätze einbeziehen.</li><li>- Die Studierenden kennen verschiedene Formen und Verfahren der Leistungsbeurteilung und -rückmeldung sowie der Unterrichtsgestaltung und können diese unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lebens- und Berufskontexte der Jugendlichen umsetzen.</li><li>- Die Studierenden sind mit Inhalt und Bedeutung von Grundlagen wie der Berufsmaturitätsverordnung oder Schullehrplänen und Konzepten wie Nachhaltigkeit, lebenslanges Lernen oder Fehlerkultur vertraut, können diese für Schul- und Unterrichtsentwicklung nutzen und im Kollegium kooperativ zusammenarbeiten.</li></ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung ist seit September 2008 vom Bundesamt für Berufsbildung und Technologie akkreditiert.				



851-0237-02L	<b>Lernende an der Berufsmaturitätsschule unterstützen W und begleiten (UZH)</b> <i>Belegung nur mit Zusatzmatrikulation Lehrdiplom für Maturitätsschulen möglich.</i>	3 KP	2S	Uni-Dozierende	
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: 090LLB2</i>				
	<i>LE muss zusammen mit dem Kurs "Unterrichtsgestaltung und Schulentwicklung an Berufsmaturitätsschulen" (UZH Modulkürzel: 090LLB1) belegt werden.</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a> ("Anmeldung hochschulübergreifendes Studium Lehrdiplom für Maturitätsschulen", Philosophische Fakultät)</i>				
Kurzbeschreibung	In dieser Veranstaltung werden anhand konkreter Fallbeispiele aus dem Unterricht an Berufsfach- und Berufsmaturitätsschulen pädagogische Prozesse analysiert sowie Lern- und Sozialisationsprozesse diskutiert. Im Vordergrund stehen die unterstützende und fördernde Rolle der Lehrperson und die Berücksichtigung individueller Lebens- und Berufssituationen der Berufslernenden in ihrer Heterogenität.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden kennen vielfältige Ansätze in den Bereichen individuelle Förderung, Binnendifferenzierung, Lern- und Problemlösekompetenz sowie konstruktive Fehler- und Kritikkultur und können diese lernförderlich einsetzen.</li> <li>- Die Studierenden kennen alters- und entwicklungstypische Probleme von Lernenden in der Ausbildung, können diese angemessen adressieren und dabei Beratungsangebote und die gesetzliche Vertretung der Jugendlichen angemessen einbeziehen.</li> <li>- Die Studierenden können in ihrem Unterricht auf die Lernerfahrungen der Schülerinnen und Schüler in der Berufspraxis sowie auf ihre verschiedenen Lebens- und Berufskontexte Bezug nehmen und diese als Ausgangspunkt für schulische und lebenslange Lernprozesse aufnehmen.</li> <li>- Die Studierenden können das Erleben und Verhalten Jugendlicher in Schule, Berufs- und Arbeitswelt aus verschiedenen Perspektiven beschreiben und erklären.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung ist seit September 2008 vom Bundesamt für Berufsbildung und Technologie akkreditiert.				
851-0242-05L	<b>Unterrichtsprojekte im Freien gestalten und durchführen ■</b> <i>Belegung möglich für alle Lehrdiplom-Studierenden, ausser für die Lehrdiplom-Studierenden im Fach Sport.</i>	W	2 KP	2S	H. Gubelmann, C. M. Thurn, A. Zwysig
Kurzbeschreibung	In der Flusslandschaft der Reuss bei Bremgarten erarbeiten die Studierenden Unterrichtsprojekte und führen sie zusammen. Die Studierenden erlernen so die Grundlagen der Klassenführung im Freien und sammeln exemplarische Erfahrungen in der Entwicklung interdisziplinärer Projekte.				
Lernziel	Die Studierenden erlernen die praxisbezogene Umsetzungen theoretischer Grundlagen ihres Faches im Freien anhand konkreter Unterrichtsprojekte				
Inhalt	Ausgewählte Themen in den Naturwissenschaften werden auf gymnasialer Stufe vermehrt auch ausserhalb des Klassenzimmers vermittelt, etwa in Projektwochen, Schwerpunktwochen oder Exkursionen und Blockkursen im Rahmen der Ergänzungsfächer. Dabei werden praxisbezogene Umsetzungen theoretischer Grundlagen und Anwendungsnähe gesucht.				
	Die geplante Veranstaltung "Unterrichtsprojekte im Freien gestalten und durchführen" strebt eine interdisziplinäre Vernetzung an: In der Flusslandschaft der Reuss bei Bremgarten erarbeiten die Studierenden Unterrichtsprojekte und führen sie zusammen. Der Kurs vermittelt auch Planungs- und Organisationsgrundlagen für Schule im Freien: Übernachtet wird in einem Camp an der Reuss, das von den Beteiligten mitgestaltet und -organisiert wird. Die Studierenden erlernen so die Grundlagen der Klassenführung im Freien und sammeln exemplarische Erfahrungen in der Entwicklung interdisziplinärer Projekte.				
	Die Veranstaltung findet mit maximal 30 Teilnehmer/-innen statt und ist geöffnet für alle Lehrdiplom-Studierende, ausgenommen Studierende der Fachrichtung Sport. Die Veranstaltung wird einmal jährlich im Frühjahrssemester durchgeführt.				
Skript	kein Skript				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung findet mit maximal 25 Teilnehmer/-innen statt und ist geöffnet für alle Lehrdiplom-Studierende, ausgenommen Studierende der Fachrichtung Sport. Die Veranstaltung wird einmal jährlich im Frühjahrssemester durchgeführt.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>	2 KP	2S	R. Schumacher	
	<i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen</li> <li>- Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0229-00L	<b>Ausserschulische Lernorte nutzen ■</b> <i>Belegung ausschliesslich für Studierende des Lehrdiploms (LD) in den Fächern Biologie und Geographie.</i>	W	1 KP	1S	R. Schumacher, P. Fallner
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird mit den zukünftigen Lehrpersonen geübt, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen. Dazu werden Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf angeboten.				
Lernziel	Die zukünftigen Lehrpersonen lernen, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen.				
Inhalt	Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dendrochronologie: Was Jahrringe erzählen</li> <li>- Fotosynthese/Klimawandel: Die Spuren im Wald</li> <li>- Waldboden: Der Boden im Fokus des Klimas</li> </ul>				

<b>851-0242-07L</b>	<b>Menschliche Intelligenz</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>E. Stern</b>
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
<b>851-0227-00L</b>	<b>Grundlagen der Wissenschaftstheorie für den naturwissenschaftlichen Unterricht</b>  Wann sind Experimente aussagekräftig? Wie muss man vorgehen, um mit Experimenten Hypothesen zu testen? Anhand welcher Kriterien wird der Erklärungswert konkurrierender Theorien beurteilt? Die Antworten auf diese Fragen sind der Schlüssel zum Verständnis naturwissenschaftlicher Forschung. In diesem Seminar geht es darum, wie sich diese Grundlagen im Unterricht vermitteln lassen.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung					
Lernziel	• Eine Übersicht über die wichtigsten Ansätze in der Wissenschaftstheorie • Expertise in der Umsetzung und Diskussion dieser Ansätze im eigenen Unterricht				
<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Findet in diesem Semester nicht statt.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
<b>851-0242-12L</b>	<b>Lehren und Lernen mit Technologien</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport:</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW 1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>		<b>M. Rau</b>
Kurzbeschreibung	Die Digitalisierung der Schulen ist ein viel diskutiertes Thema. Hierbei ist vor allem wichtig, die passende Technologie für den gegebenen Lerninhalt und die gegebene Lernsituation auszuwählen. Ziel des Seminars ist es daher, angehenden Lehrpersonen Grundlagen für den strategischen Einsatz von Lehr-/Lerntechnologien zu vermitteln.				
Lernziel	Die Seminarteilnehmenden verstehen, welche Vor- und Nachteile bestimmte Arten von Lehr-/Lerntechnologien haben und für welche Ziele sich der Einsatz solcher Technologien lohnt.				
Inhalt	Im Rahmen des Seminars wird aktuelle Forschung zu folgenden Fragestellungen diskutiert: Welchen Mehrwert können Lehr-/Lern-Technologien bieten? Was ist die Rolle der Lehrperson bei der Verwendung von Lehr-/Lern-Technologien? Wie wählt man die geeignete Technologie aus – oder wann ist es besser, keine zu benutzen? Als Grundlage für kritische Auseinandersetzung mit diesen Fragen dienen empirische Studien zum Einsatz diverser Lehr-/Lerntechnologien zur Vermittlung fachspezifischer MINT-Inhalte. Es werden Beispiele von Simulationen zu ChatGPT behandelt. Die Seminarsitzungen beinhalten von Seminarteilnehmenden gehaltene Referate und von der Dozentin geleitete Diskussionen sowie Kleingruppenarbeit.				
<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts - To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data - To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts				
Inhalt	As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.  The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.				

#### Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

## Bauingenieurwissenschaften (Allgemeines Angebot)

### ► Allgemein zugängliche Seminare und Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-1387-00L	<b>Kolloquien in Geotechnik</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Puzrin, G. Anagnostou, I. Anastasopoulos</b>
Kurzbeschreibung	Das Institut für Geotechnik (IGT) lädt ProfessorInnen /ForscherInnen in- und ausländischer Hochschulen und Fachleute aus Praxis & Industrie als Referenten ein. Die Kolloquien richten sich sowohl an Hochschulangehörige, als auch an Ingenieure aus der Praxis.				
Lernziel	Neue Forschungsergebnisse aus dem Fachbereich der Geotechnik kennen lernen.				
101-1187-10L	<b>Kolloquium Baustatik und Konstruktion (Frühlingssemester)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Taras, E. Chatzi, A. Frangi, W. Kaufmann, B. Stojadinovic, B. Sudret, M. Vassiliou</b>
Kurzbeschreibung	Das Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK) lädt Professoren in- und ausländischer Hochschulen, Fachleute aus Praxis & Industrie oder wissenschaftliche Mitarbeiter des Institutes als Referenten ein. Das Kolloquium richtet sich sowohl an Studierende und weitere Hochschulangehörige, als auch an Ingenieure aus der Praxis.				
Lernziel	Neue Forschungsergebnisse aus dem Fachbereich Baustatik und Konstruktion kennen lernen.				
Inhalt	Neue Forschungsergebnisse und neuartige praktische Umsetzungen aus dem Fachbereich Baustatik und Konstruktion kennen lernen.				

### Bauingenieurwissenschaften (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Bauingenieurwissenschaften Bachelor

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2022)

### ►► Obligatorische Fächer des Basisjahres

#### ►►► Basisprüfung

#### ►►►► Basisprüfungsblock A

wird nur im HS angeboten

#### ►►►► Basisprüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0242-00L</b>	<b>Analysis II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>5V+2U</b>	<b>M. Akveld</b>
Kurzbeschreibung	Mathematische Hilfsmittel des Ingenieurs				
Lernziel	Mathematik als Hilfsmittel zur Lösung von Ingenieurproblemen (wie Analysis I): Verständnis für mathematische Formulierung von technischen und naturwissenschaftlichen Problemen Erarbeitung des mathematischen Grundwissens für einen Ingenieur				
Inhalt	Differentialrechnung für Funktionen mit mehreren Variablen: Gradient, Richtungsableitung, Kettenregel für mehrere Variablen, Taylorentwicklung Mehrfache Integrale: Koordinatentransformationen, Linienintegrale, Integrale über Oberflächen, Satz von Green, Gauss und Stokes, Anwendungen in der Physik.				
Skript	Ein Skript vom Dozent ist in Moodle erhältlich.				
Literatur	- Dürrschnabel, Mathematik für Ingenieure - M. Akveld, R. Sperb. Analysis II. vdf, 2015 - James Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole - Papula, L.: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag - Arens et al., Mathematik.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis I				
<b>401-0612-00L</b>	<b>Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. L. Bühlmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Modellierung von Unsicherheiten im Zusammenhang mit Entscheidungsfindungen im Ingenieurwesen. Die Schwerpunkte liegen im Erstellen wahrscheinlichkeitstheoretischer Modelle, im Testen von Hypothesen und in der Überprüfung der Modelle.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses besteht darin, den Studierenden grundlegende Hilfsmittel der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie näherzubringen. Stets bezogen auf den Bereich der Risikobeurteilung und Entscheidungsfindung im Ingenieurwesen liegt der Schwerpunkt in der Anwendung der Hilfsmittel und in der Argumentation, die hinter der Anwendung dieser Disziplinen steht.				
Inhalt	Kompetenzen: In dem Fach "Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung" werden die Kompetenzen Modellierung sowie Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft. Des Weiteren wird die Programmierung gelehrt. Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie:  Grundlagen der Mengenlehre, Definitionen von Wahrscheinlichkeit, Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie, Wahrscheinlichkeiten von Vereinigungen und Schnittmengen, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Satz von Bayes.  Modellierung von Unsicherheiten:  Zufallsvariablen, diskrete und kontinuierliche Verteilungen, Momente, Verteilungsparameter, Eigenschaften des Erwartungswertes, multivariate Verteilungen, Funktionen von Zufallsvariablen, der zentrale Grenzwertsatz, typische Verteilungen im Ingenieurwesen.  Beschreibende Statistik:  Grafische Darstellungen (Histogramme, Streudiagramme, Box-Plots), numerische Kennwerte.  Schätzungen und Modellbildung:  Auswahl der Verteilungsmodelle, QQ-Plots, Parameterschätzung, Momentenmethode, Maximum-Likelihood-Methode, Vertrauensintervalle, Hypothesentests.				
Literatur	L. Meier, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: Eine Einführung für Verständnis, Intuition und Überblick, Springer, 2020 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>151-0502-00L</b>	<b>Mechanik II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	Spannungstensor, Verzerrungen, linearelastische Körper, spezielle Biegung prismatischer Balken, numerische Methoden, allgemeinere Biegeprobleme, Torsion, Arbeit und Deformationsenergie, Energiesätze und -verfahren, Knickung.				
Lernziel	Für die mechanische Auslegung von Systemen sind die Kenntnisse aus der Kontinuumsmechanik notwendige Voraussetzung. Dazu gehören insbesondere die Begriffe Spannungen, Deformationen, etc. welche an einfachen Systemen sowohl mathematisch sauber wie auch intuitiv verständlich werden. In dieser Vorlesung werden die Voraussetzungen für die Analyse deformierbarer Körper erarbeitet, so dass die Studierenden sie anschliessend in Fächern wie Dimensionen, die näher bei der Anwendung liegen.				
Inhalt	Spannungstensor, Verzerrungen, linearelastische Körper, spezielle Biegung prismatischer Balken, numerische Methoden, allgemeinere Biegeprobleme, Torsion, Arbeit und Deformationsenergie, Energiesätze und -verfahren, Knickung.				
Literatur	Mahir B. Sayir, Jürg Dual, Stephan Kaufmann Ingenieurmechanik 2: Deformierbare Körper, Teubner Verlag				
<b>101-0603-01L</b>	<b>Chemie für Bauingenieure</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. J. Flatt</b>

Kurzbeschreibung	Die für einen Bauingenieur wichtigsten Grundlagen der Chemie (s. Inhalt) werden im Hinblick auf Anwendungen im Bauwesen vermittelt. Dazu gehören das Verständnis der Eigenschaften von Baustoffen, der natürlichen Umgebung (Atmosphäre und Lösungen) sowie der chemischen Reaktionen von Baustoffen mit der Umgebung (Korrosion der Metalle und Dauerhaftigkeit).
Lernziel	Verständnis der Grundprinzipien der Chemie mit Betonung der für das Bauwesen spezifischen Anwendungsbereichen.
Inhalt	<p>Atome und Moleküle: Aufbau der Atome, Protonen, Neutronen, Elektronen, Molmasse, das Periodensystem, Isotope, Radioaktivität, Halbwertszeiten, Beispiel Radon, Bindungstypen (kovalent, ionisch und metallisch), Lewis Formeln, Elektronegativität</p> <p>Gase: Druck und Temperatur, Gasgesetze, Ideales Gasgesetz, Partialdruck, die Atmosphäre, Ozongleichgewicht</p> <p>Zwischenmolekulare Kräfte (London Dispersions, Dipol, H-Brücken), Siedepunkte, Viskosität, Spezialfall Wasser. Metallische Bindung, Metalle, Gitterstrukturen, Ingenieurkenngrößen (E-Modul, thermische Ausdehnung)</p> <p>Physikalische Gleichgewichte (Verdampfen/Kondensieren), Dampfdruck, Gleichgewichtszustand, Phasendiagramme, Elektrolyte, Hydratation, Löslichkeit von Gasen und Salzen, Gitterenthalpie, Löslichkeitsprodukte, Kalk/CO<sub>2</sub> Gleichgewichte</p> <p>Das chemische Gleichgewicht, Reaktionsgleichungen, Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstanten, Einfluss von Konzentration und Temperatur, thermodynamischer Ursprung des Gleichgewichts (Freie Enthalpie G als Kriterium für spontane Reaktionen, G und Gleichgewichtskonstante K)</p> <p>Säuren und Basen, konjugierte Säure Base Paare, Hydrolyse, starke und schwache Säuren, pH Wert, Alkalinität des Betons, Pufferlösung, Pufferkapazität, Indikatoren, Löslichkeit und pH, Autoprotolyse</p> <p>Kohlenwasserstoffe, Hybridisierung C-Atome, C-C Bindung, Einteilung der Kohlenwasserstoffe, Funktionelle Gruppen. Polymere, Polymerisation, Polykondensation, Makromoleküle, Einfluss auf Bindungskräfte zwischen Makromolekülen, wichtige Thermoplaste im Bauwesen</p> <p>Chemische Kinetik, Gleichgewicht, Aktivierungsenergie, Reaktionsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsgesetze, Reaktionsmechanismen, Einfluss der Temperatur</p> <p>Redox Prozesse, Oxidationszahl, Halbreaktion, galvanische Zellen, Standardpotenziale, Spannungsreihe, Verknüpfung mit Thermodynamik, Nernst Gleichung</p> <p>Galvanische Zellen, Konzentrationszellen, Ionensensitive Elektroden, Daniell Element, Batterien, Elektrolyse, Aluminiumgewinnung.</p> <p>Korrosion als Systemeigenschaft Werkstoff/Umwelt, Korrosionsformen, elektrochemischer Mechanismus der Korrosion, anodische und kathodische Teilreaktionen, Potential-pH Diagramme</p>
Skript	Der Kurs wird als TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUa-lity and Effectiveness) angeboten. Die Studierenden sollen dabei jede Woche zur Vorbereitung des Kurses einige Videoeinheiten anschauen. Diese Videoeinheiten sowie zusätzlich auch Folien und Texteinheiten dazu sind auf Moodle abrufbar.
Literatur	Peter W. Atkins, Loretta Jones Chemie - einfach alles WILEY-VCH, zweite Auflage(2006)

101-0710-00L	Digital Engineering	O	3 KP	2V+2U	F. Wittel
Kurzbeschreibung	Dieser praktische, problemorientierte Programmierkurs basiert auf Python Jupyter Notebooks, die theoretischer Grundlagen mit ihrer algorithmischen Umsetzung in Python kombinieren. Der Schwerpunkt liegt auf Problemstellungen, zu deren Lösung Ingenieure auf Computer und numerische Algorithmen angewiesen sind. Studierende erlernen Lösungsstrategien und ihre praktische Umsetzung.				
Lernziel	Nach der erfolgreichen Bearbeitung des «Digital-Engineering» Kurses werden Studierende... <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit interaktiven Python Notebooks arbeiten und diese selber erstellen können.</li> <li>• Python und seine beliebtesten Module für eigene Zwecke verwenden können.</li> <li>• fähig sein, Implementierungs- und Sprachprobleme zu überwinden, um einfache praktische Probleme zu lösen.</li> <li>• Übung im Einsatz von Large Language Modellen zur Unterstützung bei Programmieraufgaben haben.</li> <li>• Übung im Umgang mit grossen Datenmengen und deren Analyse und Darstellung haben.</li> <li>• in der Lage sein mit Bilddaten quantitativ zu arbeiten.</li> <li>• einen ersten Einblick gewinnen, wie an einfachen Systemen wichtige Problemstellungen wie Gleichgewicht, dynamisches Verhalten und Optimierung angegangen werden können.</li> <li>• Problemstellungen kategorisieren und spezifische digitale Lösungsstrategien in eigenen Worten mit ihren Beschränkungen skizzieren können.</li> <li>• Bausteine aus unterschiedlichen Lösungsstrategien miteinander kombinieren können, um diese auf neue Fragestellungen anzuwenden.</li> </ul>				
Inhalt	Der Kurs verbindet praktische Übungen mit Vorlesungsblöcken auf eine Weise, dass Studierende aktiv während der Lehreinheiten mit Python Jupyter Notebooks mitarbeiten. Aufbauend auf den vermittelten Kompetenzen im Kurs «Programming of Civil Engineers» im Lesen, Vervollständigen und Entwickeln von Programmmustern in Matlab und Python, werden sich Studierende einen problemlösungsorientierten Werkzeugsatz mit den beliebtesten Python-Modulen in Python Jupyter Notebooks erarbeiten, um Python als Standardprogrammiersprache für weitere Studien zu konsolidieren. Alle Themen sind durch Problemstellungen aus unterschiedlichen Feldern der Bauingenieurpraxis motiviert. Sie bilden die Durchdringung des Bauingenieurwesens durch Computeranwendungen ab. Der Kurs ist in 8 Themenblöcke segmentiert (1VL=45min): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arbeiten mit Python (4VL+4U): Auffrischen der Python Kenntnisse aus dem vorhergehenden Programmierkurs und Einführung in die Module NumPy, SciPy und Matplotlib.</li> <li>2. Large Language Modelle (4VL+4U): Produktiver Einsatz von LLM zum Lösen von Programmieraufgaben.</li> <li>3. Python-I/O und Big Data (2VL+2U): Umgang mit umfangreichen Datensätzen mit Pandas. Sichten, verarbeiten, filtern und analysieren von Daten.</li> <li>4. Graphische Visualisierung (2VL+2U): Generieren hochwertiger Abbildungen.</li> <li>5. Bildbearbeitung und -analyse (2VL+2U): Verwendung von Bildern und Sequenzen zur Lösung von Ingenieurproblemen.</li> <li>6. Gleichgewichtslösungen (2VL+2U): Aufbau einfacher, zusammengesetzter Systeme und Ermittlung von deren Gleichgewichtslösung.</li> <li>7. Dynamische Lösungen (4VL+4U): Ansätze zur Lösung der zeitlichen Entwicklung von Systemen und ihres dynamischen Verhaltens.</li> <li>8. Optimierte Lösungen (4VL+4U): Strategien und Algorithmen zur Entwicklung und Optimierung von Systemen.</li> </ol>				
Skript	Alle Lehrmaterialien werden über Moodle bereitgestellt.				
Literatur	Alle Lehrmaterialien werden über Moodle bereitgestellt.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Persönliche Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Obligatorische Fächer des übrigen Bachelor-Studiums

### ►►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0314-00L	<b>Bodenmechanik</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>I. Anastasopoulos</b> , R. Herzog, A. Marin
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Bodenmechanik: Klassifikation der Böden, Einfluss des Grundwassers, Spannungen und Verformungen, Scherfestigkeit des Bodens, Böschungsstabilität, Verdichtung von Böden, Setzungsberechnung und Baugrunderkundung				
Lernziel	Vermittlung der bodenmechanischen und geotechnischen Grundlagen mit folgenden Schwerpunkten: der Boden als Mehrphasensystem, grundlegende Parameter zur Klassifizierung und Beschreibung von Böden, Einfluss des Wassers auf das Bodenverhalten, die Spannungs-Dehnungs-Beziehung und die Festigkeitseigenschaften von Böden				
Inhalt	Einführung und Grundbegriffe, Klassifikation von Böden; Einflüsse des Grundwassers, Wasserdruck auf Bauwerke, hydraulischer Grundbruch, Filterströmung und Erosion; Spannungen, Konzept der effektiven Spannungen, Einfluss der Spannungsgeschichte und Spannungsausbreitung; Verformungen, Spannungs-Dehnungs-Beziehungen und 1D-Konsolidationstheorie (zeitlicher Verlauf der Verformungen); Scherfestigkeit, Bruchkriterien und Scherfestigkeitsparameter; Böschungsstabilität, Unendlich ausgedehnte Böschung und Grenzgleichgewichtsmethoden; Verdichtung von Böden; Setzungsberechnung; Baugrunderkundung				
Skript	Beispiele Übungen				
Literatur	Lang, H.-J.; Huder, J.; Amann, P.; Puzrin, A.M.: Bodenmechanik und Grundbau, Springer-Lehrbuch, 9. Auflage, 2010				
Voraussetzungen / Besonderes	Besonderes: Laborübungen und online Quiz (Moodle)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				
101-6615-10L	<b>Werkstoffe im Bauwesen II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>8G</b>	<b>R. J. Flatt</b> , U. Angst, I. Burgert, D. Kammer, F. Wittel
Kurzbeschreibung	Vermittlung von grundlegenden theoretischen und praktischen Kenntnissen über klassische Baustoffe (Zement, Beton, Metalle, Glas, Holz, Kunststoffe und Bitumen) und ihre Eigenschaften und werkstoffgerechten Einsatz. Werkstoffübergreifende Betrachtungen von Materialverhalten, -auswahl und Optimierung im Entwurfsprozess (inkl. Nachhaltigkeit und Eignung für digitale Fabrikationsprozesse).				
Lernziel	Studierende werden mit dem Spektrum der im Bauwesen eingesetzten Werkstoffen und ihrem charakteristischen Verhalten vertraut gemacht. Neben entwurfseinschränkenden mechanischen Eigenschaften werden bestimmende Faktoren für die Dauerhaftigkeit ausführlich behandelt und Möglichkeiten und Entwicklungen der digitalen Fabrikation beleuchtet. Im Detail werden grundlegende werkstoffspezifische Themen wie Struktur und Eigenschaften mineralischer Bindemittel, Zement, Beton, Bitumen und Asphalt, Holz, Metalle, Glas und Kunststoffe thematisiert. Einen werkstoffübergreifenden Rahmen vermitteln Vorlesungen über Materialauswahl im Entwurfsprozess, Materialprüfung und Parameteridentifikation mit realen Daten, die Bewertung der Nachhaltigkeit, Methoden der digitalen Fabrikation sowie der numerischen Voraussage und Optimierung des Materialverhaltens.				
	Die Studierenden erlernen in den Vorlesungen und in auf diese abgestimmten Laborübungen theoretische und praktische Kompetenzen für den werkstoffgerechten Einsatz und bewussten Umgang mit Baustoffen als wertvolle Ressourcen.				

Inhalt Der Jahreskurs gliedert sich in 8 Module, die auf 2 Semester verteilt sind. Module umfassen Vorlesungen und dazugehörige Labore:

HS:

s. Werkstoffe im Bauwesen I

FS:

Modul 5: Metalle und Korrosion:

V (6): Physikalische Eigenschaften von Metallen, NE- und Eisenlegierungen und ihre Verarbeitung und Anwendung im Bauwesen. Grundlagen der Korrosion, lokalen Korrosion, atmosphärische und im Beton.

L (3): Labore zu metallischen Werkstoffen, Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauten, detektieren und orten der Korrosion und digitaler Fabrikation.

Modul 6: Holz und Holzwerkstoffe:

V (4): Struktur, Chemismus und mechanische Eigenschaften von Holz. Holzschutz und Holzwerkstoffe am Bau.

L (2): Labore zu Holzeigenschaften auf Makro- und Mikroskopischer Ebene.

Modul 7: Baustoffe im Computer:

V (3): Grundlagen der Materialsimulation, Mikromechanik und Fallstudien zu Materialsimulationen für Baustoffe

Modul 8: Repetitorien:

U/V (4): Besprechung der Repetitionsübungen der 4 Prüfungskernthemen: Physikalisches Verhalten, Zement und Beton, Metalle und Korrosion, Holz- und Holzwerkstoffe.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

---

**103-0849-00L Multivariate Statistik und Machine Learning O 4 KP 3G K. Schindler**

Kurzbeschreibung Einfuehrung in statistische Modellierung und maschinelles Lernen.

Lernziel Ziel ist es, das Prinzip und die die Werkzeuge des maschinellen Lernens kennenzulernen, und sie zur Datenanalyse in praktischen Situationen anwenden zu koennen.

Inhalt Multivariate Verteilungen; Vergleich von Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Regression; Klassifizierung; Modellselektion und cross-validation; Clustering und Dichteschaetzung; mixture models; neuronale Netze

Literatur C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006  
T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer 2017  
R. Duda, P. Hart, D. Stork: Pattern Classification, Wiley 2000

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft

---

**103-0132-00L Geodätische Messtechnik GZ ■ O 6 KP 4G+3P A. Wieser, H. Laasch, N. Ryter**

Kurzbeschreibung Einführung in die wichtigsten Arbeits-, Rechenmethoden und Sensoren der Geodätischen Messtechnik

Lernziel Kennenlernen der wichtigsten Sensoren, Arbeits- und Rechenmethoden der Geodätischen Messtechnik

Inhalt Überblick über die Arbeitsgebiete der Geodätischen Messtechnik  
Geodätische Instrumente und Sensoren  
3D-Koordinatenbestimmung mit GNSS, Tachymeter, Nivellement  
Rechenmethoden der Geodätischen Messtechnik  
Beurteilung der Präzision, Einführung in die Varianzfortpflanzung  
Aufnahme und Absteckung

Skript Die Folien der Vorlesungseinheiten werden als PDF zur Verfügung gestellt.

Literatur Witte B, Sparla P (2015) Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen. 8. Aufl., Wichmann Verlag - oder neuer

Voraussetzungen / Besonderes Das während des Semesters Gelernte wird im Feldkurs durch praktische Anwendung und Diskussion vertieft. Der Feldkurs findet in der ersten Woche nach Vorlesungsende statt.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

---

**101-0414-00L Verkehrsplanung (Verkehr I) O 3 KP 2G L. Meyer de Freitas, L. Ballo, A. Erath Rusterholtz**

Kurzbeschreibung Die Vorlesung stellt die wesentlichen Konzepte der Verkehrsplanung vor und erläutert in Theorie und Praxis deren wesentliche Ansätze und Verfahren.

Lernziel Die Vorlesung gibt den Studenten die grundlegenden Werkzeuge und Theorien der Verkehrsplanung an die Hand.

Inhalt Grundlegende Zusammenhänge zwischen Verkehr, Raum und Wirtschaftsentwicklung; Grundbegriffe; Messung und Beobachtung des Verkehrsverhaltens; die Methoden des Vier-Stufen-Ansatzes; Kosten-Nutzen-Analyse.

Literatur Ortuzar, J. de D. and L. Willumsen (2011) Modelling Transport, Wiley, Chichester.



<b>101-0114-10L</b>	<b>Baustatik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>E. Chatzi, A. Egger</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung bietet die Grundlage für fortgeschrittene Überlegungen zur Strukturanalyse. Dazu gehören die Lösung unbestimmter Systeme mit Hilfe der Verformungsmethode und der Matrizenstrukturanalyse (Direkte Steifigkeits Methode) sowie die Lösung von Systemen mit nichtlinearem Materialverhalten (z.B. aufgrund von Plastizität).				
Lernziel	Beherrschen der Methoden zur Berechnung statisch unbestimmter Stabtragwerke Erweiterung des Verständnisses des Tragverhaltens von Stabtragwerken unter Einbezug Plastizitätseffekte Fähigkeit, Resultate numerischer Berechnungen vernünftig zu interpretieren und zu kontrollieren				
Inhalt	Lineare Statik der Stabtragwerke Verformungsmethode Matrizenstatik  Nichtlineare Statik der Stabtragwerke Elastisch-plastische Systeme Traglastverfahren				
Literatur	Simon Zweidler, "Baustatik II", 2017. Peter Marti, "Baustatik", Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2012, 683 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Baustatik I				

### ▶▶▶ Prüfungsblock 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0134-00L</b>	<b>Stahlbau I</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Taras</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagenverständnis der Stahlbauweise mit deren Festigkeits- und Stabilitätsproblemen. Überlegungen und Hintergründe für die Bemessung von Bauteilen, konstruktives Verständnis, Wechselwirkungen zwischen konstr. Ausbildung und statischer Modellbildung, Einführung in die ingenieurmässige Denkweise. Übungen vertiefen das Verständnis und die Vorgehensweise für die Bemessung und Konstruktion.				
Lernziel	Verständnis der Grundlagen der Stahlbauweise mit den zugehörigen Festigkeits- und Stabilitätsproblemen. Die Schwerpunkte liegen beim Aufzeigen der Überlegungen und Hintergründe der entsprechenden Bemessung von Bauteilen, sowie beim konstruktiven Verständnis und dem Erkennen der Wechselwirkungen zwischen konstruktiver Ausbildung und statischer Modellbildung. Über die Art des Konstruierens und Bauens in Stahl soll in die ingenieurmässige Denkweise eingeführt werden.				
Inhalt	Anwendungsgebiete des Stahlbaus (materialspezifische Merkmale und deren Auswirkungen auf die Konstruktionsweise); Stahl als Baustoff (Herstellung, Lieferformen und mechanische Eigenschaften, Fabrikation von Stahlbauteilen, Sicherheitsnachweise); Verbindungen / Anschlüsse und Verbindungsmittel (Schrauben, Schweissen); Stabilitätsprobleme (Knicken, Kippen, Beulen). Übungen vertiefen das Verständnis und die Vorgehensweise für die Bemessung und Konstruktion von Tragwerken in Stahl.				
Skript	Autographie zum Stoffgebiet, Folienkopien, C4/06 "Bemessungstabellen" 2016 SZS (Stahlbau-Zentrum Schweiz) C5/05 "Konstruktionstabellen" 2016 SZS (Stahlbau-Zentrum Schweiz) C8 "Konstruktive Details im Stahlhochbau" 1996 SZS (Stahlbau-Zentrum Schweiz) Norm SIA 263 "Stahlbau" 2013 SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein)				
Literatur	Empfohlene und ergänzende Literatur: - Hirt, M.; Bez, R.; Nussbaumer, A.: Stahlbau Grundbegriffe und Bemessungsverfahren, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2012 - Dubas, P.; Gehri, E.: Stahlhochbau Grundlagen, Konstruktionsarten und Konstruktionselemente von Hallen- und Skelettbauten, Springer-Verlag Berlin, 1988				
Voraussetzungen / Besonderes	Kenntnisse aus der Vorlesung Baustatik I.				

### ▶ Bachelor-Studium (Studienreglement 2014)

#### ▶▶ Obligatorische Fächer 6. Semester

#### ▶▶▶ Prüfungsblock 4

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0126-01L</b>	<b>Stahlbeton II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>5G</b>	<b>W. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Inhalt: Spannbeton (Einführung, Spannsysteme, Tragverhalten, Konstruktive Durchbildung, Träger, Decken), Platten (Einführung, Fließbedingungen, Gleichgewichtslösungen, Fließgelenklinienmethode, Querkräfte und Durchstanzen, Gebrauchstauglichkeit).				
Lernziel	Erfassung der Tragwirkung von Platten; Kenntnis der Vorspanntechnik; Sichere Bemessung und konstruktive Durchbildung typischer Tragwerke des Hochbaus.				
Inhalt	Spannbeton (Einführung, Spannsysteme, Tragverhalten, Konstruktive Durchbildung, Träger, Decken), Platten (Einführung, Fließbedingungen, Gleichgewichtslösungen, Fließgelenklinienmethode, Querkräfte und Durchstanzen, Gebrauchstauglichkeit).				
Skript	Autographie sowie Dokumentationen von Vorspannfirmer erhältlich unter: <a href="https://concrete.ethz.ch/sbe-ii/">https://concrete.ethz.ch/sbe-ii/</a>				
Literatur	- Norm SIA 260 "Grundlagen der Projektierung von Tragwerken", - Norm SIA 261 "Einwirkungen auf Tragwerke", - Norm SIA 262 "Betonbau", - "Ingenieur-Betonbau", vdf Hochschulverlag, Zürich, 2005, 225 pp. - Peter Marti, "Baustatik", Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2012, 683 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: "Baustatik I", "Baustatik II", "Stahlbeton I".				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>101-0556-01L</b>	<b>Bauverfahren</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>S. Moser</b>
Kurzbeschreibung	- Bauverfahren Tief- und Spezialtiefbau sowie des Tunnelbaus - Planung des Herstellungsprozesses eines Bauwerks, der Baustelleneinrichtung und -logistik - Grundlagen der Termin- und Kostenplanung und Einführung relevanter Normen und Richtlinien				
Lernziel	Studierende erwerben praxisnahe Kenntnisse bezüglich - des Aufbaus von Ausschreibungsunterlagen. - der Terminplanung und Kalkulation. - der Bauverfahren des Tief-, Spezialtief- und Tunnelbaus. - der Leistungsermittlung im Erdbau und Konzeption der Baustellenlogistik.				
Inhalt	Allgemeine Grundlagen: - SIA 103, SIA 112, SIA 118 - Kostenkalkulation - Terminplanung - Submission (LV, BB, AQV) - Verfahren der Baugrunderkundung und -überwachung  Tief-/ Spezialtiefbau: - Wasserhaltung - Pressvortrieb/ Microtunneling - Pfähle / Baugrubenabschlüsse - Anker - Baugrundverbesserungsverfahren - Deckelbauweise - Senkkästen - Bauhilfsmassnahmen: Injektionen/ Jetting  Tunnelbau: - Vortriebsklassifizierung - konventioneller Vortrieb - maschineller Vortrieb - Entwässerung und Abdichtung - Verkleidung/ Innenausbau - Bauhilfsmassnahmen: Rohrschirm, Spiessschirm  Planung der Bauausführung und Logistik: - Leistungsermittlung - Logistik/ Installationen - Transportlogistik - Schalung und Krane				
Skript	Vorlesungsfolien, ergänzende Handouts zu ausgewählten Themen Die Unterlagen werden bereitgestellt. Nähere Informationen hierzu erhalten die Studierenden in der ersten Lehrveranstaltung.				
Literatur	Im Rahmen der Vorlesung wird auf zusätzliche Fachliteratur verwiesen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Interesse				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0326-03L</b>	<b>Fels- und Untertagbau</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Anagnostou</b>
Kurzbeschreibung	Verständnis und modellhafte Erfassung der grundlegenden Eigenschaften des Materials Fels und deren bautechnischen Auswirkungen. Vermittlung grundlegender Aspekte der Projektierung, des Entwurfs und der Statik im Untertagbau.				
Lernziel	Verständnis und modellhafte Erfassung der grundlegenden Eigenschaften des Materials Fels und deren bautechnischen Auswirkungen. Vermittlung grundlegender Aspekte der Projektierung, des Entwurfs und der Statik im Untertagbau.				
Inhalt	Grundphänomene und Problemstellungen des Felsbaus über Tage und des Untertagbaus im Fels; Felsstruktur; Erfassung des Trennflächengefüges und der mechanischen Eigenschaften der Trennflächen; felshydraulische Grundlagen; Einfluss des Wassers auf das Kräftespiel; Verformungs- und Festigkeitseigenschaften von Gestein; Stabilität von Felsböschungen und Felsfundationen; Feldversuche und Feldmessungen. Grundzüge Entwurf und Projektierung von Untertagbauten: Bauliche Anlagen des Verkehrstunnelbaus. Systemwahl. Linienführung. Betriebslüftung. Profilgestaltung. Übersicht Vortriebsarbeiten, typische Phänomene und Gefährdungen, Gegenmassnahmen. Grundzüge Tunnelstatik: Aufzeigen zweckmässiger Berechnungsmodelle ausgehend von der Beschreibung und Diskussion verschiedener, im Untertagbau auftretender Phänomene. Spannungsanalyse von Untertagbauten. Die Gebirgskennlinie und die Interaktion des Gebirges mit dem Ausbau. Auflockerungsdruck im Fels und im Lockergestein. Stabilität der Ortsbrust im Lockergestein. Berechnungsmodelle zur Dimensionierung des Ausbaus.				
Skript	Autographie				
Literatur	Empfehlungen				
<b>101-0416-10L</b>	<b>Road Transport Systems</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Kouvelas</b>
Kurzbeschreibung	The course covers road transportation technologies, network design, traffic flow theory, operations of private and public transport, management and control of intelligent transportation systems.				
Lernziel	This course gives the students an overview of topics involved in road transport systems and provides the background for Masters degree study.				
Skript	The lecture notes and additional handouts will be provided during the lectures.				
<b>101-0206-00L</b>	<b>Wasserbau</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Boes</b>
Kurzbeschreibung	Wasserbauliche Systeme, Anlagen und Bauwerke (z.B. Talsperren, Fassungen, Stollen, Leitungen, Kanäle, Wehre, Krafthäuser, Schleusen), Grundlagen des Flussbaus und der Naturgefahren				
Lernziel	Im Fach "Wasserbau" werden die Kompetenzen Prozessverständnis und Systemverständnis gelehrt, angewandt und geprüft. Konzeptentwicklung wird gelehrt und angewandt. Es werden Kenntnisse wasserbaulicher Anlageteile und ihrer Funktion innerhalb wasserbaulicher Systeme vermittelt; die Lernenden werden zu Entwurf und Dimensionierung hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit befähigt.				

Inhalt	Wasserbauliche Systeme: Speicher, Nieder- und Hochdruckanlagen. Wehre: Wehrrarten, Verschlüsse, Hydraulische Bemessung. Fassungen: Fassungsarten, Entsandungsanlagen. Kanäle: konstruktive Gestaltung, offene und geschlossene Kanäle. Leitungen: Auskleidungstypen, hydraulische Bemessung von Druckstollen und Druckschächten. Talsperren: Talsperrentypen, Nebenanlagen. Flussbau: Abflussberechnung, Sedimenttransport, flussbauliche Massnahmen. Naturgefahren: Überblick und Grundlagen zu Art und Schutzmassnahmentypen. Verkehrswasserbau: Schifffahrtskanäle und Schleusen. Schriftliche Übungen, Übung im hydraulischen Labor und am Computer. Exkursion.		
Skript	Umfassendes Wasserbau-Skript. Ergänzende Vorlesungsunterlagen.		
Literatur	Weiterführende Literatur ist am Ende des jeweiligen Skript-Kapitels angegeben. Empfehlenswerte Fachbücher: - Giesecke, J., Heimerl, S. & Mosonyi, E. (2014): Wasserkraftanlagen (6. Auflage), Springer-Verlag, Berlin - Patt, H. & Gonsowsky, P. (2011): Wasserbau (7. Auflage), Springer-Verlag, Berlin - Bollrich, G. (2000): Technische Hydromechanik, Verlag für Bauwesen, Berlin - Strobl, T., Zunic, F. (2006): Wasserbau, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. - Hager, W.H., Schleiss, A.J. (2009): Constructions Hydrauliques; Traité de Génie Civil, Vol. 15, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.		
Voraussetzungen / Besonderes	als Grundlage dringend empfohlen: Hydraulik I (Vorlesung 101-0203)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0006-10L	<b>Bachelor-Arbeit ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit bildet den Abschluss des Bachelor-Studiums. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeit der Studierenden, selbständig und strukturiert zu arbeiten, fördern.				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes wissenschaftliches Arbeiten und Anwendung ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden fördern.				
Inhalt	Die Inhalte bauen auf den Grundlagen des Bachelor-Studiums auf. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Aufgaben zur Auswahl angeboten. Die Arbeit umfasst einem schriftlichen Bericht und eine mündliche Präsentation.				

### ► Wissenschaft im Kontext

#### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BAUG*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

#### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### Bauingenieurwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Bauingenieurwissenschaften Master

## ► Vertiefungsfächer

### ►► Vertiefung in Bau- und Erhaltungsmanagement

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W+</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey, C. Richmond</b>
Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to				
	1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and				
	2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.				
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems				
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks				
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.				
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.				
	They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.				
	They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another				
Inhalt	A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.				
	The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".				
	The lecture series is divided as follows:				
	- General presentation				
	- Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc.				
	- Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.				
Skript	For each lecture slides will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.				
	No lecture will be given during Seminar week.				
<b>102-0348-00L</b>	<b>Prospective Environmental Assessments</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Hellweg, N. Heeren, A. Spörri</b>
	<i>Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.</i>				
Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.				
Lernziel	- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.				
	- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.				
	- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.				
	- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies				
	- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)				
Inhalt	- Scenario analysis				
	- Dynamic material flow analysis				
	- Temporal differentiation in LCA				
	- Systems dynamics tools				
	- Agent based models				
	- Assessment of future and present environmental impact				
	- Case studies				
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>102-0248-00L</b>	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. P. Leitão Correia</b> , M. Maurer, A. Scheidegger
	<i>Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II.</i>				
Kurzbeschreibung	An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.				
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Know the key principles of infrastructure management</li> <li>- Know the basics of performance and risk assessment</li> <li>- Can perform basic engineering economic analysis</li> <li>- Know how to quantify the future rehabilitation needs</li> </ul>				
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita. <p>Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.</p> <p>This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries.</p>				
Skript	A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>101-0531-00L</b>	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>7.5P</b>	<b>C. De Wolf</b>
	<i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024</li> <li>2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024</li> <li>3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents</li> </ol> <p><i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i></p>				
Kurzbeschreibung	The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures.</li> <li>2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.)</li> <li>3. Communicate the importance and urgency of circular construction.</li> <li>4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).</li> </ol>				

Inhalt	<p>Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own.</li> <li>• They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design &amp; construction, and filmmaking is expected from the students.</li> <li>• They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.</li> </ul>		
Skript	<p>Language: English  Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.</p>		
Literatur	<p>Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348 De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link  Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9.  Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Interest in Digitalisation and Construction.  Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <p>The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place.  All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register:  1. Enroll before 09.02.2024.  2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.</p> <p>Collaborators:  Wick upcycling GmbH  baubüro insitu ag</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► Vertiefung in Geotechnik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0318-01L	<b>Untertagbau II</b> <i>Voraussetzung: Untertagbau I</i>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Anagnostou, M. Ramoni</b>
Kurzbeschreibung	Geotechnische Aspekte maschineller Vortriebe im Lockergestein oder Fels. Tunnelbau im druckhaften Fels. Tunnelbau im quellfähigen Fels.				
Lernziel	Verstehen der geotechnischen Aspekte maschineller Vortriebe im Lockergestein oder Fels. Vertiefung besonderer Gebirgsdruckarten.				
Inhalt	Maschineller Vortrieb im Lockergestein Maschineller Vortrieb im Fels Untertagbau in druckhaftem Gebirge Untertagbau in quellfähigem Gebirge				
Skript	Autographieblätter				
Literatur	Empfehlungen				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Lehrveranstaltung wird bis und mit FS24 weiterhin auf Deutsch angeboten.				
101-0558-00L	<b>Sprengtechnik ■</b> <i>Maximale Teilnehmerzahl: 24</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. J. Kapp, D. Kohler, C. Petrini, M. A. von Ah</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von vertieften Grundlagen und Kenntnissen der effizienten Sprengtechnik im Tunnel- und Tiefbau unter Berücksichtigung moderner Sprengstoff- und Zündsysteme sowie Arbeits- und Umweltsicherheit.				
Lernziel	Beherrschung der theoretischen und praktischen Grundlagen zur Planung und Ausführungen von Sprengungen unter- sowie übertage.				

Inhalt	- Vertiefte theoretische und praktische Grundlagen der Sprengtechnik - Einsatzgebiete und Wirkungsweise der Sprengstoffe - Einsatzgebiete und Wirkungsweise pyrotechnischer, elektrischer und elektronischer Zündsysteme - Technik des Hochleistungssprengens im Tage- und Untertagebau - Arbeits- und Umweltsicherheit sowie gesetzliche Anforderungen
Skript	Vorlesungsskript, Übungsunterlagen
Literatur	Aktuelle Literaturliste ist im Vorlesungsskript enthalten
Voraussetzungen / Besonderes	Die Teilnehmer müssen die Prüfungen folgender Lehrveranstaltungen bestanden haben: •Geologie und Petrographie (1. Sem. BSc) •Fels- und Untertagebau (6. Sem. BSc)

Der erfolgreiche Abschluss dieses Seminars berechtigt zur Teilnahme an der Prüfung zur Erlangung des Sprengausweises C für Kaderaufgaben.

**WICHTIG:**

Eine alleinige Einschreibung in mystudies gilt NICHT als verbindliche Kursanmeldung. Sämtliche Anmeldeinformationen sind abrufbar unter [www.tunnel.ethz.ch](http://www.tunnel.ethz.ch)

<b>101-0368-00L</b>	<b>Constitutive and Numerical Modelling in Geotechnics</b>	<b>W+</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Puzrin, D. Hauswirth</b>
Kurzbeschreibung	<i>Priority is given to the students with Major in Geotechnics.</i> This course aims to achieve a basic understanding of conventional continuum mechanics approaches to constitutive and numerical modeling of soils in geotechnical problems. We focus on applications of the constitutive models within the available numerical codes. Important issue of derivation of model parameters from the lab tests has also received considerable attention.				
Lernziel	This course targets geotechnical engineers, who face these days more often the necessity of the numerical analysis in their practice. Understanding of the limitations of the built-in constitutive models is crucial for critical assessment of the results of numerical calculations, and, hence, for the conservative and cost efficient design of geotechnical structures. The purpose of this course has been to bridge the gap between the graduate courses in Geomechanics and those in Numerical Modeling. Traditionally, in many geotechnical programs, Geomechanics is not taught within the rigorous context of Continuum Mechanics. There is a good reason for that the behavior of soils is very complex: it is more advantageous to explain it at a semi-empirical level, instead of scaring the students away with cumbersome mathematical models. However, when it comes to Numerical Modeling courses, these are often taught using commercially available finite elements (e.g. ABAQUS, PLAXIS) or finite differences (e.g. FLAC) software, which utilize constitutive relationships within the Continuous Mechanics framework. Quite often students have to learn the challenging subject of constitutive modeling from a program manual!				
Inhalt	This course is introductory - by no means does it claim any completeness and state of the art in such a dynamically developing field as constitutive and numerical modeling of soils. Our intention is to achieve a basic understanding of conventional continuum mechanics approaches to constitutive and numerical modeling, which can serve as a foundation for exploring more advanced theories. We focus on applications of the constitutive models within the available numerical codes. Important issue of derivation of model parameters from the lab tests has also received considerable attention.				
Skript	Handout notes Example worksheets				
Literatur	- Puzrin, A.M. (2012). Constitutive Modelling in Geomechanics: Introduction. Springer Verlag. Heidelberg, 312 p.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>101-0378-00L</b>	<b>Soil Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Anastasopoulos, A. Marin, L. Sakellariadis, T. M. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen bodendynamischer Problemstellungen, Einführung in das geotechnische Erdbebeningenieurwesen, Lösen einfacher Probleme				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen, um bodendynamische Problemstellungen erkennen zu können, einfache Probleme selbständig zu lösen und bei komplexeren Aufgaben Spezialisten effizient beauftragen zu können.				
Inhalt	Grundlagen der Dynamik und der Bodendynamik: Unterschiede und Gemeinsamkeiten Bodenmechanik-Bodendynamik. Repetition der Grundlagen am Beispiel des Einmassenschwingers; Wellenausbreitung im elastischen Halbraum und im realen Boden. Einfluss der geologischen Schichtung, des Grundwassers etc. auf Wellenausbreitung. Dynamische Bodenkennziffern (Deformation und Festigkeit): Konstitutive Modellierung des Bodens, Bodenkennziffern für Sand, Kies, Ton, Fels. Bestimmung der Bodenkennziffern im Labor und Feld. Erschütterungen: Ausbreitungsprognose von Erschütterungen. Beurteilung von Erschütterungen bezüglich Gebäudeschäden und Belästigung des Menschen. Reduktion von Erschütterungen. Geotechnische Erdbebenprobleme: Grundbegriffe. Schäden infolge Erdbeben. Analyse der seismischen Gefährdung, Ermittlung von Bemessungsbeben. Einfluss der lokalen Geologie und Topographie auf die Bodenerschütterung. Grundlagen der Boden-Bauwerksinteraktion. Grundsätze der erdbebengerechten Dimensionierung von Fundationen, Stütz- und Erdbauwerken (Dämme). Bodenverflüssigung. Anwendung der SIA 261/267/269-8. Probleme der Gebrauchstauglichkeit: Bleibende Verformungen aufgrund wiederholter Belastung, Sackungen				
Skript	Buch Studer, J.; Laue, J. & Koller, M.: Bodendynamik, Springer Verlag 2007				
Literatur	Ergänzt durch Aufsätze und Notizen die elektronisch zu Verfügung gestellt werden Towhata, I. (2008) Geotechnical Earthquake Engineering. Springer Verlag, Berlin Kramer, S. L. (1996) Geotechnical earthquake engineering. Pearson Education India.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlagenwissen der Mechanik und der Geotechnik				
<b>101-0302-00L</b>	<b>Clays in Geotechnics: Problems and Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Plötze</b>
Kurzbeschreibung	This course gives a comprehensive introduction in clay mineralogy, properties, characterising and testing methods as well as applied aspects and problems of clays and clay minerals in geotechnics.				
Lernziel	Upon successful completion of this course the student is able to: - Describe clay minerals and their fundamental properties - Describe/propose methods for characterisation of clays and clay minerals - Draw conclusion about specific properties of clays with a focus to their potential use, problematics and things to consider in geotechnics and engineering geology.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to clays and clay minerals (importance and application in geosciences, industry and everyday life)</li> <li>- Origin of clays (formation of clays and clay minerals, geological origin)</li> <li>- Clay mineral structure, classification and identification incl. methods for investigation (e.g., XRD)</li> <li>- Properties of clay materials, characterisation and quantification incl. methods for investigation (e.g., cation exchange, rheology, plasticity, shearing, swelling, permeability, retardation and diffusion)</li> <li>- Clay Minerals in geotechnics: Problems and applications (e.g. soil mechanics, barriers, slurry walls, tunnelling)</li> </ul>		
Skript	Lecture slides and further documents will be provided.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert

<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				
Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.				
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Major aspects of urban development</li> <li>•The Subsurface as the final frontier</li> <li>•Historical approaches to underground space development</li> <li>•Urban sustainability aspects</li> <li>•Modelling and mapping the underground</li> <li>•Policy building and urban planning</li> <li>•Design and architecture -creating a new urban tissue</li> <li>•Constructability of underground spaces</li> <li>•Future cities -resilient cities</li> <li>•Governance and legal challenges</li> <li>•Investment aspects and value capture</li> <li>•Future proofing our infrastructure</li> <li>•Best practice of underground space use</li> <li>•Excursion to underground facility (if possible)</li> <li>•Guest speakers on relevant topics</li> </ul>				
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentation slides</li> <li>•Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiraal, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3</li> <li>•Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos</li> <li>•Material from guest presenters</li> <li>•See also link "learning materials"</li> </ul>				
Literatur	various articles and books will be recommended during the course				
	please see also weblinks "learning materials"				

## ►► Vertiefung in Konstruktion

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0138-00L</b>	<b>Bridge Design</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>W. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the fundamentals of bridge design. It covers the entire range from conceptual design to construction, encompassing all relevant building materials. The focus lies on the structural behaviour of today's most important bridge typologies and their suitability for certain boundary conditions, the dimensioning of the main structural elements as well as construction methods.				
Lernziel	After successful completion of this course, the student should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Define the main bridge design parameters and identify constraints and boundary conditions</li> <li>- Explain the structural behaviour and peculiarities of today's most important bridge typologies</li> <li>- Explain the main elements of bridges and their structural behaviour</li> <li>- Define the relevant actions on bridges</li> <li>- Dimension a standard bridge (pre-dimensioning by hand; dimensioning using computer-aided tools)</li> <li>- Explain the most relevant bridge construction and erection methods</li> <li>- Select an appropriate typology and conceive a convincing bridge for a site with its specific boundary conditions</li> <li>- Name the most eminent bridge designers and their relevant works</li> </ul>				
Inhalt	The course is built up as follows: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Conceptual design</li> <li>3. Superstructure / Girder bridges</li> <li>4. Support and articulation</li> <li>5. Substructure</li> <li>6. Arch bridges</li> <li>7. Frame bridges</li> <li>8. Special girder bridges</li> <li>9. Cable-supported bridges</li> </ol> <p>The course is complemented by</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guest lectures by leading bridge designers active in industry</li> <li>- Inverted classroom exercises on conceptual bridge design</li> <li>- Slides on eminent bridge designers and their works</li> <li>- Exercises (homework)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes (slides with explanations)				



Literatur	Menn C.: Prestressed Concrete Bridges. Basel: Birkhäuser Basel, 1990 (available online at ETH Library)				
	Hirt, M., Lebet, J.P.: Steel Bridges. EPFL Press, New York, 2013 (available online at ETH Library)				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is part of the MSc specialisation in structures and requires solid knowledge in structural analysis and design. Students are assumed to be proficient in the material taught in the following courses offered in the BSc in Civil Engineering at ETH Zurich (or have acquired equivalent knowledge elsewhere): - Theory of structures I+II - Steel structures I+II (incl. steel-concrete composite structures) - Structural Concrete I+II (incl. prestressed concrete)				
Kompetenzen	The flipped classroom exercises are preparing the students for Part 1 of the exam (conceptual design). Active participation is highly recommended to all students who have not conceived a bridge.	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert	
<b>101-0148-01L</b>	<b>Hochbau</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Frangi, M. Klippel, H. Seelhofer</b>
Kurzbeschreibung	Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Tragwerk, Erkennen und Qualifizieren der relevanten Zusammenhänge. Konsequenzen für den Entwurf und die Konzeption des Tragwerks. Auswahl an Tragwerksformen im Spiegel der möglichen Einflussgrößen.				
Lernziel	Einführung in eine ganzheitliche Betrachtung von Hochbauten aus der Sicht des Bauingenieurs.				
Inhalt	Einführung Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Tragwerk Tragstrukturen und Tragsysteme des Hochbaus Stabilisierung von Tragwerken und Bauteilen				
Skript	Folienkopien				
Literatur	"Hochbau für Ingenieure", Bachmann Hugo, vdf Verlag Zürich und B.G. Teubner Verlag Stuttgart, 1993				
<b>101-0158-01L</b>	<b>Method of Finite Elements I</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Chatzi, A. Egger</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the fundamental concepts of the Method of Finite Elements, including element formulations, numerical solution procedures and modelling details. We aim to equip students with the ability to code algorithms (based on Python) for the solution of practical problems of structural analysis. DISCLAIMER: the course is not an introduction to commercial software.				
Lernziel	The Direct Stiffness Method is revisited and the basic principles of Matrix Structural Analysis are overviewed. The basic theoretical concepts of the Method of Finite Elements are imparted and perspectives for problem solving procedures are provided. Linear finite element models for truss and continuum elements are introduced and their application for structural elements is demonstrated. The Method of Finite Elements is implemented on practical problems through accompanying demonstrations and assignments.				
Inhalt	Contents: – Introductory concepts In this introductory section, we discuss the background motivating adoption of finite element analysis and offer an overview of matrices and linear algebra. – The Direct Stiffness Method In this section, we overview the basic principles of the DSM method. We offer illustrative demos and exercises in Python. – Formulation of the Method of Finite Elements In this section, we overview the main ingredients to the formulation of the FE method, namely the Principle of Virtual Work; Isoparametric formulations. We discuss these formulations for both 1D Elements (truss, beam) and 2D Elements (plane stress/strain). We offer illustrative demos and exercises in Python. – Practical application of the Method of Finite Elements This section is concerned with use of the method into practice. We discuss practical considerations and move onto results interpretation onto realistic examples from actual use cases.				
Skript	The lecture notes are in the form of slides, available online from the course webpage: <a href="https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html">https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html</a>				
Literatur	Structural Analysis with the Finite Element Method: Linear Statics, Vol. 1 & Vol. 2 by Eugenio Onate (available online via the ETH Library)				
Voraussetzungen / Besonderes	Supplemental Reading Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996. Prior basic knowledge of Python is necessary.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>101-0168-00L</b>	<b>Holzbau II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Frangi, M. Klippel, S. Schilling</b>
Kurzbeschreibung	Verständnis der theoretischen Grundlagen und der konstruktiven Belange des Ingenieur-Holzbaus. Erkennen der holzspezifischen Besonderheiten, insbesondere der Anisotropie, der Schwind- und Quellverformungen und der Langzeiteinflüsse sowie deren konstruktive und bemessungstechnische Bewältigung. Entwurf, Konstruktion und Bemessung von Dach-, Hallen- und Brückenbauten.				
Lernziel	Verständnis und Anwendung der theoretischen Grundlagen und der konstruktiven Belange des Ingenieur-Holzbaus. Erkennen der holzspezifischen Besonderheiten, insbesondere der Anisotropie, der Schwind- und Quellverformungen und der Langzeiteinflüsse, sowie deren konstruktive und bemessungstechnische Bewältigung. Bemessung von Dach-, Hallen- und Brückenbauten.				
Inhalt	Anwendungsgebiete des Holzbaus (materialspezifische Merkmale und deren Auswirkung auf die Konstruktionsweise); Holz als Baustoff (Aufbau des Holzes, Sortierung, physikalische und mechanische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen); Dauerhaftigkeit und konstruktiver Holzschutz; Bemessungsgrundlagen und Verbindungen (Verleimung, Nägel, Dübel, Bolzen, Schrauben); Bauteile und wichtigste ebene und räumliche Tragwerke (Berechnung und Bemessung unter Beachtung nachgiebiger Verbindungen); besondere konstruktive Belange des Dach-, Hallen- und Brückenbaus.				
Skript	Autographie Holzbau Folienkopien				
Literatur	Holzbautabellen HBT 1, Lignum (2012) Norm SIA 265 (2012) Norm SIA 265/1 (2009)				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Kenntnisse in Baustatik				
<b>101-0188-00L</b>	<b>Seismic Design of Structures I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Stojadinovic</b>
Kurzbeschreibung	The following topics are covered: 1) origin and quantification of earthquake hazard; 2) seismic response of elastic and inelastic structures; 3) response history and response spectrum seismic evaluation methods; 4) basis for seismic design codes; and 5) fundamentals of seismic design of structures. These topics are discussed in framework of performance-based seismic design.				
Lernziel	After successfully completing this course the students will be able to: 1. Explain the nature of earthquake hazard and risk. 2. Explain the seismic response of simple linear and nonlinear single- and multi-degree-of-freedom structural systems and quantify it using response time history and response spectrum approaches. 3. Apply design code provisions to size the structural elements in a lateral force resisting system of a typical frame and wall buildings.				
Inhalt	This course initiates the series of two courses on seismic design of structures at ETH. Building on the material covered in the course on Structural Dynamics and Vibration Problems, the following fundamental topics are covered in this course: 1) origin and quantification of earthquake hazard; 2) seismic response of elastic and inelastic single- and multiple-degree-of-freedom structures; 3) response history and response spectrum seismic response evaluation methods; 4) basis for seismic design codes; and 5) fundamentals of seismic design of structures. These topics are discussed in framework of performance-based seismic design.				
Skript	Electronic copies of the learning material will be uploaded to ILIAS and available through myStudies. The learning material includes the lecture presentations, additional reading, and exercise problems and solutions.				
Literatur	1. Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, 5th edition, Anil Chopra, Prentice Hall, 2017 2. Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering, Yousef Borzorgnia and Vitelmo Bertero, Eds., CRC Press, 2004 3. Erdbebensicherung von Bauwerken, 2nd edition, Hugo Bachmann, Birkhäuser, Basel, 2002				
Voraussetzungen / Besonderes	ETH Structural Dynamics and Vibration Problems course, or equivalent. Students are expected to be able to compute the response of elastic single- and multiple-degree-of-freedom structural systems in free vibration, as well as in forced vibration under harmonic and pulse excitation, to use the response spectrum method, and to understand and be able to apply the modal response analysis method for multiple-degree-of-freedom structures. Knowledge of structural analysis and design of reinforced concrete or steel structures under static loads is expected. Familiarity with general-purpose numerical analysis software, such as Matlab, and structural analysis software, such as Cubus, Sofistik or SAP2000, is desirable.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>101-0008-00L</b>	<b>Structural Identification and Health Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Chatzi, V. Nertimanis</b>
Kurzbeschreibung	This course will present methods for structural identification and health monitoring. We show how to exploit measurements of structural response (e.g. strains, deflections, accelerations) for evaluating structural condition, with the purpose of maintaining a safe and resilient infrastructure.				
Lernziel	This course aims at providing a graduate level introduction into the identification and condition assessment of structural systems.				
Inhalt	Upon completion of the course, the students will be able to:				
	1. Test Structural Systems for assessing their condition, as this is expressed through measurements of dynamic response.				
	2. Analyse vibration signals for identifying characteristic structural properties, such as frequencies, mode shapes and damping, based on noisy measurements of the structural response.				
	3. Formulate structural equations in the time and frequency domain				
	4. Identify possible damage into the structure by picking up statistical changes in the structural behavior				
The course will include theory and algorithms for system identification, programming assignments, as well as laboratory and field testing, thereby offering a well-rounded overview of the ways in which we may extract response data from structures.					
The topics to be covered are :					
1. Elements of Vibration Theory					
2. Transform Domain Methods					
3. Digital Signals (P)					
4. Nonparametric Identification for processing test and measurement data (transient, correlation, spectral analysis)					
5. Parametric Identification (time series analysis, transfer functions)					
A series of computer/lab exercises and in-class demonstrations will take place, providing a "hands-on" feel for the course topics.					
Grading:					
- This course offers optional homework as learning tasks, which can improve the grade of the end- of-semester examination up to 0.25 grade points (bonus).					
- The learning tasks will be taken into account if all 3 homeworks are submitted. The maximum grade of 6 can also be achieved by sitting the final examination only.					

Skript	The course script is composed by the lecture slides, which are available online and will be continuously updated throughout the duration of the course: <a href="https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/structural-identification-and-health-monitoring.html">https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/structural-identification-and-health-monitoring.html</a>				
Literatur	Suggested Reading: T. Söderström and P. Stoica: System Identification, Prentice Hall International: <a href="http://user.it.uu.se/~ts/sysidbook.pdf">http://user.it.uu.se/~ts/sysidbook.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with MATLAB is advised.				
<b>101-0194-00L</b>	<b>Seismic Evaluation and Retrofitting of Existing Buildings</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. Tsiavos</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to present the state of the art of the current procedures for seismic evaluation and retrofitting of existing buildings in Switzerland (Norm SIA 269/8) and worldwide. Emphasis will be given on the practical application of these procedures in real buildings located in Switzerland, through case studies presented by experts in the field.				
Lernziel	A large percentage of the existing building inventory worldwide has been constructed before the introduction of the current seismic code provisions. The seismic deficiencies observed in many of these structures are a direct outcome of their non-compliance with these provisions and the established engineering practices in seismic design. Moreover, the unavoidable material deterioration in these structures could further inhibit their seismic performance. Therefore, the knowledge of the current procedures and common practices for the seismic evaluation and retrofitting of buildings is of paramount importance. This course presents an overview of these procedures through a wide spectrum of applied case studies in Switzerland and worldwide. The students will work on a project related to the presented case studies, thus obtaining deep understanding on the application of these procedures and a feeling on how to engineer practical retrofitting strategies towards the seismic upgrading of existing buildings.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to seismic hazard and seismic performance objectives.</li> <li>2. Common structural deficiencies and observed damage patterns in buildings due to strong earthquake ground motion excitation.</li> <li>3. Seismic evaluation of buildings in Switzerland using Norm SIA 269/8: Presentation of the code in steps and discussion of the critical issues.</li> <li>4. Seismic retrofitting of buildings in Switzerland using Norm SIA 269/8: Presentation of the code in steps and discussion of the critical issues.</li> <li>5. Application of seismic evaluation using SIA 269/8 on an existing building in Switzerland.</li> <li>6. Application of seismic retrofitting using SIA 269/8 on an existing building in Switzerland.</li> <li>7. Seismic evaluation methodologies worldwide: State of the art. Presentation of illustrative examples.</li> <li>8. Introduction to Yield Point Spectra and the Constant Yield Displacement Evaluation (CYDE) method.</li> <li>9. Seismic retrofitting strategies worldwide: State of the art. Presentation of illustrative examples.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	The attendance of the course Existing Structures (Erhaltung von Tragwerken-101-0129-00L) and the participation in the course Seismic Design of Structures I (101-0188-00L) in parallel with this course are highly recommended.				
<b>101-0138-11L</b>	<b>Bridge Design: Project Competition</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W. Kaufmann</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>All students get on waiting list. Final registration based on application letter (information given in first lecture). Priority will be given to students attending "Bridge Design (101-0138-00 G)" and in the primary target group (Major in Structural Engineering or Projektbasierte Lehrveranstaltungen).</i>				
Kurzbeschreibung	This module offers the possibility to apply the fundamentals of the course Bridge Design in a conceptual design project. The scenario is set as a design competition: The students (group of two) will get a basic documentation (service criteria agreement, plans, digital terrain model, geotechnical report, photo documentation, etc.) and will develop a conceptual design suitable for the given site.				
Lernziel	At the end of the course, students will have developed a convincing bridge design that satisfies following criteria: <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Consideration of governing boundary conditions and constraints.</li> <li>_ Conception of an efficient structural system with an adequate aesthetic expression considering the environment.</li> <li>_ Definition of the relevant actions and decisive load cases.</li> <li>_ Proof of feasibility by dimensioning the main structural elements.</li> <li>_ Schematic overview of construction processes.</li> <li>_ Appropriate presentation and visualisation of the proposed bridge design.</li> </ul>				
Inhalt	The module is built up as follows: <ol style="list-style-type: none"> <li>0. Presentation of problem statement / project. (1st week of semester)</li> <li>1. Introduction to design tools &amp; working methods.</li> <li>2. Working on project (milestones): <ul style="list-style-type: none"> <li>... a. Define requirements and boundary conditions.</li> <li>... b. Study of references and possible concepts</li> <li>... c. Choice of best variant</li> <li>... d. Structural modelling &amp; calculations</li> <li>... e. Plans &amp; visualisation</li> </ul> </li> <li>3. Presentation of your work in a mid-term and a final critique.</li> <li>4. Submission</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended to attend the course "Bridge Design (101-0138-00 G)" simultaneously.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>101-0194-10L</b>	<b>Seismic Design and Evaluation of Bridges</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Tsiavos</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to provide the fundamental knowledge on the seismic design and evaluation of bridges in Switzerland and worldwide. The course focuses on the practical application of this knowledge through the seismic design and evaluation of real bridges located in Switzerland.				

Lernziel	The existing bridge inventory in Switzerland consists of about 3340 bridges, facilitating the continuous function of the national highway transportation network. Furthermore, a large number of new bridges are under construction in Switzerland. These bridges serve as intermediate links, connecting different communities and enabling the accessibility of different infrastructure components. Within this frame, the seismic protection of new and existing bridges is critical for the maintenance of the functionality of our communities and their ability to recover after a strong earthquake event. Along these lines, this course aims to provide knowledge of the latest code provisions and analysis methods for the seismic design and evaluation of bridges in Switzerland and worldwide. This knowledge will be provided through a combination of theoretical background with practical case study examples. The students will work on a project related to the presented case studies, thus obtaining hands-on experience in the seismic evaluation and seismic retrofitting of existing bridges located in Switzerland.				
Inhalt	<p>Lecture unit 1: 1. Introduction: bridges in low and moderate seismic hazard regions 2. Common seismic deficiencies of typical bridges</p> <p>Lecture unit 2: 3. Dynamic modelling of bridge systems 4. Dynamic modelling of bridge components (e.g. columns, bearings, joints, abutments, reinforcement splices, foundations, piles)</p> <p>Lecture unit 3: 5. Nonlinear static analysis 6. Nonlinear dynamic analysis</p> <p>Lecture unit 4: 7. Swiss code: seismic design 8. Swiss code: seismic evaluation</p> <p>Lecture unit 5: 9. Swiss example: seismic design issues 10. Swiss example: seismic evaluation</p> <p>Lecture unit 6 11. Seismic evaluation and retrofitting of bridges: EU perspective (low and moderate seismic hazard regions) 12. Seismic evaluation and retrofitting of bridges: US perspective (low and moderate seismic hazard regions)</p> <p>Lecture unit 7: 13. Project presentations 14. Course summary</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Bridge Design (101-0138-00L) and Seismic Design of Structures I (101-0188-00L) or equivalent, taken previously or being attended in parallel with this course.				
<b>101-0149-01L</b>	<b>Advanced Analysis and Design of Steel and Composite Structures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Taras, V. Vigneri</b>
Kurzbeschreibung	In „Advanced Analysis and Design of Steel Structures”, students will learn the background and practical application of simulation-based analysis and design methods in the design and assessment of steel and steel-concrete composite structures.				
Lernziel	In „Advanced Analysis and Design of Steel Structures”, students will learn the background and practical application of simulation-based analysis and design methods in the design and assessment of steel and steel-concrete composite structures.				
Inhalt	<p>The course will begin with introductory lessons on the structural behaviour of plated and shell-like structures as they are found in bridges, crane girders, masts and tanks or other vessels, and the main design criteria used in standards and product specifications. This is followed by an introduction of numerical methods of analysis used for these design tasks. These include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materially nonlinear analysis of steel and composite elements in frames and trusses</li> <li>- Linear buckling analysis</li> <li>- Geometrically nonlinear analysis of perfect and imperfect structures</li> <li>- Geometrically and materially nonlinear analysis</li> <li>- Methods of fatigue analysis: stress design by global and local approaches</li> <li>- Methods of fatigue analysis: calculation of stress intensity factors and J-integrals, crack propagation</li> <li>- Fire structural engineering of steel elements: thermal and stress analysis.</li> </ul>				
Skript	Lecture Slides, Notes on Worked Examples.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic and Advanced Courses in Steel & Composite Construction, E.g. Stahlbau 1 + 2, Advanced Steel Construction (MSc course)				
<b>066-0424-00L</b>	<b>Fire Safety and Acoustics Engineering</b> <i>This course replaces the former course 066-0420-00 "Indoor Environment, Resources and Safety" as of FS23.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Frangi, M. Klippel, S. M. Schoenwald</b>
Kurzbeschreibung	Principles and fundamental basics of Fire Safety and Acoustics Engineering				

Lernziel	Fire Safety Engineering		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fire safety objectives and regulations</li> <li>- Fire safety concepts and measures</li> <li>- Fire statistics</li> <li>- Human behavior and escape</li> <li>- Structural fire safety</li> <li>- Technical fire safety</li> <li>- Organizational fire safety</li> <li>- Risk and probabilistic</li> <li>- Economy of fire safety measures</li> </ul>		
Kompetenzen	Acoustics Engineering		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of sound: Sound waves, Sound sources and free field sound propagation, Sound descriptors and sound levels</li> <li>- Sound fields in rooms: Reflection and absorption at boundaries, Diffuse sound fields (reverberation time), Room modes</li> <li>- Airborne sound transmission through building elements I: Homogenous structures: Monolithic elements, Double leaf elements (walls, windows, ), Linings, toppings and additional layers</li> <li>- Airborne sound transmission through building elements II: Assembled (lightweight) structures: Double leaf framed elements</li> <li>- Impact sound transmission through building elements: Impact sources, Floor elements and floor toppings, Introduction structure-borne sound and vibration</li> <li>- Sound transmission in buildings I: Composite elements, Flanking sound transmission I: Concept of flanking, Monolithic buildings</li> <li>- Sound transmission in buildings II: Flanking sound transmission II: Lightweight framed buildings, Outline prediction methods, Noise from building systems and installations</li> <li>- Measurement, Descriptors and Regulations: Standardized measurement techniques and protocols</li> </ul>		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert

### ►► Vertiefung in Verkehrssysteme

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0428-00L</b>	<b>Entwurf und Bau von Verkehrsanlagen</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs. Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau und Oberbau; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse (Erdbau) und Oberbau inkl. Entwässerungssystem, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise				
Lernziel	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs Quantifizierung von Baurisiken und Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung Trasse, Steilböschungen, Oberbau und Entwässerungsanlagen				
Inhalt	Entwurfsgrundlagen und -modelle, Linienführung, Querschnitt, Knoten, Strassenausrüstung und Projektbearbeitung.				
Skript	Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau, Baugrunduntersuchungen, Festlegung von Nachweiskonzepten der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse und Böschungen, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise; Dimensionierung und Konstruktion von Oberbau, Gräben, Rohrleitungen der Entwässerungsanlagen, Spriessung;				
Kompetenzen	HR. Müller: Entwurf von Strassen, IVT-ETHZ, Januar 2020				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft	
<b>101-0459-00L</b>	<b>Logistics and Freight Transportation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Corman, M. De Almeida Costa</b>
Kurzbeschreibung	Grundsätze der Logistik und des Güterverkehrs; Angebote, Infrastruktur und Produktionsprozesse der verschiedenen Verkehrssysteme; regulatorische Rahmenbedingungen				
Lernziel	Erkennen und Verstehen der Zusammenhänge zwischen Logistikanforderungen, Markt, Angeboten, Betriebsprozessen, Infrastrukturen, Transportmitteln und Regulierung im Güterverkehr aller Transportsysteme (Strasse, Bahn, Kombiverkehr, Wasser und Luft).				
Inhalt	Logistikgrundsätze und -konzepte, Akteure der Logistik und des Güterverkehrs, Nachfrage (1), Lagerverwaltungssysteme, innerbetriebliche Logistik, Lagerung, Transportsicherung, Gefahrgut (2), Grundsätze der Angebotskonzepte, Produktionssysteme und Infrastruktur für Strasse, Schiene, Kombinierten Verkehr, Hochsee- und Binnenschifffahrt und Luftverkehr, urbane Logistik (3), Güterverkehrspolitik, Regulierung, Raumplanung, Standortfragen und Netzgestaltung mit Optimierungsverfahren (4)				
Skript	Die Kurssprache ist Englisch. Folien in englischer Sprache werden abgegeben, sowie Verweise auf Bücher und Referenzmaterial.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft		
		Verfahren und Technologien			geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft		
		Entscheidungsfindung			geprüft		
		Medien und digitale Technologien			gefördert		
		Problemlösung			geprüft		
		Projektmanagement			geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft	
			Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
			Kundenorientierung			gefördert	
			Menschenführung und Verantwortung			gefördert	
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert		
		Verhandlung			gefördert		
		Anpassung und Flexibilität			gefördert		
		Kreatives Denken			geprüft		
		Kritisches Denken			geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		
		<b>101-0488-01L</b>	<b>Fuss- und Veloverkehr</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Walter, E. Bosina, M. Meeder</b>
		Kurzbeschreibung	Grundlagen der Fussverkehrsplanung sowie der Planung von Anlagen des Radverkehrs, Transporttechnische Eigenschaften des Menschen, Entwurf von Fuss- und Radverkehrsnetzen, Anlagen des Fuss- und Radverkehrs, Mikrosimulation des Fussverkehrs, Beurteilung von Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität				
Lernziel	Erwerb von Grundkenntnissen im Bereich der Fuss- und Radverkehrsplanung, Kenntnis und Verständnis der transporttechnischen Eigenschaften des Menschen und der daraus folgenden Konsequenzen für den Entwurf und die Planung entsprechender Verkehrsanlagen, Fähigkeit zur Beurteilung der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit, Grundkenntnisse über die Mikrosimulation von Fussverkehrsströmen als zeitgemässes Planungs- und Analyseinstrument						
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung Fuss- und Veloverkehr</li> <li>2) Eigenschaften: Rad / Radfahrende / Zielgruppen</li> <li>3) Aufbau von Veloverkehrsnetzen</li> <li>4) Übung: Planung eines Radverkehrsnetzes.</li> <li>5) Anlagenentwurf Veloverkehr</li> <li>6) Veloparkierung</li> <li>7) Eigenschaften von zu Fuss Gehenden, Geschwindigkeit</li> <li>8) Fussverkehr: Leistungsfähigkeit und Qualität</li> <li>9) Fussverkehr Anlagengestaltung</li> <li>10) Fussverkehrsanlagen des öffentlichen Verkehrs</li> <li>11) Fussverkehr: Hindernisfreie Verkehrsräume</li> <li>12) Zählungen Fuss- und Veloverkehr</li> <li>13) Simulation des Fussverkehrs</li> <li>14) Technologie der Mikrosimulation des Fussverkehrs</li> <li>15) Übung: Dimensionierung von Fussverkehrsanlagen</li> <li>16) Shared Space</li> <li>17) Förderung des Fuss- und Veloverkehrs</li> <li>18) Exkursionen zu Themen des Fuss- und Veloverkehrs</li> </ol>						
Skript	Ausgewählte Materialien werden über die Moodle-Plattform in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.						
Literatur	Auf weiterführende Literatur wird jeweils in den Vorlesungen hingewiesen.						
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird unterstützt durch 2 Übungen sowie 2 Exkursionen zu den Themen Fuss- und Radverkehr.						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft		
		Verfahren und Technologien			geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft		
		Entscheidungsfindung			geprüft		
		Medien und digitale Technologien			geprüft		
		Problemlösung			geprüft		
		Projektmanagement			gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft	
			Kooperation und Teamarbeit			geprüft	
			Kundenorientierung			gefördert	
			Menschenführung und Verantwortung			gefördert	
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert		
		Verhandlung			gefördert		
		Anpassung und Flexibilität			geprüft		
		Kreatives Denken			geprüft		
		Kritisches Denken			geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft		
		<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey, C. Richmond</b>

Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to 1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and 2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.		
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems		
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks		
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.		
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.		
Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft gefördert

<b>103-0458-00L</b>	<b>Haushälterische Bodennutzung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Nebel</b>
	<i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung widmet sich den aktuellen Herausforderungen für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden. Dabei werden Instrumente und Verfahren zur Umsetzung einer qualitätsvollen Siedlungsentwicklung nach innen aufgezeigt. Die Betrachtung erfolgt dabei differenziert nach den verschiedenen Planungsebenen. Diverse externe Gastreferate aus Forschung und Praxis ergänzen die Vorlesung.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die Hintergründe, Grundlagen, Ziele und Ansätze einer nach innen gerichteten Siedlungsentwicklung und sind in der Lage, die zentralen Argumente für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden verständlich und nachvollziehbar zusammenzufassen. Ferner können sie, differenziert und massgeschneidert auf die Ausgangslage, inhaltliche und prozessuale Lösungsansätze für die Umsetzung einer hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen aufzeigen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsentwicklung und Siedlungsflächeninanspruchnahme: Fakten, Trends, Ursachen und Folgen</li> <li>- Siedlungsentwicklung nach innen: Grundlagen und strategische Zielsetzungen</li> <li>- Übersichten über Siedlungsflächenreserven</li> <li>- Formelle und informelle Instrumente und Verfahren für eine hochwertige Siedlungsentwicklung nach innen</li> <li>- Siedlungsflächenmanagement: Umsetzung auf kommunaler, kantonaler und nationaler Ebene</li> <li>- ergänzende aktuelle externe Inputs aus Forschung und Praxis</li> </ul>				
Skript	Die Unterlagen zur Vorlesung werden auf Moodle bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft geprüft

<b>101-0408-00L</b>	<b>Praktikum Siedlung und Verkehr</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b>	<b>B. Vitins</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Praktikum wendet die Methoden der Verkehrsplanung basierend auf Raumstrukturen beispielhaft an. Die Studierenden erarbeiten anhand realen Daten einer Fallstudie die vier Schritte der Verkehrsnachfrageberechnung und erstellen Verbesserungsszenarien für Verkehrsinfrastruktur und Raumplanung.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgehen zur Analyse und Lösung verkehrsplanerischer Fragestellungen</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Raum- und Verkehrsplanung</li> <li>- Erstellung von Modellen zur Lösung planerischer Aufgaben</li> <li>- Plausibilisierung und Kalibrierung der Modelle</li> <li>- Ausarbeitung von Lösungen, Vorschlag von Massnahmen</li> <li>- Beurteilung der Massnahmen und deren Auswirkungen</li> </ul>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				gefördert	
		Verfahren und Technologien				gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert	
		Entscheidungsfindung				gefördert	
		Problemlösung				gefördert	
		Projektmanagement				gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert	
		Kundenorientierung				gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				gefördert	
		Kreatives Denken				gefördert	
		Kritisches Denken				gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
<b>103-0427-00L</b>	<b>Regionalökonomie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>		<b>B. Buser, C. Abegg</b>	
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Regionalökonomie fokussiert auf die theoretische Betrachtung der Faktorallokation im Raum und der Wachstumsdeterminanten. Die Vorlesung nimmt eine übergeordnete Sichtweise ein (top down) und betrachtet regionale Entwicklung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Diskussion von wachstums- und regionalpolitischen Implikationen.						
Lernziel	Die Studierenden sollen theoretische Grundlagen der räumlichen Ökonomie und regionalen Wachstumstheorien kennen; sie sollen die Kompetenz erwerben, raumwissenschaftliche und regionalökonomische Konzepte und Theorien auf konkrete Fragestellungen aus ihrem Studienbereich anwenden zu können.						
Inhalt	Ursprung der "Raumwirtschaftslehre" Regionalwirtschaftliche Kennzahlen und Wachstumsanalyse Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Wachstumstheorien Regionale Innovationstheorie (Innovationsprozesse, Clustertheorie und Innovationspolitik) Regionaler Arbeitsmarkt Theorie und politische Implikationen an Beispielen (Neue Regionalpolitik NRP, regionale Innovationssysteme RIS) Evaluation Politikinstrumente der Regionalentwicklung Gastreferat und Einbezug aktueller Ereignisse und Medien						
Skript	Die Vorlesungsmaterialien werden auf folgenden Websites jeweils im Voraus aufgeschaltet:  <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html</a>						
Literatur	Die Unterlagen werden abgegeben, es werden Hinweise auf die nachfolgende, freiwillige Fachliteratur gegeben:  Bathelt, H., Glückler J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 4. Auflage. ISBN: 978-3-8252-8728-3  Eisenhut, P. und Sturm J-E. (2022): Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2022/2023. Rüegger Verlag, Zürich. ISBN: 978-3-7253-1081-4  Eckey, H.-F. (2008): Regionalökonomie. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0999-2						
Voraussetzungen / Besonderes	Deutsch						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft	
		Verfahren und Technologien				gefördert	
		Analytische Kompetenzen				geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung					gefördert
		Medien und digitale Technologien					gefördert
		Problemlösung					geprüft
		Projektmanagement					gefördert
		Kommunikation					geprüft
		Kooperation und Teamarbeit					geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung					geprüft
		Menschenführung und Verantwortung					gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme					gefördert
		Sensibilität für Vielfalt					gefördert
Verhandlung						gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität					geprüft
		Kreatives Denken					geprüft
	Kritisches Denken					geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik					gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion					geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement					geprüft	
<b>227-0524-00L</b>	<b>Eisenbahn-Systemtechnik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>		<b>M. Meyer</b>	
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Traktionsantriebe: - elektrische Antriebssysteme und ihre Komponenten - thermische Antriebssysteme - Fahrzeuge mit Batteriespeichern Systemintegration: - Zugbeeinflussung - Energieverbrauch - Elektrische Systemkompatibilität						
Lernziel	- Kenntnisse über den Aufbau und die Eigenschaften von Traktions-Antriebssystemen - Überblick über systemweite Aufgaben (elektrische Systemintegration, Zugsicherungen, Energieverbrauch) - Einblick in die Aktivitäten der Schienenfahrzeug-Industrie und der Bahnen in der Schweiz - Begeisterung des Ingenieur Nachwuchses für die berufliche Tätigkeit bei Eisenbahn-Fahrzeugherstellern, Bahninfrastrukturen und Eisenbahn-Verkehrsgesellschaften						

Inhalt	EST II (Frühjahrssemester) - Vertiefung Antriebssysteme, Systemfragen				
	1 Traktionsausrüstung: 1.1 Systemkonzepte für Traktionsantriebe 1.2 Haupttransformator 1.3 Fahrmotoren 1.4 Stromrichter 1.5 Hochspannungskreise und Erdung 1.6 Thermische Auslegung 1.7 Diesel-Antriebssysteme 1.8 Batteriespeicher  2 Systemintegration 2.1 Zugbeeinflussung 2.2 Energieverbrauch 2.3 Aufbau der Bahnstromversorgung 2.4 Elektrische Systemkompatibilität  Geplante Exkursionen: - Engineering und Leistungslabor, ABB Turgi - Sicherungsanlagen, Siemens Wallisellen - 2-tägige Schlussexkursion (Besichtigungen und Führerstandsfahrten, ausschliesslich für regelmässige Vorlesungsteilnehmer)				
Skript	Abgabe der Unterlagen (gegen eine Schutzgebühr) zu Beginn des Semesters. Rechtzeitig eingeschriebene Teilnehmer (bis 8 Tage vor Vorlesungsbeginn) können die Unterlagen auf Wunsch und gegen eine Zusatzgebühr auch in Farbe beziehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozent: Dr. Markus Meyer, Emkamatik GmbH  Voraussichtlich Gastvortrag über ETCS von einem SBB-Referenten.  EST I (Herbstsemester) ist als Voraussetzung empfohlen, aber nicht notwendig. EST II (Frühjahrssemester) kann bei Interesse an Antriebssystemen auch als separate Vorlesung besucht werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
<b>101-0481-00L</b>	<b>Readings in Transport Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Meyer de Freitas</b>
Kurzbeschreibung	This course will explore the issues and constraints of transport policy through the joint readings of a set of relevant papers.				
Lernziel	The class will meet every three weeks to discuss the texts. Familiarize the students with issues of transport policy making and the conflicts arising.  Train the ability to read critically and to summarize his/her understanding for him/herself and others through a review paper, paper abstracts and a paper review.				
<b>101-0419-01L</b>	<b>Bahninfrastrukturen 1</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. A. Weidmann, P. Güldenapfel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bahninfrastrukturen, Interoperabilität und Regelwerke, Infrastrukturplanung, Lageplanung, Anlagenentwurf, Trassierung, Gestaltung und Projektierung von Bahnhofanlagen				
Lernziel	Verstehen der Grundlagen von Bahninfrastrukturen, des Netz- und Anlagenentwurfs sowie der Trassierung. Grundlage für Bahninfrastrukturen 2.				
Inhalt	(1) Grundlagen: Infrastrukturen des öffentlichen Verkehrs; Interaktion Fahrweg-Fahrzeug; Personen und Güter als Benützer der Infrastruktur; Netzbetrieb und -finanzierung; Normen und Regelwerke. (2) Infrastrukturplanung: Planungsprozesse und Planungsstufen; staatliche und unternehmerische Planungsprozesse; Linienführungsentwurf. (3) Anlagenentwurf: Entwurf von Personenbahnhöfen, Güterverkehrsanlagen, Betriebsanlagen. (4) Anlagenprojektierung: Horizontale und vertikale Trassierung, Weichen, Lichtraumprofil; Gestaltung und Bemessung der Fussgängeranlagen von Bahnhöfen.				
Skript	Lehrbuch: Ulrich Weidmann: Bahninfrastrukturen - Planen, Entwerfen, Realisieren, Erhalten. vdf Hochschulverlag 2020. Deutsch. Vorlesungsfolien und eine Zoom-Aufzeichnung werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Weiterführende Literaturhinweise finden sich im Lehrbuch.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine Bemerkungen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		
<b>151-0228-00L</b>	<b>Management &amp; Sustainability of Air Transport</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Wild</b>
Kurzbeschreibung	Providing an overview in management, planning, processes and operations in air transport, the lecture shall enable students to operate and lead a unit within that industry. In addition, the modules provide a good understanding for other transport modes and are a sort of "Mini MBA" (topics see below). Ideally, students complete first "Basics of Air Transport" yet there is no requirement for it.				
Lernziel	After completion of the course, they shall be familiar with tasks, processes and interactions and have the ability to understand implications of developments in the airlines industry and its environment. This shall enable them to work within the air transport industry.				

Inhalt	Overall concept: This lecture builds on the content of lecture "Basics of Air Transport" (151-0227-00L) and provides deeper insights into the airline industry and management practises. The lecture is taught by several different experts from Lufthansa, SWISS, and Federal Office of Civil Aviation.		
	Weekly: 1h independent preparation; 2h lectures and 1 h exercises with an expert in the respective field		
	Content: Strategy, Alliances & Joint Ventures, Negotiations with Stakeholder, Environmental Protection, Safety & Risk Management, Airline Economics, Network Management, Revenue Management & Pricing, Sales & Distribution, Airline Marketing, Scheduling & Slot Management, Fleet Management & Leasing, Continuing Airworthiness Management, Supply Chain Management, Operational Steering.		
	Excursion: Depending on COVID 19, we plan an excursion to the freight terminals at Zurich Airport and visits at SWISS Dispatch, Network Operations Control and Dispo.		
Skript	No official lecture notes. Lecturers' slides will be made available		
Literatur	Literature will be provided by the lecturers respective there will be additional information upon registration		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Vertiefung in Wasserbau und Wasserwirtschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0278-00L</b>	<b>Flood Protection</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.				
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.				
Inhalt	Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge. Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet). Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes. Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen. Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder). Objektschutz als weiterführende Massnahme. Unterhalt. Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen. Schadenbestimmung und Risikoabschätzung. Umgang mit dem verbleibenden Risiko. Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen. Angepasste Vorgehensweise. Umgang mit Schwemmholz. Oberflächenabfluss. Projektbeispiele in der Schweiz. Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe. Exkursion.				
Skript	Hochwasserschutz-Skript				
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert
<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				

Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umweltng., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				
<b>101-0268-01L</b>	<b>Physical Modelling in Hydraulics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Albayrak, D. Felix</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on physical hydraulic modelling, measurements and data analysis techniques. The advantages and limitations of the similitude laws and measurement techniques are presented with examples. The knowledge will be applied by the students in individual group work using a hydraulic model at VAW. The lecture is recommended for students with interest in an experimental MSc study at VAW.				
Lernziel	To deepen knowledge on possibilities and limitations of experimental modelling in hydraulic engineering and relevant measurement techniques, and to advance in data analysis i.e. time and frequency domains, error analysis and data interpretation.				
Inhalt	Fluid properties and basic equations Similitude and dimensional analysis Scaling laws and upscaling limits Modelling techniques and how to build physical scale models Sediment transport modelling (gravel bed rivers) & Sediment monitoring techniques Measurement techniques: Laser Doppler Anemometry (LDA), Particle Image Velocimetry (PIV), Particle Tracking Velocimetry (PTV), Acoustic Doppler Velocimetry (ADV) and Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) Video-metry and fibre optical instruments Data analysis including curve fitting and error analysis Laboratory visit including introduction to experimental facilities Individual laboratory work in groups (measurement, data analysis and interpretation)				
Skript	Lecture notes/handouts will be available online.				
Literatur	is specified in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strongly recommended: Hydraulics I, Hydraulic Engineering I				
<b>101-0288-00L</b>	<b>Snow and Avalanches: Processes and Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schweizer, S. L. Margreth</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt Schnee- und Lawinenprozesse und präventive Schutzmassnahmen im Sinne des integralen Risikomanagements.				
Lernziel	- Grundlagen der Schnee- und Lawinenmechanik vermitteln - Methoden zur Modellierung von Schnee- und Lawinenprozessen aufzeigen - Wechselwirkung von Schnee- und Lawinen mit Objekten (Gebäude, Masten, Kunstbauten) und Natur (insb. Wald) darstellen - Methoden der kurz- und langfristigen Gefahrenanalyse erklären - Mögliche Schutzmassnahmen im Rahmen eines integralen Risikomanagements vorstellen - Grundlagen über Planung, Bemessung und Wirkung der verschiedenen kurz- und langfristigen Massnahmen vermitteln				
Inhalt	Übersicht über Schnee- und Lawinenprozesse im Einzugsgebiet; Schneeniederschlag, Schneelasten, Extremwertstatistik; Schneeeigenschaften; Schneedecke; Interaktion Schneedecke-Atmosphäre; Lawinenbildung; Gefahrenbeurteilung, Lawinenprognose; Lawinendynamik; Interaktion mit Objekten; Gefahrenzonierung; Schutzmassnahmen; Integrales Risikomanagement.				

Literatur	<p>Armstrong, R.L. and Brun, E. (Editors), 2008. Snow and Climate - Physical processes, surface energy exchange and modeling. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 222 pp.</p> <p>Bründl, M., and Margreth, S.: Integrative risk management: The example of snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), edited by: Haeblerli, W., and Whiteman, C., Hazards and Disaster Series, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 259-296, 2021.</p> <p>BUWAL/SLF, 1984. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ, Bern.</p> <p>Egli, T., 2005. Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern.</p> <p>Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K. and Sokratov, S.A., 2009. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. HP-VII Technical Documents in Hydrology, 83. UNESCO-IHP, Paris, France, 90 pp.</p> <p>Furukawa, Y. and Wettlaufer, J.S., 2007. Snow and ice crystals. Physics Today, 60(12): 70-71.</p> <p>Margreth, S., 2007. Technische Richtlinie für den Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. 134 S.</p> <p>McClung, D.M. and Schaerer, P. 2006. The Avalanche Handbook, 3rd ed., The Mountaineers, Seattle.</p> <p>Mears, A.I., 1992. Snow-avalanche hazard analysis for land-use planning and engineering. 49, Colorado Geological Survey.</p> <p>Schweizer, J., Bartelt, P., and van Herwijnen, A.: Snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), 2nd ed., edited by: Haeblerli, W., and Whiteman, C., Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 377-416, 2021.</p> <p>Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Reviews of Geophysics, 41(4): 1016, doi:10.1029/2002RG000123.</p> <p>Shapiro, L.H., Johnson, J.B., Sturm, M. and Blaisdell, G.L., 1997. Snow mechanics - Review of the state of knowledge and applications. Report 97-3, US Army CRREL, Hanover, NH, U.S.A.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	Ganztägige Exkursion (nicht obligatorisch) nach Davos zur Vertiefung ausgewählter Themen mit Einblick in die Tätigkeit des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Anfang März)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert	
<b>102-0448-00L</b>	<b>Groundwater II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.			
Lernziel	<p>The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.</p> <p>the student should be able to</p> <p>a) formulate practical flow and contaminant transport problems.</p> <p>b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.</p> <p>c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.</p> <p>d) assess simple multiphase flow problems.</p> <p>e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.</p> <p>f) assess simple coupled reactive transport problems.</p>			
Inhalt	<p>Introduction and basic flow and contaminant transport equation.</p> <p>Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.</p> <p>Numerical solution to the flow equation using the finite element equation</p> <p>Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.</p> <p>Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.</p> <p>Two-phase flow and Unsaturated flow problems.</p> <p>Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.</p> <p>Reactive transport modelling.</p>			
Skript	Handouts			
Literatur	<p>- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science &amp; Technology Books, 448 p., 2002</p> <p>- J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010</p> <p>- Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor &amp; Francis, 2005</p> <p>- Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003</p> <p>- Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.</p>			

Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.				
<b>101-0259-00L</b>	<b>River Restoration ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>V. Weitbrecht, S. Knecht-Hipp, M. Mende, J. van der Meer, C. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Based on enhanced understanding of river morphodynamics and the ecosystem of riverscapes, the course introduces different river engineering techniques. It copes with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection...) towards riverscapes in modern society. The students work on a project study with the goal of restoring a given river section.				
Lernziel	During this course, the students learn how to - describe the most important relations in river morphodynamics and their impact on the ecosystem of riverscapes - elaborate solutions within river restoration, dealing with the different societal expectations towards riverscapes. - deal with personal, social and technical obstacles in the planning of a river restoration project.				
Inhalt	River restoration aims to reestablish near natural processes in riverscapes to increase habitat quality and biodiversity. Based on enhanced understanding of river morphodynamics, the course introduces different engineering techniques with focus on sediment transport processes and flood protection. In addition, the course aims to cope with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection, nature protection...) towards riverscapes in modern society.  During the semester, the students work on a project study with the goal of restoring a river section with a certain focus topic. It follows a student-centered approach, with field trips, a role play and interactive coaching sessions together with river restoration experts from engineering practice.				
Skript	No lecture notes				
Literatur	Literature recommendations are given during the semester				
Voraussetzungen / Besonderes	Highly recommended as a technical preparation: River Engineering (Course 101-0258-00L, Autumn Semester)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0269-00L</b>	<b>River Morphodynamic Modelling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. F. Vetsch, F. Caponi, S. Frei, D. Vanzo</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of river morphodynamic modelling, relevant for civil and environmental engineers. The governing equations for sediment transport modelling in open channels and corresponding numerical solution strategies are introduced. Differences and capabilities of one- and two-dimensional approaches are presented. The theoretical parts are discussed by examples.				
Lernziel	The goal of the course is twofold. First, the students develop a throughout understanding of the basics of river morphodynamic processes. Second, they get familiar with numerical tools for the simulations in one- and two-dimensions of morphodynamics.				
Inhalt	- fundamentals of river morphodynamic modelling (Exner equation, bed-load, suspended-load, closure relationships) - aggradation and degradation processes - differences between 1D and 2D approaches - river bars: characterization and prediction - non-uniform sediment morphodynamics: the Hirano model - short and long term response of gravel bed rivers to change in sediment supply - vegetation and morphodynamics interaction				
Skript	Lecture notes, slides, and further educational material (scripts, videos, software, quiz) are provided in the Moodle page of the course.				
Literatur	Relevant literature will be given during lectures or provided in the Moodle page of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are based on the simulation software BASEMENT ( <a href="http://www.basement.ethz.ch">www.basement.ethz.ch</a> ), the open-source GIS Qgis ( <a href="http://www.qgis.org">www.qgis.org</a> ) and code examples written in MATLAB and Python. The applications comprise one- and two-dimensional approaches for the modelling of flow and sediment transport.				
	Requirements: Numerical Hydraulics, River Engineering, MATLAB and/or Python programming skills would be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>102-0248-00L</b>	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. P. Leitão Correia, M. Maurer, A. Scheidegger</b>
	<i>Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II.</i>				

Kurzbeschreibung	An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.		
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Know the key principles of infrastructure management</li> <li>- Know the basics of performance and risk assessment</li> <li>- Can perform basic engineering economic analysis</li> <li>- Know how to quantify the future rehabilitation needs</li> </ul>		
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita.  Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.  This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries.		
Skript	A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert geprüft

<b>102-0455-10L</b>	<b>Groundwater I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, M. Willmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung ist eine Einführung zu quantitativen Strömungs- und Stofftransportproblemen im Grundwasser.				
Lernziel	In dem Fach "Groundwater I" werden die Prozessverständnis gelehrt, angewandt und geprüft. Des Weiteren werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und angewandt, die Vorstufen zur Grundwassermodellierung sind. Zusätzlich werden Messmethoden gelehrt, sowie die Datenanalyse & Interpretation angewandt.				
Inhalt	Verstehen grundlegender Konzepte von Strömungs- und Stofftransportprozesse in Grundwasserleitern. Formulierung und Lösung von praktischen Strömungs- und Transportproblemen. Eigenschaften von porösen und geklüfteten Aquiferen, Darcy-Gesetz, Strömungsgleichung, Stromfunktion, Interpretation von Pumpversuchen, Transportprozesse, Transportgleichung, analytische Lösungen für Transport, numerische Methoden, die finite Differenzen Methode, Altlastensanierung in Grundwasserleitern, Fallstudien.				
Skript	Skript und Aufgabensammlung werden ausgegeben.				
Literatur	J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979 K. de Ridder, Untersuchung und Anwendung von Pumpversuchen, Verl. R. Müller, Köln, 1970 P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson & Sons, New York, 1990 R.A. Freeze, J.A. Cherry, Groundwater, Prentice-Hall, New Jersey, 1979 W. Kinzelbach, R. Rausch, Grundwassermodellierung, Gebrüder Bornträger, Stuttgart, 1995				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung ist eine Einführung zu quantitativen Strömungs- und Stofftransportproblemen im Grundwasser.				

## ►► Vertiefung in Werkstoffe und Mechanik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0658-00L</b>	<b>Concrete Material Science</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. J. Flatt, T. Wangler</b>
Kurzbeschreibung	Concrete Material Science untersucht wie die Eigenschaften von Beton beeinflusst werden durch seine Mikrostruktur und wie diese Mikrostruktur durch Verarbeitung und Zusammensetzung bestimmt ist. In diesem Kurs werden verschiedene Techniken vorgestellt, die sowohl in der Forschung wie in der praktischen Konstruktion verwendet werden um den Beton und seine Bestandteile zu charakterisieren.				
Lernziel	In diesem Kurs werden sie ein tieferes Verständnis gewinnen über die gebräuchlichen Techniken zur Charakterisierung der technischen, mikrostrukturellen, physikalischen und chemischen Eigenschaften von Beton. Sie werden lernen wie dieses Wissen in wissenschaftlicher und industrieller Umgebung benutzt werden kann. In der Praxis werden diese Methoden verwendet um zum Beispiel neue Materialien zu evaluieren, Ursachen für Probleme zu diagnostizieren, Verantwortlichkeiten zu bestimmen, Rückforderungen oder Qualitätsversicherungen zu bearbeiten, wie auch experimentelle Programme in Forschung und Entwicklung zu entwerfen. Während des Kurses werden Sie auch lernen wie Beton konstruiert werden kann, so dass er die Umwelt weniger belastet und eine verlängerte Lebenszeit hat.				
Inhalt	Programm: 1. Einführung in die Betonmaterialwissenschaft 2. Thermodynamisches Modellieren der Zementhydratation und dessen industrielle Relevanz. Dr. Thomas Matschei (Holcim Group Support) 3. Charakterisierungsmethoden I 4. Charakterisierungsmethoden II 5. Charakterisierungsmethoden III: Solid State NMR. Prof. Jean-Baptiste d'Espinose (ESPCI) 6. Frischbetoneigenschaften - Rheologie 7. Chemische Zusatzmittel 8. Transport in porösen Baustoffe 9. Dauerhaftigkeit I 10. Alternative Bindemittel 11. Dauerhaftigkeit II - Alkali-Silika Reaktion. Dr. Andreas Lehmann (EMPA) 12. Praktische Übungen I 13. Praktische Übungen II 14. Praktische Übungen III				
Skript	Studentinnen/Studenten erhalten die gesamte obligatorische Literatur ausgedruckt.				
Literatur	Studentinnen/Studenten erhalten die gesamte obligatorische Literatur ausgedruckt.				

Voraussetzungen / Besonderes	Studenten mit Bachelor-Abschluss Weitere Abschlüsse: Dipl. Ing. ETH oder FH				
<b>101-0678-00L</b>	<b>Wood Physics &amp; Wood Materials</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Burgert, G. A. De Freitas Siqueira, G. Panzarasa</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental relationships between structure and properties of wood and wood-based materials are covered. Based on the hierarchical structure of wood, the course conveys aspects of nanostructural characterization and micromechanical analysis. In view of recent wood material developments, concepts for the assembly of advanced wood materials and cellulose-based materials will be demonstrated.				
Lernziel	Wood is a renewable resource, which is increasingly used in engineering applications. Main objective of the course is a better understanding of physical properties of wood, wood-based materials and functional wood materials as well as the underlying relationships between structure and properties. This knowledge is fundamental for an appropriate use of wood and wood-based materials in common and new fields of application.				
Inhalt	The following topics are covered: Hierarchical structure of wood and assembly of wood-based products Wood properties, such as density, wood moisture content, swelling and shrinkage Mechanical properties at different length scales Nanostructural characterization Materials from nanocellulose Wood modification Wood polymer composites Wood hybrid materials Functional wood materials				
Skript	Handouts will be provided prior to each lecture.				
Literatur	Niemz, P.; Sonderegger, W.: Holzphysik - Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, Hanser Verlag 2017 Bodig, J.; Jayne, B.A.: Mechanics of wood and wood composites. Krieger, Malabar, Florida 1993 Dunky, M.; Niemz, P.: Holzwerkstoffe und Leime. Springer, Berlin 2002 Wagenführ, A.; Scholz, F.: Taschenbuch der Holztechnik (Kapitel 1.4 und 2, P. Niemz), Hanser Verlag 2008				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>101-0679-00L</b>	<b>Non-destructive Testing of Civil Engineering Structures ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b>	<b>I. Burgert, U. Angst</b>
Kurzbeschreibung	Introductory lectures will introduce methods for non-destructive characterization and testing of wood and reinforced concrete. Following these lectures, practical sessions will be conducted both in the laboratory and outdoors, offering participants the chance to engage in hands-on measurements using a variety of state-of-the-art devices.				
Lernziel	The goal is to get to know and understand important non-destructive test methods for the condition assessment of materials and civil engineering structures. These methods are based on similar physical principles (e.g. resistance measurement, ultrasound, hardness) for the characterization of both wood and concrete. The course covers the fundamentals of these methods, their practical application, and the interpretation of the test results. Training of presentation and report writing skills.				
Inhalt	Role of NDT in the condition assessment of structures Microscopic structure of concrete and wood, and the relationship between material properties and their structural and durability performance Overview of NDT methods for concrete and wood Detailed discussion of a range of commonly used NDT methods Calibration of measuring instruments, understanding of error sources Basics of condition assessment of wood and reinforced concrete structures, assessment of deterioration processes (wood decay caused by microorganisms, corrosion). Writing of reports for condition assessment. Possibilities of restoration of structures.				
Literatur	Werkstoff Holz: Tagungsbände Fachtagungen zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung Bucur, V.: Characterization and Imaging of Wood. Springer 2003 Bucur, V.: Acoustics of Wood. Springer 2006 Unger, A.; Schniewind, A.P.; Unger, W.: Conservation of wood artifacts. Springer 2001  Werkstoff Beton D. Burcheler: Der elektrische Widerstand von zementösen Werkstoffen. Diss. ETHZ 11876 (1996)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				



<b>101-0158-01L</b>	<b>Method of Finite Elements I</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Chatzi, A. Egger</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the fundamental concepts of the Method of Finite Elements, including element formulations, numerical solution procedures and modelling details. We aim to equip students with the ability to code algorithms (based on Python) for the solution of practical problems of structural analysis. DISCLAIMER: the course is not an introduction to commercial software.				
Lernziel	The Direct Stiffness Method is revisited and the basic principles of Matrix Structural Analysis are overviewed. The basic theoretical concepts of the Method of Finite Elements are imparted and perspectives for problem solving procedures are provided. Linear finite element models for truss and continuum elements are introduced and their application for structural elements is demonstrated. The Method of Finite Elements is implemented on practical problems through accompanying demonstrations and assignments.				
Inhalt	Contents: – Introductory concepts In this introductory section, we discuss the background motivating adoption of finite element analysis and offer an overview of matrices and linear algebra. – The Direct Stiffness Method In this section, we overview the basic principles of the DSM method. We offer illustrative demos and exercises in Python. – Formulation of the Method of Finite Elements In this section, we overview the main ingredients to the formulation of the FE method, namely the Principle of Virtual Work; Isoparametric formulations. We discuss these formulations for both 1D Elements (truss, beam) and 2D Elements (plane stress/strain). We offer illustrative demos and exercises in Python. – Practical application of the Method of Finite Elements This section is concerned with use of the method into practice. We discuss practical considerations and move onto results interpretation onto realistic examples from actual use cases.				
Skript	The lecture notes are in the form of slides, available online from the course webpage: <a href="https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html">https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html</a>				
Literatur	Structural Analysis with the Finite Element Method: Linear Statics, Vol. 1 & Vol. 2 by Eugenio Onate (available online via the ETH Library)				
Voraussetzungen / Besonderes	Supplemental Reading Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996. Prior basic knowledge of Python is necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0691-00L</b>	<b>Towards Efficient and High-Performance Computing for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kammer, M. Pundir</b>
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to various programming techniques and tools for the development of scientific simulations (using C++). It provides the practical and theoretical basis for high-performance computing (HPC) including data structure, testing, performance evaluation and parallelization. The course bridges the gap between introductory and advanced programming courses.				
Lernziel	This course provides an overview of programming techniques relevant for efficient and high-performance computing. It builds on introductory coding experience (e.g. matlab/python/java) and introduces the students to more advanced tools, specifically C++, external libraries, and supercomputers. The objective of this course is to introduce various approaches of good practice in developing your own code (for your research or engineering project) or using/modifying existing open-source programs. The course targets engineering students and seeks to provide a practical introduction towards performance-based computational simulation.				
Inhalt	1. code versioning and DevOps lifecycle 2. introduction to C++ 3. structured programming 4. object-oriented programming 5. code testing 6. code performance (design, data structure, evaluating, using external libraries) 7. code parallelization 8. running simulations on supercomputers				
Skript	Will be provided during the lecture via moodle.				
Literatur	Will be provided during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	A good knowledge of MATLAB (or Python or java) is necessary for attending this course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

## ► Projektarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0198-10L</b>	<b>Projektarbeit in Konstruktion ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung aus der Konstruktion				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Inhalte zur individuellen Auswahl angeboten.				
<b>101-0298-10L</b>	<b>Projektarbeit in Wasserbau und Wasserwirtschaft ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung aus dem Wasserbau und der Wasserwirtschaft				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Inhalte zur individuellen Auswahl angeboten.				
<b>101-0398-10L</b>	<b>Projektarbeit in Geotechnik ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung aus der Geotechnik.				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Inhalte zur individuellen Auswahl angeboten.				
<b>101-0498-10L</b>	<b>Projektarbeit in Verkehrssysteme ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung aus dem Bereich Verkehrssysteme				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Inhalte zur individuellen Auswahl angeboten.				
<b>101-0598-10L</b>	<b>Projektarbeit in Bau- und Erhaltungsmanagement ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung aus dem Bereich Bau- und Erhaltungsmanagement				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Inhalte zur individuellen Auswahl angeboten.				
<b>101-0698-10L</b>	<b>Projektarbeit in Werkstoffe und Mechanik ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung aus den Bereichen Werkstoffe und Mechanik				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Inhalte zur individuellen Auswahl angeboten.				

## ► Fächer Digital

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey, C. Richmond</b>
Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to				
	1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and				
	2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.				
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems				
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks				
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.				
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.				

Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft gefördert		
<b>101-0158-01L</b>	<b>Method of Finite Elements I</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Chatzi, A. Egger</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the fundamental concepts of the Method of Finite Elements, including element formulations, numerical solution procedures and modelling details. We aim to equip students with the ability to code algorithms (based on Python) for the solution of practical problems of structural analysis. DISCLAIMER: the course is not an introduction to commercial software.				
Lernziel	The Direct Stiffness Method is revisited and the basic principles of Matrix Structural Analysis are overviewed. The basic theoretical concepts of the Method of Finite Elements are imparted and perspectives for problem solving procedures are provided. Linear finite element models for truss and continuum elements are introduced and their application for structural elements is demonstrated. The Method of Finite Elements is implemented on practical problems through accompanying demonstrations and assignments.				
Inhalt	<p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Introductory concepts In this introductory section, we discuss the background motivating adoption of finite element analysis and offer an overview of matrices and linear algebra.</li> <li>– The Direct Stiffness Method In this section, we overview the basic principles of the DSM method. We offer illustrative demos and exercises in Python.</li> <li>– Formulation of the Method of Finite Elements In this section, we overview the main ingredients to the formulation of the FE method, namely the Principle of Virtual Work; Isoparametric formulations. We discuss these formulations for both 1D Elements (truss, beam) and 2D Elements (plane stress/strain). We offer illustrative demos and exercises in Python.</li> <li>– Practical application of the Method of Finite Elements This section is concerned with use of the method into practice. We discuss practical considerations and move onto results interpretation onto realistic examples from actual use cases.</li> </ul>				
Skript	The lecture notes are in the form of slides, available online from the course webpage: <a href="https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html">https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html</a>				
Literatur	Structural Analysis with the Finite Element Method: Linear Statics, Vol. 1 & Vol. 2 by Eugenio Onate (available online via the ETH Library)				
	Supplemental Reading Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior basic knowledge of Python is necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert		
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.  A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0008-00L</b>	<b>Structural Identification and Health Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Chatzi, V. Nertimanis</b>
Kurzbeschreibung	This course will present methods for structural identification and health monitoring. We show how to exploit measurements of structural response (e.g. strains, deflections, accelerations) for evaluating structural condition, with the purpose of maintaining a safe and resilient infrastructure.				
Lernziel	This course aims at providing a graduate level introduction into the identification and condition assessment of structural systems.				
	Upon completion of the course, the students will be able to:				
	1. Test Structural Systems for assessing their condition, as this is expressed through measurements of dynamic response.				
	2. Analyse vibration signals for identifying characteristic structural properties, such as frequencies, mode shapes and damping, based on noisy measurements of the structural response.				
	3. Formulate structural equations in the time and frequency domain				
	4. Identify possible damage into the structure by picking up statistical changes in the structural behavior				
Inhalt	The course will include theory and algorithms for system identification, programming assignments, as well as laboratory and field testing, thereby offering a well-rounded overview of the ways in which we may extract response data from structures.				
	The topics to be covered are :				
	1. Elements of Vibration Theory				
	2. Transform Domain Methods				
	3. Digital Signals (P)				
	4. Nonparametric Identification for processing test and measurement data (transient, correlation, spectral analysis)				
	5. Parametric Identification (time series analysis, transfer functions)				
	A series of computer/lab exercises and in-class demonstrations will take place, providing a "hands-on" feel for the course topics.				
	Grading:				
	- This course offers optional homework as learning tasks, which can improve the grade of the end- of-semester examination up to 0.25 grade points (bonus).				
	- The learning tasks will be taken into account if all 3 homeworks are submitted. The maximum grade of 6 can also be achieved by sitting the final examination only.				
Skript	The course script is composed by the lecture slides, which are available online and will be continuously updated throughout the duration of the course: <a href="https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/structural-identification-and-health-monitoring.html">https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/structural-identification-and-health-monitoring.html</a>				
Literatur	Suggested Reading: T. Söderström and P. Stoica: System Identification, Prentice Hall International: <a href="http://user.it.uu.se/~ts/sydidbook.pdf">http://user.it.uu.se/~ts/sydidbook.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with MATLAB is advised.				
<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				
Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				
<b>101-0269-00L</b>	<b>River Morphodynamic Modelling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. F. Vetsch, F. Caponi, S. Frei, D. Vanzo</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of river morphodynamic modelling, relevant for civil and environmental engineers. The governing equations for sediment transport modelling in open channels and corresponding numerical solution strategies are introduced. Differences and capabilities of one- and two-dimensional approaches are presented. The theoretical parts are discussed by examples.				
Lernziel	The goal of the course is twofold. First, the students develop a throughout understanding of the basics of river morphodynamic processes. Second, they get familiar with numerical tools for the simulations in one- and two-dimensions of morphodynamics.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of river morphodynamic modelling (Exner equation, bed-load, suspended-load, closure relationships)</li> <li>- aggradation and degradation processes</li> <li>- differences between 1D and 2D approaches</li> <li>- river bars: characterization and prediction</li> <li>- non-uniform sediment morphodynamics: the Hirano model</li> <li>- short and long term response of gravel bed rivers to change in sediment supply</li> <li>- vegetation and morphodynamics interaction</li> </ul>				
Skript	Lecture notes, slides, and further educational material (scripts, videos, software, quiz) are provided in the Moodle page of the course.				
Literatur	Relevant literature will be given during lectures or provided in the Moodle page of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are based on the simulation software BASEMENT ( <a href="http://www.basement.ethz.ch">www.basement.ethz.ch</a> ), the open-source GIS Qgis ( <a href="http://www.qgis.org">www.qgis.org</a> ) and code examples written in MATLAB and Python. The applications comprise one- and two-dimensional approaches for the modelling of flow and sediment transport.				
Kompetenzen	Requirements: Numerical Hydraulics, River Engineering, MATLAB and/or Python programming skills would be an advantage.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>101-0368-00L</b>	<b>Constitutive and Numerical Modelling in Geotechnics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Puzrin, D. Hauswirth</b>
	<i>Priority is given to the students with Major in Geotechnics.</i>				
Kurzbeschreibung	This course aims to achieve a basic understanding of conventional continuum mechanics approaches to constitutive and numerical modeling of soils in geotechnical problems. We focus on applications of the constitutive models within the available numerical codes. Important issue of derivation of model parameters from the lab tests has also received considerable attention.				
Lernziel	This course targets geotechnical engineers, who face these days more often the necessity of the numerical analysis in their practice. Understanding of the limitations of the built-in constitutive models is crucial for critical assessment of the results of numerical calculations, and, hence, for the conservative and cost efficient design of geotechnical structures. The purpose of this course has been to bridge the gap between the graduate courses in Geomechanics and those in Numerical Modeling. Traditionally, in many geotechnical programs, Geomechanics is not taught within the rigorous context of Continuum Mechanics. There is a good reason for that the behavior of soils is very complex: it is more advantageous to explain it at a semi-empirical level, instead of scaring the students away with cumbersome mathematical models. However, when it comes to Numerical Modeling courses, these are often taught using commercially available finite elements (e.g. ABAQUS, PLAXIS) or finite differences (e.g. FLAC) software, which utilize constitutive relationships within the Continuous Mechanics framework. Quite often students have to learn the challenging subject of constitutive modeling from a program manual!				
Inhalt	This course is introductory - by no means does it claim any completeness and state of the art in such a dynamically developing field as constitutive and numerical modeling of soils. Our intention is to achieve a basic understanding of conventional continuum mechanics approaches to constitutive and numerical modeling, which can serve as a foundation for exploring more advanced theories. We focus on applications of the constitutive models within the available numerical codes. Important issue of derivation of model parameters from the lab tests has also received considerable attention.				
Skript	Handout notes Example worksheets				
Literatur	- Puzrin, A.M. (2012). Constitutive Modelling in Geomechanics: Introduction. Springer Verlag, Heidelberg, 312 p.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>101-0378-00L</b>	<b>Soil Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Anastasopoulos, A. Marin, L. Sakellariadis, T. M. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen bodendynamischer Problemstellungen, Einführung in das geotechnische Erdbebeningenieurwesen, Lösen einfacher Probleme				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen, um bodendynamische Problemstellungen erkennen zu können, einfache Probleme selbständig zu lösen und bei komplexeren Aufgaben Spezialisten effizient beauftragen zu können.				
Inhalt	<p>Grundlagen der Dynamik und der Bodendynamik:          Unterschiede und Gemeinsamkeiten Bodenmechanik-Bodendynamik. Repetition der Grundlagen am Beispiel des Einmassenschwingers; Wellenausbreitung im elastischen Halbraum und im realen Boden. Einfluss der geologischen Schichtung, des Grundwassers etc. auf Wellenausbreitung.</p> <p>Dynamische Bodenkennziffern (Deformation und Festigkeit):          Konstitutive Modellierung des Bodens, Bodenkennziffern für Sand, Kies, Ton, Fels. Bestimmung der Bodenkennziffern im Labor und Feld. Erschütterungen:          Ausbreitungsprognose von Erschütterungen. Beurteilung von Erschütterungen bezüglich Gebäudeschäden und Belästigung des Menschen. Reduktion von Erschütterungen.</p> <p>Geotechnische Erdbebenprobleme:          Grundbegriffe. Schäden infolge Erdbeben. Analyse der seismischen Gefährdung, Ermittlung von Bemessungsbeben. Einfluss der lokalen Geologie und Topographie auf die Bodenerschütterung. Grundlagen der Boden-Bauwerksinteraktion. Grundsätze der erdbebengerechten Dimensionierung von Fundamenten, Stütz- und Erdbauwerken (Dämme). Bodenverflüssigung. Anwendung der SIA 261/267/269-8.</p> <p>Probleme der Gebrauchstauglichkeit:          Bleibende Verformungen aufgrund wiederholter Belastung, Sackungen</p>				
Skript	Buch Studer, J.; Laue, J. & Koller, M.: Bodendynamik, Springer Verlag 2007				
Literatur	Ergänzt durch Aufsätze und Notizen die elektronisch zu Verfügung gestellt werden Towhata, I. (2008) Geotechnical Earthquake Engineering. Springer Verlag, Berlin				
Voraussetzungen / Besonderes	Kramer, S. L. (1996) Geotechnical earthquake engineering. Pearson Education India. Voraussetzungen: Grundlagenwissen der Mechanik und der Geotechnik				
<b>101-0185-01L</b>	<b>CAD für Bauingenieure</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Miani, F. Ortiz Quintana</b>

Kurzbeschreibung	Einführung in das Arbeiten mit CAD-Software. Anfertigung bautechnischer Zeichnungen in 2D und 3D.			
Lernziel	Nach Abschluss des Kurses können die Absolventen eine 2D-Konstruktion erstellen (Schalungsplan) und sie kennen das Prinzip eines Bewehrungsmoduls. Ferner haben sie eine Einführung in ein 3D-Programm enthalten (3D-Bewehren). Sie sind somit besser vorbereitet auf - die Bachelorarbeit im 6. Semester, - ein allfälliges Praktikum zwischen Bachelor- und Masterstudium, - die Projektarbeiten im Masterstudium, - die Masterarbeit. Ausserdem schulen sie das räumliche Vorstellungsvermögen und erwerben sich Orientierungswissen als spätere Vorgesetzte von Zeichnern und Konstrukteuren.			
Inhalt	Vermassung. Erzeugung von Schnitten und Ansichten. Anwendung des Bewehrungsmoduls. Erstellung abgabefertiger Pläne.			
Skript	Autographie			
<b>101-0691-00L</b>	<b>Towards Efficient and High-Performance Computing for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>D. Kammer, M. Pundir</b>
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to various programming techniques and tools for the development of scientific simulations (using C++). It provides the practical and theoretical basis for high-performance computing (HPC) including data structure, testing, performance evaluation and parallelization. The course bridges the gap between introductory and advanced programming courses.			
Lernziel	This course provides an overview of programming techniques relevant for efficient and high-performance computing. It builds on introductory coding experience (e.g. matlab/python/java) and introduces the students to more advanced tools, specifically C++, external libraries, and supercomputers. The objective of this course is to introduce various approaches of good practice in developing your own code (for your research or engineering project) or using/modifying existing open-source programs. The course targets engineering students and seeks to provide a practical introduction towards performance-based computational simulation.			
Inhalt	1. code versioning and DevOps lifecycle 2. introduction to C++ 3. structured programming 4. object-oriented programming 5. code testing 6. code performance (design, data structure, evaluating, using external libraries) 7. code parallelization 8. running simulations on supercomputers			
Skript	Will be provided during the lecture via moodle.			
Literatur	Will be provided during the lecture.			
Voraussetzungen / Besonderes	A good knowledge of MATLAB (or Python or java) is necessary for attending this course.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>101-0149-01L</b>	<b>Advanced Analysis and Design of Steel and Composite Structures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b> <b>A. Taras, V. Vigneri</b>
Kurzbeschreibung	In „Advanced Analysis and Design of Steel Structures“, students will learn the background and practical application of simulation-based analysis and design methods in the design and assessment of steel and steel-concrete composite structures.			
Lernziel	In „Advanced Analysis and Design of Steel Structures“, students will learn the background and practical application of simulation-based analysis and design methods in the design and assessment of steel and steel-concrete composite structures.			
Inhalt	The course will begin with introductory lessons on the structural behaviour of plated and shell-like structures as they are found in bridges, crane girders, masts and tanks or other vessels, and the main design criteria used in standards and product specifications. This is followed by an introduction of numerical methods of analysis used for these design tasks. These include:  - Materially nonlinear analysis of steel and composite elements in frames and trusses - Linear buckling analysis - Geometrically nonlinear analysis of perfect and imperfect structures - Geometrically and materially nonlinear analysis - Methods of fatigue analysis: stress design by global and local approaches - Methods of fatigue analysis: calculation of stress intensity factors and J-integrals, crack propagation - Fire structural engineering of steel elements: thermal and stress analysis.			
Skript	Lecture Slides, Notes on Worked Examples.			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic and Advanced Courses in Steel & Composite Construction, E.g. Stahlbau 1 + 2, Advanced Steel Construction (MSc course)			
<b>101-0408-00L</b>	<b>Praktikum Siedlung und Verkehr</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b> <b>B. Vitins</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Praktikum wendet die Methoden der Verkehrsplanung basierend auf Raumstrukturen beispielhaft an. Die Studierenden erarbeiten anhand realen Daten einer Fallstudie die vier Schritte der Verkehrsnachfrageberechnung und erstellen Verbesserungsszenarien für Verkehrsinfrastruktur und Raumplanung.			

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgehen zur Analyse und Lösung verkehrsplanerischer Fragestellungen</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Raum- und Verkehrsplanung</li> <li>- Erstellung von Modellen zur Lösung planerischer Aufgaben</li> <li>- Plausibilisierung und Kalibrierung der Modelle</li> <li>- Ausarbeitung von Lösungen, Vorschlag von Massnahmen</li> <li>- Beurteilung der Massnahmen und deren Auswirkungen</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Problemlösung		gefördert		
	Projektmanagement		gefördert		
Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert		
	Kooperation und Teamarbeit		gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kundenorientierung		gefördert		
	Anpassung und Flexibilität		gefördert		
	Kreatives Denken		gefördert		
	Kritisches Denken		gefördert		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert		
<b>101-0531-00L</b>	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>7.5P</b>	<b>C. De Wolf</b>
	<p><i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024</li> <li>2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024</li> <li>3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents</li> </ol> <p><i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.</p>				
Lernziel	<p>By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures.</li> <li>2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.)</li> <li>3. Communicate the importance and urgency of circular construction.</li> <li>4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).</li> </ol>				
Inhalt	<p>Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own.</li> <li>• They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design &amp; construction, and filmmaking is expected from the students.</li> <li>• They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.</li> </ul>				
Skript	<p>Language: English</p> <p>Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.</p>				
Literatur	<p>Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348 De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link</p> <p>Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9.</p> <p>Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Interest in Digitalisation and Construction.</p> <p>Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <p>The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place.</p> <p>All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024.</li> <li>2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.</li> </ol> <p>Collaborators: Wick upcycling GmbH baubüro insitu ag</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>101-0138-11L</b>	<b>Bridge Design: Project Competition</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W. Kaufmann</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>All students get on waiting list. Final registration based on application letter (information given in first lecture). Priority will be given to students attending "Bridge Design (101-0138-00 G)" and in the primary target group (Major in Structural Engineering or Projektbasierte Lehrveranstaltungen).</i>				
Kurzbeschreibung	This module offers the possibility to apply the fundamentals of the course Bridge Design in a conceptual design project. The scenario is set as a design competition: The students (group of two) will get a basic documentation (service criteria agreement, plans, digital terrain model, geotechnical report, photo documentation, etc.) and will develop a conceptual design suitable for the given site.				
Lernziel	At the end of the course, students will have developed a convincing bridge design that satisfies following criteria: <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Consideration of governing boundary conditions and constraints.</li> <li>_ Conception of an efficient structural system with an adequate aesthetic expression considering the environment.</li> <li>_ Definition of the relevant actions and decisive load cases.</li> <li>_ Proof of feasibility by dimensioning the main structural elements.</li> <li>_ Schematic overview of construction processes.</li> <li>_ Appropriate presentation and visualisation of the proposed bridge design.</li> </ul>				
Inhalt	The module is built up as follows: 0. Presentation of problem statement / project. (1st week of semester) 1. Introduction to design tools & working methods. 2. Working on project (milestones): ... a. Define requirements and boundary conditions. ... b. Study of references and possible concepts ... c. Choice of best variant ... d. Structural modelling & calculations ... e. Plans & visualisation 3. Presentation of your work in a mid-term and a final critique. 4. Submission				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended to attend the course "Bridge Design (101-0138-00 G)" simultaneously.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

### ► Projektbasierte Lehrveranstaltungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0138-11L</b>	<b>Bridge Design: Project Competition</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W. Kaufmann</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>All students get on waiting list. Final registration based on application letter (information given in first lecture). Priority will be given to students attending "Bridge Design (101-0138-00 G)" and in the primary target group (Major in Structural Engineering or Projektbasierte Lehrveranstaltungen).</i>				
Kurzbeschreibung	This module offers the possibility to apply the fundamentals of the course Bridge Design in a conceptual design project. The scenario is set as a design competition: The students (group of two) will get a basic documentation (service criteria agreement, plans, digital terrain model, geotechnical report, photo documentation, etc.) and will develop a conceptual design suitable for the given site.				



Lernziel	At the end of the course, students will have developed a convincing bridge design that satisfies following criteria:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Consideration of governing boundary conditions and constraints.</li> <li>_ Conception of an efficient structural system with an adequate aesthetic expression considering the environment.</li> <li>_ Definition of the relevant actions and decisive load cases.</li> <li>_ Proof of feasibility by dimensioning the main structural elements.</li> <li>_ Schematic overview of construction processes.</li> <li>_ Appropriate presentation and visualisation of the proposed bridge design.</li> </ul>				
Inhalt	The module is built up as follows:				
	0. Presentation of problem statement / project. (1st week of semester)				
	1. Introduction to design tools & working methods.				
	2. Working on project (milestones):				
	... a. Define requirements and boundary conditions.				
	... b. Study of references and possible concepts				
	... c. Choice of best variant				
	... d. Structural modelling & calculations				
	... e. Plans & visualisation				
	3. Presentation of your work in a mid-term and a final critique.				
	4. Submission				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended to attend the course "Bridge Design (101-0138-00 G)" simultaneously.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>101-0278-00L</b>	<b>Flood Protection</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.				
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.				
Inhalt	<p>Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge.          Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet).          Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes.          Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen.          Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder).          Objektschutz als weiterführende Massnahme.          Unterhalt.          Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen.          Schadenbestimmung und Risikoabschätzung.          Umgang mit dem verbleibenden Risiko.          Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen.          Angepasste Vorgehensweise.          Umgang mit Schwemmholz.          Oberflächenabfluss.          Projektbeispiele in der Schweiz.          Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe.          Exkursion.</p>				
Skript	Hochwasserschutz-Skript				
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0194-10L</b>	<b>Seismic Design and Evaluation of Bridges</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Tsiavos</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to provide the fundamental knowledge on the seismic design and evaluation of bridges in Switzerland and worldwide. The course focuses on the practical application of this knowledge through the seismic design and evaluation of real bridges located in Switzerland.				

Lernziel	The existing bridge inventory in Switzerland consists of about 3340 bridges, facilitating the continuous function of the national highway transportation network. Furthermore, a large number of new bridges are under construction in Switzerland. These bridges serve as intermediate links, connecting different communities and enabling the accessibility of different infrastructure components. Within this frame, the seismic protection of new and existing bridges is critical for the maintenance of the functionality of our communities and their ability to recover after a strong earthquake event. Along these lines, this course aims to provide knowledge of the latest code provisions and analysis methods for the seismic design and evaluation of bridges in Switzerland and worldwide. This knowledge will be provided through a combination of theoretical background with practical case study examples. The students will work on a project related to the presented case studies, thus obtaining hands-on experience in the seismic evaluation and seismic retrofitting of existing bridges located in Switzerland.
Inhalt	Lecture unit 1: 1. Introduction: bridges in low and moderate seismic hazard regions 2. Common seismic deficiencies of typical bridges  Lecture unit 2: 3. Dynamic modelling of bridge systems 4. Dynamic modelling of bridge components (e.g. columns, bearings, joints, abutments, reinforcement splices, foundations, piles)  Lecture unit 3: 5. Nonlinear static analysis 6. Nonlinear dynamic analysis  Lecture unit 4: 7. Swiss code: seismic design 8. Swiss code: seismic evaluation  Lecture unit 5: 9. Swiss example: seismic design issues 10. Swiss example: seismic evaluation  Lecture unit 6 11. Seismic evaluation and retrofitting of bridges: EU perspective (low and moderate seismic hazard regions) 12. Seismic evaluation and retrofitting of bridges: US perspective (low and moderate seismic hazard regions)  Lecture unit 7: 13. Project presentations 14. Course summary
Voraussetzungen / Besonderes	Bridge Design (101-0138-00L) and Seismic Design of Structures I (101-0188-00L) or equivalent, taken previously or being attended in parallel with this course.

<b>101-0378-00L</b>	<b>Soil Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Anastasopoulos, A. Marin, L. Sakellariadis, T. M. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen bodendynamischer Problemstellungen, Einführung in das geotechnische Erdbebeningenieurwesen, Lösen einfacher Probleme				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen, um bodendynamische Problemstellungen erkennen zu können, einfache Probleme selbständig zu lösen und bei komplexeren Aufgaben Spezialisten effizient beauftragen zu können.				
Inhalt	Grundlagen der Dynamik und der Bodendynamik: Unterschiede und Gemeinsamkeiten Bodenmechanik-Bodendynamik. Repetition der Grundlagen am Beispiel des Einmassenschwingers; Wellenausbreitung im elastischen Halbraum und im realen Boden. Einfluss der geologischen Schichtung, des Grundwassers etc. auf Wellenausbreitung. Dynamische Bodenkennziffern (Deformation und Festigkeit): Konstitutive Modellierung des Bodens, Bodenkennziffern für Sand, Kies, Ton, Fels. Bestimmung der Bodenkennziffern im Labor und Feld. Erschütterungen: Ausbreitungsprognose von Erschütterungen. Beurteilung von Erschütterungen bezüglich Gebäudeschäden und Belästigung des Menschen. Reduktion von Erschütterungen. Geotechnische Erdbebenprobleme: Grundbegriffe. Schäden infolge Erdbeben. Analyse der seismischen Gefährdung, Ermittlung von Bemessungsbeben. Einfluss der lokalen Geologie und Topographie auf die Bodenerschütterung. Grundlagen der Boden-Bauwerksinteraktion. Grundsätze der erdbebengerechten Dimensionierung von Fundationen, Stütz- und Erdbauwerken (Dämme). Bodenverflüssigung. Anwendung der SIA 261/267/269-8. Probleme der Gebrauchstauglichkeit: Bleibende Verformungen aufgrund wiederholter Belastung, Sackungen				
Skript	Buch Studer, J.; Laue, J. & Koller, M.: Bodendynamik, Springer Verlag 2007				
Literatur	Ergänzt durch Aufsätze und Notizen die elektronisch zu Verfügung gestellt werden Towhata, I. (2008) Geotechnical Earthquake Engineering. Springer Verlag, Berlin  Kramer, S. L. (1996) Geotechnical earthquake engineering. Pearson Education India.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlagenwissen der Mechanik und der Geotechnik				

<b>101-0194-00L</b>	<b>Seismic Evaluation and Retrofitting of Existing Buildings</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. Tsiavos</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to present the state of the art of the current procedures for seismic evaluation and retrofitting of existing buildings in Switzerland (Norm SIA 269/8) and worldwide. Emphasis will be given on the practical application of these procedures in real buildings located in Switzerland, through case studies presented by experts in the field.				
Lernziel	A large percentage of the existing building inventory worldwide has been constructed before the introduction of the current seismic code provisions. The seismic deficiencies observed in many of these structures are a direct outcome of their non-compliance with these provisions and the established engineering practices in seismic design. Moreover, the unavoidable material deterioration in these structures could further inhibit their seismic performance. Therefore, the knowledge of the current procedures and common practices for the seismic evaluation and retrofitting of buildings is of paramount importance. This course presents an overview of these procedures through a wide spectrum of applied case studies in Switzerland and worldwide. The students will work on a project related to the presented case studies, thus obtaining deep understanding on the application of these procedures and a feeling on how to engineer practical retrofitting strategies towards the seismic upgrading of existing buildings.				

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to seismic hazard and seismic performance objectives.</li> <li>2. Common structural deficiencies and observed damage patterns in buildings due to strong earthquake ground motion excitation.</li> <li>3. Seismic evaluation of buildings in Switzerland using Norm SIA 269/8: Presentation of the code in steps and discussion of the critical issues.</li> <li>4. Seismic retrofitting of buildings in Switzerland using Norm SIA 269/8: Presentation of the code in steps and discussion of the critical issues.</li> <li>5. Application of seismic evaluation using SIA 269/8 on an existing building in Switzerland.</li> <li>6. Application of seismic retrofitting using SIA 269/8 on an existing building in Switzerland.</li> <li>7. Seismic evaluation methodologies worldwide: State of the art. Presentation of illustrative examples.</li> <li>8. Introduction to Yield Point Spectra and the Constant Yield Displacement Evaluation (CYDE) method.</li> <li>9. Seismic retrofitting strategies worldwide: State of the art. Presentation of illustrative examples.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	The attendance of the course Existing Structures (Erhaltung von Tragwerken-101-0129-00L) and the participation in the course Seismic Design of Structures I (101-0188-00L) in parallel with this course are highly recommended.				
<b>101-0200-10L</b>	<b>Forschungsbezogene Projektarbeit ■</b>	<b>W</b>	<b>11 KP</b>	<b>24A</b>	<b>Betreuer/innen</b>
Kurzbeschreibung	Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung als Vorbereitung auf die Master-Arbeit				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes und wissenschaftliches Arbeiten fördern; typische ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden lernen; Fachwissen auf dem Gebiet der bearbeiteten Aufgabenstellung vertiefen.				
Inhalt	Die Projektarbeit steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin. Das Thema wird im Rahmen der Master-Arbeit weiter bearbeitet.				
<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey, C. Richmond</b>
Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to				
	1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and				
	2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.				
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems				
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks				
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.				
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
<b>101-0149-01L</b>	<b>Advanced Analysis and Design of Steel and Composite Structures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Taras, V. Vigneri</b>
Kurzbeschreibung	In „Advanced Analysis and Design of Steel Structures“, students will learn the background and practical application of simulation-based analysis and design methods in the design and assessment of steel and steel-concrete composite structures.				
Lernziel	In „Advanced Analysis and Design of Steel Structures“, students will learn the background and practical application of simulation-based analysis and design methods in the design and assessment of steel and steel-concrete composite structures.				
Inhalt	The course will begin with introductory lessons on the structural behaviour of plated and shell-like structures as they are found in bridges, crane girders, masts and tanks or other vessels, and the main design criteria used in standards and product specifications. This is followed by an introduction of numerical methods of analysis used for these design tasks. These include:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materially nonlinear analysis of steel and composite elements in frames and trusses</li> <li>- Linear buckling analysis</li> <li>- Geometrically nonlinear analysis of perfect and imperfect structures</li> <li>- Geometrically and materially nonlinear analysis</li> <li>- Methods of fatigue analysis: stress design by global and local approaches</li> <li>- Methods of fatigue analysis: calculation of stress intensity factors and J-integrals, crack propagation</li> <li>- Fire structural engineering of steel elements: thermal and stress analysis.</li> </ul>				
Skript	Lecture Slides, Notes on Worked Examples.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic and Advanced Courses in Steel & Composite Construction, E.g. Stahlbau 1 + 2, Advanced Steel Construction (MSc course)				
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				

Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>101-0691-00L</b>	<b>Towards Efficient and High-Performance Computing for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kammer, M. Pundir</b>
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to various programming techniques and tools for the development of scientific simulations (using C++). It provides the practical and theoretical basis for high-performance computing (HPC) including data structure, testing, performance evaluation and parallelization. The course bridges the gap between introductory and advanced programming courses.				
Lernziel	This course provides an overview of programming techniques relevant for efficient and high-performance computing. It builds on introductory coding experience (e.g. matlab/python/java) and introduces the students to more advanced tools, specifically C++, external libraries, and supercomputers. The objective of this course is to introduce various approaches of good practice in developing your own code (for your research or engineering project) or using/modifying existing open-source programs. The course targets engineering students and seeks to provide a practical introduction towards performance-based computational simulation.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. code versioning and DevOps lifecycle</li> <li>2. introduction to C++</li> <li>3. structured programming</li> <li>4. object-oriented programming</li> <li>5. code testing</li> <li>6. code performance (design, data structure, evaluating, using external libraries)</li> <li>7. code parallelization</li> <li>8. running simulations on supercomputers</li> </ol>				
Skript	Will be provided during the lecture via moodle.				
Literatur	Will be provided during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	A good knowledge of MATLAB (or Python or java) is necessary for attending this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>101-0488-01L</b>	<b>Fuss- und Veloverkehr</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Walter, E. Bosina, M. Meeder</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Fussverkehrsplanung sowie der Planung von Anlagen des Radverkehrs, Transporttechnische Eigenschaften des Menschen, Entwurf von Fuss- und Radverkehrsnetzen, Anlagen des Fuss- und Radverkehrs, Mikrosimulation des Fussverkehrs, Beurteilung von Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität				
Lernziel	Erwerb von Grundkenntnissen im Bereich der Fuss- und Radverkehrsplanung, Kenntnis und Verständnis der transporttechnischen Eigenschaften des Menschen und der daraus folgenden Konsequenzen für den Entwurf und die Planung entsprechender Verkehrsanlagen, Fähigkeit zur Beurteilung der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit, Grundkenntnisse über die Mikrosimulation von Fussverkehrsströmen als zeitgemässes Planungs- und Analyseinstrument				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung Fuss- und Veloverkehr</li> <li>2) Eigenschaften: Rad / Radfahrende / Zielgruppen</li> <li>3) Aufbau von Veloverkehrsnetzen</li> <li>4) Übung: Planung eines Radverkehrsnetzes.</li> <li>5) Anlagenentwurf Veloverkehr</li> <li>6) Veloparkierung</li> <li>7) Eigenschaften von zu Fuss Gehenden, Geschwindigkeit</li> <li>8) Fussverkehr: Leistungsfähigkeit und Qualität</li> <li>9) Fussverkehr Anlagengestaltung</li> <li>10) Fussverkehrsanlagen des öffentlichen Verkehrs</li> <li>11) Fussverkehr: Hindernisfreie Verkehrsräume</li> <li>12) Zählungen Fuss- und Veloverkehr</li> <li>13) Simulation des Fussverkehrs</li> <li>14) Technologie der Mikrosimulation des Fussverkehrs</li> <li>15) Übung: Dimensionierung von Fussverkehrsanlagen</li> <li>16) Shared Space</li> <li>17) Förderung des Fuss- und Veloverkehrs</li> <li>18) Exkursionen zu Themen des Fuss- und Veloverkehrs</li> </ol>				
Skript	Ausgewählte Materialien werden über die Moodle-Plattform in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Auf weiterführende Literatur wird jeweils in den Vorlesungen hingewiesen.				

Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird unterstützt durch 2 Übungen sowie 2 Exkursionen zu den Themen Fuss- und Radverkehr.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>101-0138-00L</b>	<b>Bridge Design</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>W. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the fundamentals of bridge design. It covers the entire range from conceptual design to construction, encompassing all relevant building materials. The focus lies on the structural behaviour of today's most important bridge typologies and their suitability for certain boundary conditions, the dimensioning of the main structural elements as well as construction methods.				
Lernziel	After successful completion of this course, the student should be able to: - Define the main bridge design parameters and identify constraints and boundary conditions - Explain the structural behaviour and peculiarities of today's most important bridge typologies - Explain the main elements of bridges and their structural behaviour - Define the relevant actions on bridges - Dimensioning a standard bridge (pre-dimensioning by hand; dimensioning using computer-aided tools) - Explain the most relevant bridge construction and erection methods - Select an appropriate typology and conceive a convincing bridge for a site with its specific boundary conditions - Name the most eminent bridge designers and their relevant works				
Inhalt	The course is built up as follows: 1. Introduction 2. Conceptual design 3. Superstructure / Girder bridges 4. Support and articulation 5. Substructure 6. Arch bridges 7. Frame bridges 8. Special girder bridges 9. Cable-supported bridges  The course is complemented by - Guest lectures by leading bridge designers active in industry - Inverted classroom exercises on conceptual bridge design - Slides on eminent bridge designers and their works - Exercises (homework)				
Skript	Lecture notes (slides with explanations)				
Literatur	Menn C.: Prestressed Concrete Bridges. Basel: Birkhäuser Basel, 1990 (available online at ETH Library)  Hirt, M., Lebet, J.P.: Steel Bridges. EPFL Press, New York, 2013 (available online at ETH Library)				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is part of the MSc specialisation in structures and requires solid knowledge in structural analysis and design. Students are assumed to be proficient in the material taught in the following courses offered in the BSc in Civil Engineering at ETH Zurich (or have acquired equivalent knowledge elsewhere): - Theory of structures I+II - Steel structures I+II (incl. steel-concrete composite structures) - Structural Concrete I+II (incl. prestressed concrete)				
	The flipped classroom exercises are preparing the students for Part 1 of the exam (conceptual design). Active participation is highly recommended to all students who have not conceived a bridge.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				

Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Major aspects of urban development</li> <li>•The Subsurface as the final frontier</li> <li>•Historical approaches to underground space development</li> <li>•Urban sustainability aspects</li> <li>•Modelling and mapping the underground</li> <li>•Policy building and urban planning</li> <li>•Design and architecture -creating a new urban tissue</li> <li>•Constructability of underground spaces</li> <li>•Future cities -resilient cities</li> <li>•Governance and legal challenges</li> <li>•Investment aspects and value capture</li> <li>•Future proofing our infrastructure</li> <li>•Best practice of underground space use</li> <li>•Excursion to underground facility (if possible)</li> <li>•Guest speakers on relevant topics</li> </ul>
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentation slides</li> <li>•Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiraal, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3</li> <li>•Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos</li> <li>•Material from guest presenters</li> <li>•See also link "learning materials"</li> </ul>
Literatur	various articles and books will be recommended during the course  please see also weblinks "learning materials"

<b>101-0408-00L</b>	<b>Praktikum Siedlung und Verkehr</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b>	<b>B. Vitins</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Praktikum wendet die Methoden der Verkehrsplanung basierend auf Raumstrukturen beispielhaft an. Die Studierenden erarbeiten anhand realen Daten einer Fallstudie die vier Schritte der Verkehrsnachfrageberechnung und erstellen Verbesserungsszenarien für Verkehrsinfrastruktur und Raumplanung.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgehen zur Analyse und Lösung verkehrsplanerischer Fragestellungen</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Raum- und Verkehrsplanung</li> <li>- Erstellung von Modellen zur Lösung planerischer Aufgaben</li> <li>- Plausibilisierung und Kalibrierung der Modelle</li> <li>- Ausarbeitung von Lösungen, Vorschlag von Massnahmen</li> <li>- Beurteilung der Massnahmen und deren Auswirkungen</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>101-0531-00L</b>	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>7.5P</b>	<b>C. De Wolf</b>
	<i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024</li> <li>2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024</li> <li>3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents</li> </ol>				
	<i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i>				
Kurzbeschreibung	The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures.</li> <li>2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.)</li> <li>3. Communicate the importance and urgency of circular construction.</li> <li>4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).</li> </ol>				

Inhalt	<p>Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own.</li> <li>• They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design &amp; construction, and filmmaking is expected from the students.</li> <li>• They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.</li> </ul>			
Skript	<p>Language: English  Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.</p>			
Literatur	<p>Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348 De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link  Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9.  Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Interest in Digitalisation and Construction.  Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <p>The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place.  All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register:  1. Enroll before 09.02.2024.  2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.</p> <p>Collaborators:  Wick upcycling GmbH  baubüro insitu ag</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft	
<b>101-0259-00L</b>	<b>River Restoration ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>
				<b>V. Weitbrecht, S. Knecht-Hipp, M. Mende, J. van der Meer, C. Weber</b>
Kurzbeschreibung	<p>Based on enhanced understanding of river morphodynamics and the ecosystem of riverscapes, the course introduces different river engineering techniques. It copes with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection...) towards riverscapes in modern society.  The students work on a project study with the goal of restoring a given river section.</p>			
Lernziel	<p>During this course, the students learn how to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe the most important relations in river morphodynamics and their impact on the ecosystem of riverscapes</li> <li>- elaborate solutions within river restoration, dealing with the different societal expectations towards riverscapes.</li> <li>- deal with personal, social and technical obstacles in the planning of a river restoration project.</li> </ul>			
Inhalt	<p>River restoration aims to reestablish near natural processes in riverscapes to increase habitat quality and biodiversity. Based on enhanced understanding of river morphodynamics, the course introduces different engineering techniques with focus on sediment transport processes and flood protection. In addition, the course aims to cope with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection, nature protection...) towards riverscapes in modern society.</p> <p>During the semester, the students work on a project study with the goal of restoring a river section with a certain focus topic. It follows a student-centered approach, with field trips, a role play and interactive coaching sessions together with river restoration experts from engineering practice.</p>			
Skript	No lecture notes			
Literatur	Literature recommendations are given during the semester			

Voraussetzungen / Highly recommended as a technical preparation: River Engineering (Course 101-0258-00L, Autumn Semester)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0010-10L	<b>Master-Arbeit ■</b> <i>Nur für Bauingenieurwissenschaften MSc, Studienreglement 2020.</i>	O	20 KP	43D	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums und ist in einer der gewählten Vertiefungen zu verfassen. Die Bearbeitungsdauer beträgt 18 Wochen. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeiten des/der Studierenden, selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten, unter Beweis stellen.				
Lernziel	Selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten.				
Inhalt	Themen und Aufgabenstellungen werden von den Professoren/Professorinnen ausgeschrieben. Ein Thema kann auch aufgrund einer Absprache zwischen dem/der Studierenden und dem Professor/der Professorin festgelegt werden.				

### ► Master-Arbeit (NUR FÜR Studienreglement 2006)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0010-00L	<b>Master-Arbeit ■</b> <i>Nur für Bauingenieurwissenschaften MSc, Studienreglement 2006.</i>	O	24 KP	51D	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Sie ist in einer der gewählten Vertiefungen zu verfassen und dauert 16 Wochen. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeiten des/der Studierenden, selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten, unter Beweis stellen.				
Lernziel	Selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten.				
Inhalt	Themen und Aufgabenstellungen werden von den Professoren/Professorinnen ausgeschrieben. Ein Thema kann auch aufgrund einer Absprache zwischen dem/der Studierenden und dem Professor/der Professorin festgelegt werden.				

### ► Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur individuellen Auswahl offen.*

### ►► Empfohlene Wahlfächer des Studiengangs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0185-01L	<b>CAD für Bauingenieure</b>	W+	2 KP	2G	M. Miani, F. Ortiz Quintana
Kurzbeschreibung	Einführung in das Arbeiten mit CAD-Software. Anfertigung bautechnischer Zeichnungen in 2D und 3D.				
Lernziel	Nach Abschluss des Kurses können die Absolventen eine 2D-Konstruktion erstellen (Schalungsplan) und sie kennen das Prinzip eines Bewehrungsmoduls. Ferner haben sie eine Einführung in ein 3D-Programm erhalten (3D-Bewehren). Sie sind somit besser vorbereitet auf - die Bachelorarbeit im 6. Semester, - ein allfälliges Praktikum zwischen Bachelor- und Masterstudium, - die Projektarbeiten im Masterstudium, - die Masterarbeit.				
Inhalt	Ausserdem schulen sie das räumliche Vorstellungsvermögen und erwerben sich Orientierungswissen als spätere Vorgesetzte von Zeichnern und Konstrukteuren. Vermassung. Erzeugung von Schnitten und Ansichten. Anwendung des Bewehrungsmoduls. Erstellung abgabefertiger Pläne.				
Skript	Autographie				
052-0708-00L	<b>Urban Design IV</b>	W	2 KP	2V	H. Klumpner, F. T. Salva Rocha Franco



Kurzbeschreibung	Students are introduced to a narrative of 'Urban Stories' through a series of three tools driven by social, governance, and environmental transformations in today's urbanization processes. Each lecture explores one city's spatial and organizational ingenuity born out of a particular place's realities, allowing students to transfer these inventions into a catalog of conceptual tools.
Lernziel	How can students of architecture become active agents of change? What does it take to go beyond a building's scale, making design-relevant decisions to the city rather than a single client? How can we design in cities with a lack of land, tax base, risk, and resilience, understanding that Zurich is the exception and these other cities are the rule? How can we discover, set rather than follow trends and understand existing urban phenomena activating them in a design process? The lecture series produces a growing catalog of operational urban tools across the globe, considering Governance, Social, and Environmental realities. Instead of limited binary comparing of cities, we are building a catalog of change, analyzing what design solutions cities have been developing informally incrementally over time, why, and how. We look at the people, institutions, culture behind the design and make concepts behind these tools visible. Students get first-hand information from cities where the chair as a Team has researched, worked, or constructed projects over the last year, allowing competent, practical insight about the people and topics that make these places unique. Students will be able to use and expand an alternative repertoire of experiences and evidence-based design tools, go to the conceptual core of them, and understand how and to what extent they can be relevant in other places. Urban Stories is the basic practice of architecture and urban design. It introduces a repertoire of urban design instruments to the students to use, test, and start their designs.
Inhalt	<p>Urban form cannot be reduced to physical space. Cities result from social construction, under the influence of technologies, ecology, culture, the impact of experts, and accidents. Urban un-concluded processes respond to political interests, economic pressure, cultural inclinations, along with the imagination of architects and urbanists and the informal powers at work in complex adaptive systems. Current urban phenomena are the result of urban evolution. The facts stored in urban environments include contributions from its entire lifecycle, visible in the physical environment, but also for non-physical aspects. This imaginary city exists along with its potentials and problems and with the conflicts that have evolved. Knowledge and understanding, and critical observation of the actions and policies are necessary to understand the diversity and instability present in the contemporary city and understand how urban form evolved to its current state.</p> <p>How did cities develop into the cities we live in now? Urban plans, instruments, visions, political decisions, economic reasonings, cultural inputs, and social organizations have been used to operate in urban settlements in specific moments of change. We have chosen cities that exemplify how these instruments have been implemented and how they have shaped urban environments. We transcribe these instruments into urban operational tools that we have recognized and collected within existing tested cases in contemporary cities across the globe.</p> <p>This lecture series will introduce urban knowledge and the way it has introduced urban models and operational modes within different concrete realities, therefore shaping cities. The lecture series will translate urban knowledge into operational tools extracted from cities where they have been tested and become exemplary samples, most relevant for understanding how the urban landscape has taken shape. The tools are clustered in twelve thematic clusters and three tool scales for better comparability and cross-reflection.</p> <p>The Tool case studies are compiled into a global urbanization toolbox, which we use as typological models to read the city and critically reflect upon it. The presented contents are meant to serve as inspiration for positioning in future professional life and provide instruments for future design decisions.</p> <p>In an interview with a local designer, we measure our insights against the most pressing design topics in cities today, including inclusion, affordable housing, provision of public spaces, and infrastructure for all.</p>
Skript	<p>The learning material, available via <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> is comprised of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toolbox 'Reader' with an introduction to the lecture course and tool summaries</li> <li>- Weekly exercise tasks</li> <li>- Infographics with basic information of each city</li> <li>- Quiz question for each tool</li> <li>- Additional reading material</li> <li>- Interviews with experts</li> <li>- Archive of lecture recordings</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reading material will be provided throughout the semester.</li> <li>- Please see 'Skript', (a digital reader is available).</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	"Semesterkurs" (semester course) students from other departments, students taking this lecture as GESS / Studium Generale course, and exchange students must submit a research paper, which will be subject to the performance assessment: "Bestanden" (pass) or "Nicht bestanden" (failed). The performance assessment type for "Urban Design III: Urban Stories" taken as a semester course is categorized as "unbenotete Semesterleistung" (ungraded semester performance).

<b>066-0422-00L</b>	<b>Building Systems II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>I. Hirschier, L. Baldini, L. O. Grobe, A. Schlüter, M. Sulzer</b>
	<i>Successful completion of 066-0421-00L Building Systems I is a prerequisite.</i>				
	<i>MIBS: This course must be taken in the first year of coursework.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an overview of concepts and design of building energy supply and ventilation systems, renewable technologies, thermal comfort, indoor air quality, and integrated systems both on building and on urban scale.				
Lernziel	<p>The course has the following learning objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of the fundamentals, principles and technologies for building heating and cooling, solar thermal systems, hybrid and mechanical ventilation, BIPV and Smart Energy Systems, Urban Energy Systems</li> <li>- Knowledge of the integration and interdependencies of building systems and building structure, construction and aesthetics</li> <li>- Ability to estimate relevant quantities and qualities for heating/ cooling of buildings and the related supply systems</li> <li>- Ability to evaluate and choose an approach for sustainable heating/cooling, the system and its components</li> <li>- Synthesis in own integrated design projects</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>151-9904-00L</b>	<b>Applied Category Theory for Engineering II</b> <i>Note: The previous course title until FS23 "Applied Compositional Thinking for Engineers I"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Censi, J. Lorand</b>
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to advanced topics in Applied Category Theory focused on concepts beyond basic category theory and on the needs of applications. The course favors a computational, constructive, and compositional approach targeted to applications in engineering.				
Lernziel	In many domains of engineering and applied sciences, it would be beneficial to think explicitly about abstraction and compositionality, to improve both the understanding of problems and the design of solutions. Applied Category Theory is a field of mathematics that can help in thinking about precisely such topics. A problem, however, is that this type of mathematics is not traditionally taught -- to date, there exists no easy path for engineers to learn category theory that is approachable and emphasizes engineering applications. This course will fill this gap, extending the efforts proposed in the first part of the class (ACT4E I).  This course's goal is not to teach category theory for the sake of it, but to teach the "compositional way of thinking". Category theory will just be the means towards this end. This implies that the presentation of materials sometimes diverges from the usual way to teach category theory, and some common concepts might be de-emphasized in favor of more obscure concepts that are more useful for applications.				
Inhalt	The applications shown in the class will be mainly in the domains of autonomous robotics and mobility. Categories  Functors  Co-design problems  Natural transformations  Adjunctions  Traced monoidal categories  Computation: - From mathematical models to algorithms - Solving finite co-design problems - Monads - Modeling uncertainty  Enriched category theory: - Profunctors - Enriched categories - Negative category theory  Operads  Linear logic and resources				
Skript	Slides and notes will be provided.				
Literatur	Censi, Lorand, Zardini, "Applied Compositional Thinking for Engineers" (Link: <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a> )  B. Fong, D.I. Spivak, Seven Sketches in Compositionality: An Invitation to Applied Category Theory ( <a href="https://arxiv.org/pdf/1803.05316">https://arxiv.org/pdf/1803.05316</a> )  Censi, Lorand, Zardini, Applied Compositional Thinking for Engineers ( <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	There will be no exam; there will be weekly theory homework sheets, and these will constitute the grade for the course.  The course is essentially self-contained and can be taken, in principle, without ACT4E I. We assume this preliminary knowledge: 1) Basics of logic & mathematical thinking, ability to write mathematical proofs. 2) Basic algebra (sets, posets, relations, semigroups, groups).  Students who took the course Applied Category Theory for Engineering I in the Fall Semester are sufficiently proficient in (1) and (2).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft		
		Verfahren und Technologien				geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen				geprüft		
		Entscheidungsfindung				gefördert		
		Medien und digitale Technologien				gefördert		
		Problemlösung				geprüft		
		Projektmanagement				gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation				gefördert
				Kooperation und Teamarbeit				gefördert
				Kundenorientierung				gefördert
				Menschenführung und Verantwortung				gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt				gefördert		
		Verhandlung				gefördert		
		Anpassung und Flexibilität				gefördert		
		Kreatives Denken				geprüft		
		Kritisches Denken				geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert		
<b>151-8102-00L</b>	<b>Research Beyond the Lab: Open Science and Research Methods for a Global Engineer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>		<b>E. Tilley, L. Schöbitz</b>		
Kurzbeschreibung	From the proverbial 'field' to the heart of Zurich, engineering research is guided by the same fundamental principles. With the goal to improve the human condition with technology, we designed this course to teach learners how to conduct a research project out of the lab, and apply open science principles to their data analysis projects.							
Lernziel	By the end of the course, learners will be able to:							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• articulate a foundational understanding of 'research'</li> <li>• identify and implement an appropriate research paradigm for a given study</li> <li>• identify the importance of, and challenges related to research ethics</li> <li>• create a SMART research question</li> <li>• articulate appropriate research aims and objectives for specific questions</li> <li>• create survey questions using a variety of question types and understand the limitations and uses for each type of survey question</li> <li>• apply 12 principles for data organisation in spreadsheets in the layout of a collected dataset</li> <li>• clone a repository from GitHub into the Posit Cloud and can use the RStudio IDE to commit and push changes to GitHub</li> <li>• create a repository on GitHub and start a new R Project using the RStudio IDE on Posit Cloud</li> <li>• can use three different ways of getting support in solving coding problems online</li> <li>• can apply 10 functions from the dplyr R Package to generate a subset of data for use in a table or plot</li> <li>• use GitHub to publish their Course project report as a website</li> <li>• can use exported references from Zotero in Better BibTex Format to generate an automated reference list</li> <li>• cross-reference figures and tables within an R Markdown file</li> </ul>							
Inhalt	<p>Over the course of the semester, students will develop a research project and learn the necessary qualitative and quantitative methods required to collect data from people. We will use tidyverse R packages to work with data, and git and GitHub as tools for version control and collaboration. By the end of the course, students will have a complete overview of how a typical field-based research project is designed, implemented and communicated.</p> <p>Content will be delivered through lectures and tutorials. The success of the course will depend on the student's own willingness to engage with local challenges, stakeholders, citizens and agencies in order to develop a comprehensive body of work that answers a relevant, local problem.</p> <p>Topics covered include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The data science life-cycle</li> <li>- Data organization in spreadsheets</li> <li>- Exploratory data analysis using visualization</li> <li>- Concept of tidy data and data tidying</li> <li>- Data transformation and descriptive statistics</li> <li>- Data communication using the Quarto open-source scientific and technical publishing system</li> <li>- Theory and foundations of field-based research</li> <li>- Research Design and implications for analysis</li> </ul>							
Skript	Distributed during the course.							
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course does not have any specific prerequisites. No prior experience of working with a programming language is required, nor do we expect statistical knowledge beyond basic summary statistics taught in high school environments.</p> <p>Note on accessibility: Although there are 2 weeks of data collection outside of the classroom, we do not want this, or any other component of the hybrid-style course to be a barrier to anyone who is interested in enrolling. If you have a specific concern about your ability to participate, please contact us, so we can discuss strategies to ensure that you are included.</p>							
Kompetenzen		Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
				gefördert				
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert		
<b>052-0716-24L</b>	<b>Topology ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>		<b>P. Urech, M. Vollmer</b>		
Kurzbeschreibung	The elective course "Topology" in the Spring Semester of 2024 will investigate the hidden river Wolfbach in Hottingen, Zürich. We will embark the participants on a terrain between science and art that we will shape through spatial mapping and imagination, adopting different perceptual perspectives supported by technology, literature and history.							
Lernziel	This elective course gives architecture students the opportunity to further develop their perception of space through a site-specific approach in the field of landscape architecture. The students will learn to use 3D point cloud technology and other spatial sensing technologies in order to analyze complex urban landscape and develop new ways of editing and representing these intertwined spaces.							

Inhalt	<p>This course enhances digital literacy for students at D-ARCH and D-BAUG. It builds on a long standing specialization in the spatial exploration of urban landscapes, and integrates digital methods continuously developed at the Landscape Virtualization and Modeling Lab (LVML).</p> <p>Students will become acquainted to working with point cloud models produced with laser-scanning technology. They will learn to use a Terrestrial Laser Scanner to digitalize the site of investigation and reveal its place-specific character, sensory qualities and potential for change. Collected samples from the field will be assembled for interactive audiovisual use in the Laboratory. Through a series of steps, the students will learn how a laser-scanning survey is conducted, how the raw data is processed, how point cloud models are assembled, what qualities these models can provide to analyze, explore and represent space as an audiovisual experience.</p> <p>This understanding will be gained through digital modeling and audiovisual composition. In particular, we will develop a new, comprehensive sectional model of a topologically interesting site situation. All software required is open source and can also be installed on private laptops, facilitating work from home if necessary.</p>		
Literatur	Literature will be provided during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The course is limited to 20 students (based on available computer stations)</li> <li>- Students will work in groups of 2</li> <li>- The lectures will be held in English, assistance in English and German</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	

<b>363-1191-00L</b>	<b>#AI4Impact: Machine Learning for Social Impact</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Boateng</b>
Kurzbeschreibung	How can AI be leveraged to make real-world impact? This course will introduce students to the fundamentals of machine learning (ML) in a hands-on manner with a focus on applying them to address challenges that will impact people's lives in areas such as health, education, legal, and the UN Sustainable Development Goals more broadly.				
Lernziel	This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Students will learn machine learning concepts such as classification, regression, deep learning, natural language processing, and generative AI, and apply them to real-world datasets in hands-on labs. Furthermore, students will learn to work together in teams to develop ML systems that make real-world impact. After taking this course, students will be able to explore and preprocess data, engineer and select relevant features, train relevant ML models, and conduct thorough experiments to evaluate model performance using appropriate metrics. The hope is that learners will leave the course adequately equipped and inspired to use their newly acquired ML superpowers to make the world a much better place!				
Inhalt	<p>This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Programming experience in Python is a requirement. No prior experience with machine learning is required.</p> <p>The course is structured in lectures, hands-on coding exercises, assignments, and course projects.</p> <p><b>Lectures</b> In the lectures, the students will be introduced to the fundamentals of ML along with relevant applications. Various topics include algorithms for classification, regression, deep learning, natural language processing, generative AI, and ML pipelines consisting of data exploration and preprocessing, feature extraction and engineering, model training, and evaluation. Lectures will include in-class coding exercises and discussions. It will also feature guest lecturers (e.g., practitioners) who will give talks on ML systems that they have developed and deployed for impact.</p> <p><b>Assignments</b> Students will work individually to apply the ML concepts introduced in the lectures on provided datasets for impact. Emphasis will be placed on facilitating an intuitive and hands-on understanding of ML models and how to make them work on messy real-world datasets and contexts.</p> <p><b>Course Projects</b> The course project will put everything together and will be the key deliverable. Students will work collaboratively in teams to implement an ML system for social impact, write a paper on the work with the caliber to be accepted at an applied ML conference in the relevant domain, and present it. Students will be responsible for finding relevant datasets for use. We will explore collaborations with NGOs and companies to make available relevant datasets to use for the project.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Programming experience in Python</li> <li>(2) Passionate about making social impact with technology</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

## ►► Wahlfächer ETH Zürich

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETH Zürich*

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BAUG*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### Bauingenieurwissenschaften Master - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Biochemie – Chemische Biologie Bachelor

## ► Kernfächer Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0012-02L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (AC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>H. Grützmacher, J. Cvengros</b>
Kurzbeschreibung	1) Allgemeine Definitionen 2) VSEPR Model 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme 4) Kugelpackungen, Metallstrukturen 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Strukturen, Eigenschaften und Reaktivitäten der Hauptgruppenelemente (Gruppen 1, 2 und 13 bis 18).				
Inhalt	Die Vorlesung ist in 14 Teile gegliedert, in denen grundlegende Phänomene der Chemie der Hauptgruppenelemente diskutiert werden: 1) Einführung in die periodischen Eigenschaften und allgemeine Definitionen 2) VSEPR Modell 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme für einfache anorganische Molekülverbindungen 4) Dichteste Kugelpackungen und Strukturen der Metalle 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Skript	Die Folien der Vorlesung sind auf dem Internet unter <a href="http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html">http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html</a> zugänglich.				
Literatur	Der Vorlesungsstoff kann in folgendem Lehrbuch, das auch in Englisch erhältlich ist, nachgelesen werden: J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 3. Auflage, deGruyter, 2003.  C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4th edition, Pearson Prentice Hall, 2010.				
Voraussetzungen / Besonders	Grundlagen zum Verständnis dieser Vorlesung ist die Vorlesung Allgemeine Chemie 1.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0012-03L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (OC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Chen</b>
Kurzbeschreibung	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN1-/SN2-Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Reaktivitätsprinzipien und der Beziehung zwischen Struktur und Reaktivität. Kenntnis der wichtigsten Reaktionstypen und ausgewählter Stoffklassen.				
Inhalt	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN1-/SN2-Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Skript	als pdf bei Vorlesungsbeginn erhältlich				
Literatur	[1] P. Sykes, "Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie", VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988. [2] Carey/Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A and B, 3rd ed., Plenum Press, New York, 1990/1991. Deutsch: Organische Chemie. [3] Vollhardt/Schore, Organic Chemistry, 2th ed., Freeman, New York, 1994 Deutsche Fassung: Organische Chemie 1995, Verlag Chemie, Weinheim, 1324 S. Dazu: N. Schore, Arbeitsbuch zu Vollhardt, Organische Chemie, 2. Aufl. Verlag Chemie, Weinheim, 1995, ca 400 S. [4] J. March, Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, 5th ed., Wiley, New York, 1992. [5] Streitwieser/Heathcock, Organische Chemie, 2. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim, 1994. [6] Streitwieser/Heathcock/Kosower, Introduction to Organic Chemistry, 4th ed., MacMillan Publishing Company, New York, 1992. [7] P. Y. Bruice, Organische Chemie, 5. Auflage, Pearson Verlag, 2007.				
<b>529-0012-01L</b>	<b>Physikalische Chemie I: Thermodynamik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Barnes, M. Ernst</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der chemischen Thermodynamik: Entropie, Chemische Thermodynamik, Zustandfunktionen, Hauptsätze der Thermodynamik, Zustandsumme, chemische Reaktionen, Reaktionsgrößen, Gleichgewichtsbedingungen, chemisches Potential, Standardbedingungen, ideale und reale Systeme und Gase, Phasengleichgewichte, kolligative Eigenschaften, mit Applikationen zu aktueller Forschung an der ETHZ.				
Lernziel	Verständnis der Entropie und thermodynamischen Grundlagen.				
Inhalt	Zustandsgrößen und Prozessgrößen, das totale Differential als mathematische Beschreibung von Zustandsänderungen. Modelle: Das ideale und das reale Gas. Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Empirische Temperatur und thermodynamische Temperaturskala, innere Energie, Enthalpie, Entropie, thermisches Gleichgewicht. Mischphasenthermodynamik: Das chemische Potential. Ideale Lösungen und Mischungen, reale Lösungen und Mischungen, Aktivität, kolligative Eigenschaften. Tabellierung thermodynamischer Standardgrößen. Reaktionsthermodynamik: Reaktionsgrößen und Gleichgewichtsbedingungen, Gleichgewichtskonstante und deren Druck- und Temperaturabhängigkeit. Phasengleichgewichte und Phasendiagramme.				
Skript	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Literatur	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Allgemeine Chemie I, Grundlagen der Mathematik				
<b>551-0126-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie II: Zellen</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>K. Weis, F. Allain, Y. Barral, W.-D. Hardt, U. Kutay, M. Peter, I. Zemp</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen.				
Lernziel	Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen				

Inhalt	Die Lehrveranstaltung vermittelt ein grundlegendes Verständnis von der Struktur, Organisation, Funktion und Regulation der Zelle. Die Vorlesung ist in zwei Hauptteile gegliedert: Teil I: Zellbiologie der Prokaryonten, Evolution, Populationen Dieser Abschnitt erläutert die generellen Prinzipien des Aufbaus und der Regulation von prokaryontischen Zellen, und erklärt die Genetik und Evolution von Bakterien. Teil II: Vereinheitlichende Konzepte in Eukarya Dieser Vorlesungsteil gibt eine breite Einführung in die generelle Struktur von eukaryontischen Zellen, und vermittelt wichtige Konzepte, die den intrazellulären Aufbau und Transport und der Regulation der Genexpression in Eukaryonten betreffen.
Skript	Die neu konzipierte Vorlesung wird durch Skripte unterstützt.
Literatur	Die Vorlesung wird durch Skripte unterstützt. Ausserdem kann das Lehrbuch "Molecular Biology of the Cell", Alberts et al. 6th edition, Taylor and Francis, und "Brock Biology of Microorganisms", Madigan et al. 15th edition, Pearson, als Unterstützung für den Vortrag verwendet werden. "

<b>401-0272-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik I (Analysis B)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Kobel-Keller</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Vertiefte Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Lernziel	Anwendungsorientierte Einführung in die mehrdimensionale Analysis. Einfache Modelle kennen und selber bilden und mathematisch analysieren können. Kenntnisse der grundlegenden Konzepte.				
Inhalt	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Literatur	- G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass: Analysis 2, Lehr- und Übungsbuch, Pearson-Verlag - D. W. Jordan, P. Smith: Mathematische Methoden für die Praxis, Spektrum Akademischer Verlag - M. Akveld/R. Sperb: Analysis I, Analysis II (vdf) - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Bde 1,2,3. (Vieweg) Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>401-0643-00L</b>	<b>Statistik I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker. Die Konzepte werden anhand einiger anschaulicher Beispiele eingeführt.				
Lernziel	Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.				
Inhalt	Modelle und Statistik für Zähldaten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomial-Verteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen. Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle. Regression: Das Modell der linearen Regression, Tests und Vertrauensintervalle, Residuenanalyse.				
Skript	Es steht ein kurzes Skript zur Verfügung.				
Literatur	- W. A. Stahel, Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler, 5. Aufl., Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 2007				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlegende Mathematik-Kenntnisse wie sie im ersten Semester erworben werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>401-0622-24L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik II (Lineare Algebra)</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>M. Auer</b>
Kurzbeschreibung	Lineare Gleichungssysteme; Matrizenrechnung, Determinanten; Vektorräume; Norm- und Skalarprodukt; Lineare Abbildungen, Basistransformationen, Ausgleichsrechnung; Eigenwerte und Eigenvektoren.				
Lernziel	MUSS ANGEPASST WERDEN: Kenntnisse in Mathematik sind eine wesentliche Voraussetzung für einen quantitativen, und insbesondere für einen computergestützten Zugang zu den Naturwissenschaften. In einem zweisemestrigen 11 Semesterwochenstunden umfassenden (Intensiv-)Kurs werden die wichtigsten mathematischen Grundlagen der Mathematik, nämlich ein- und mehrdimensionale Analysis, Lineare Algebra und Statistik, erarbeitet.				
Inhalt	Lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnung, Lineare Abbildungen und Eigenwerte werden als Minimalprogramm der Linearen Algebra behandelt.				
Skript	Es gibt es ein kurzes Skript, das die wichtigsten Begriffe und Resultate ohne Beispiele zusammenfasst. Für eine ausführlichere Darstellung wird auf das Buch von Nipp und Stoffer (siehe unten) verwiesen.				
Literatur	K. Nipp/D. Stoffer: "Lineare Algebra", vdf, 5. Auflage.				

## ► Kernfächer übriges Bachelor-Studium

### ►► Prüfungsblöcke

#### ►►► Prüfungsblock I

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0222-00L	Organic Chemistry II	O	3 KP	2V+1U	B. Morandi, J. W. Bode

Kurzbeschreibung	This course builds on the material learned in Organic Chemistry I or Organic Chemistry II for Biology/Pharmacy Students. Topics include advanced concepts and mechanisms of organic reactions and introductions to pericyclic and organometallic reactions. The basics of retro- and forward synthesis are also introduced.
Lernziel	Goals of this course include a deeper understanding of basic organic reactions and mechanisms as well as advanced transformations. Reactive intermediates including carbenes and nitrenes are covered, along with methods for their generation and use in complex molecule synthesis. Frontier molecular orbital theory (FMO) is introduced and used to rationalize pericyclic reactions including Diels Alder reactions, cycloadditions, and rearrangements (Cope, Claisen). The basic concepts and key reactions of catalytic organometallic chemistry, which are key methods in modern organic synthesis, are introduced, with an emphasis on their catalytic cycles and elementary steps. All of these topics are combined in an overview of strategies for complex molecule synthesis, with specific examples from natural product derived molecules used as medicines.
Inhalt	Redox neutral reactions and rearrangements, advanced transformations of functional groups and reaction mechanisms, carbenes and nitrenes, frontier molecular orbital theory (FMO), cycloadditions and pericyclic reactions, introduction to organometallic chemistry and catalytic cross couplings, protecting groups, retrosynthetic analysis of complex organic molecules, planning and execution of multi-step reactions.
Skript	The lecture notes and additional documents including problem sets are available as PDF files online, without charge. Link: <a href="https://morandi.ethz.ch/education.html">https://morandi.ethz.ch/education.html</a>
Literatur	Clayden, Greeves, and Warren. Organic Chemistry, 2nd Edition. Oxford University Press, 2012.

<b>402-0044-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>L. P. Gallmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Student/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.				
Inhalt	Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen) Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung) Kurze Einführung in die Quantenphysik				
Skript	Die Vorlesung richtet sich nach dem Lehrbuch "Physik" von Paul A. Tipler				
Literatur	Paul A. Tipler and Gene Mosca Physik Springer Spektrum Verlag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

<b>529-0058-00L</b>	<b>Analytische Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Günther, D. Bleiner, T. Bucheli, M.-O. Ebert, G. Schwarz</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung in den wichtigsten elementaranalytischen und spektroskopischen Methoden sowie ihrer Anwendung in der Praxis, aufbauend auf der Vorlesung Analytische Chemie I. Vorstellung der wichtigsten Trennmethoden.				
Lernziel	Praxisnahe Anwendung und Vertiefung des spektroskopischen und elementaranalytischen Grundwissens der Vorlesung Analytische Chemie I.				
Inhalt	Praxis des kombinierten Einsatzes spektroskopischer Methoden zur Strukturaufklärung und praktischer Einsatz elementaranalytischer Methoden. Komplexere NMR-Methoden: Aufnahmetechnik, analytisch-chemische Anwendungen von Austauschphänomenen, Doppelresonanz, Spin-Gitter-Relaxation, Kern-Overhauser-Effekt, analytisch-chemische Anwendungen der experimentellen 2D- und Multipuls-NMR-Spektroskopie, Verschiebungsreagenzien. Anwendung chromatographischer und elektrophoretischer Trennverfahren: Grundlagen, Arbeitstechnik, Beurteilung der Qualität eines Trennsystems, van-Deemter-Gleichung, Gaschromatographie, Flüssigchromatographie (HPLC, Ionenchromatographie, Gelpermeation, Packungsmaterialien, Gradientenelution, Retentionsindex), Elektrophorese, elektroosmotischer Fluss, Zonenelektrophorese, Kapillarelektrophorese, isoelektrische Fokussierung, Elektrochromatographie, 2D-Gelelektrophorese, SDS-PAGE, Field Flow Fractionation, Vertiefung in Atomabsorptions-Spektroskopie, Atomemissions-Spektroskopie und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie, ICP-OES, ICP-MS.				
Skript	Ein Skript zur Vorlesung wird den Studierenden digital zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Literaturlisten werden in der Vorlesung verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Übungen zur Spektreninterpretation und zu den Trennmethoden erfolgen im Rahmen der Vorlesung. Zusätzlich wird die Veranstaltung 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" (4. Semester) empfohlen.  Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)"				

<b>535-0522-00L</b>	<b>Pharmakologie und Toxikologie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>U. Quitterer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie gibt im Verlauf von 2 Semestern einen Überblick über die Zusammensetzung, Anwendung und Wirkungsweise von wichtigen Medikamentengruppen. Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Pharmazie und der medizinisch orientierten Naturwissenschaften.				
Lernziel	Das Ziel ist die Vermittlung pharmakologischer und toxikologischer Grundlagen unter Berücksichtigung pharmakologischer, pathophysiologischer und klinischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung umfasst die kurze Darstellung makroskopischer, mikroskopischer, pathobiochemischer sowie funktioneller Veränderungen an Organen und Organsystemen bei wichtigen Erkrankungen. Ausgehend davon werden die Wirkungsmechanismen, die Anwendung, die Pharmakokinetik, unerwünschte Wirkungen, Wechselwirkungen, Toxikologie, Kontraindikationen und Dosierung relevanter Medikamente dargestellt. Allgemeine Prinzipien klinischer Pharmakologie und Pharmakotherapie werden behandelt.				
Skript	Für jede Vorlesung wird ein Skript abgegeben, das eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Stichpunkten beinhaltet.  Die Skripte enthalten die Hauptpunkte der Vorlesung und definieren prüfungsrelevante Kenntnisse. Sie ersetzen die Vorlesung nicht.				



Literatur	Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Bernhard Hofmann, Veit Flockerzi. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 13. Auflage, 1244 Seiten 2022 Urban & Fischer in Elsevier, ISBN: 978-3-437-42622-3				
	Das internationale Standardwerk der Pharmakologie: Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann 14th edition, 1664 pages 2022; McGraw - Hill Higher Education ISBN: 978-264-25807-9				
Voraussetzungen / Besonderes	Abschluss Grundstudium.  Gleichzeitiger oder vorgängiger Besuch des Seminars 535-0523-00 Aktuelle Themen aus Pharmakologie und Toxikologie ist dringend empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
<b>551-1324-00L</b>	<b>Biochemie</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. Locher, N. Ban, R. Glockshuber, J. Piel, E. Weber-Ban</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt zentrale Reaktionen und Stoffwechselwege der Biochemie sowie Molekularbiologie mit Betonung der chemischen und z.T. biophysikalischen Aspekte.				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten an zellulärer Energiegewinnung und -Speicherung beteiligten Stoffwechselvorgänge sowie ausgewählter biosynthetischer Prozesse (inkl. Zucker, Fette, Steroide etc). Verständnis der molekularen Vorgänge bei Replikation, Transkription und Translation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Einige Vorlesungseinheiten werden in englischer Sprache gehalten.				
<b>551-1174-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>U. Sauer, P. Beltrao, J. Stelling, N. Zamboni</b>
Kurzbeschreibung	Ausgehend von biologischen Fragen und Phänomenen unterrichtet der Kurs zur Beantwortung notwendige Konzepte von Modellierungen und Datenanalysen. In den Übungen erhalten die Studenten erste praktische Erfahrungen in einfacher Programmierung eigener Modelle und Analysen.				
Lernziel	Wir unterrichten kein oder nur wenig neues biologisches Wissen oder experimentelle Analysemethoden, sondern nutzen aus dem Studium bekanntes Wissen (z. B. Enzymkinetik, Regulationsmechanismen oder bioanalytische bzw statistische Methoden). Unser Ziel ist es biologische Probleme aufzuzeigen, die aus dynamischen Interaktionen molekularer Elemente entstehen und mit Hilfe von Computermethoden gelöst werden können. Spezifische Ziele sind: - Verständnis der Limitationen intuitiver Argumentation in der Biologie - Ein erster Überblick über Computermethoden in der Systembiologie - Übersetzen biologischer Fragestellungen in computerlösbare Probleme - Praktische Erfahrungen in Programmierung mit MATLAB - Erste Erfahrungen in der Computerinterpretation von biologischen Daten - Verständnis typischer Abstraktionen in der Modellierung molekularer Systeme				
Inhalt	Ganz allgemein trainieren wir kritisches Denken und aktives Nutzen von Wissen in Bezug auf konkrete biologische Probleme. Während der ersten 7 Wochen konzentrieren wir uns auf mechanistische Modellierungen. Ausgehend von einfachen Enzymkinetiken betrachten wir zunächst die Dynamik von kleinerer Stoffwechselwegen und enden mit stöchiometrischen Modellen mittlerer Netzwerke. In der zweiten Kurshälfte konzentrieren wir uns auf die Analyse von typischen grösseren Datensätzen with Proteom oder Transkriptom. Wir starten mit multivariaten statistischen Methoden wie z. B. Clustering und Principal Component Analysis und enden mit Methoden um Netzwerke aus Daten zu lernen.				
Skript	Skripten zur Vorbereitung werden per Moodle zur Verfügung gestellt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft

## ▶▶▶ Prüfungsblock II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				

Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.
Skript	Updated handouts will be provided during the class.
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.

<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.				
	Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				

## ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0289-00L</b>	<b>Instrumentalanalyse organischer Verbindungen</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Zenobi, M.-O. Ebert, L. Hagmann, N. Kumar, Y. Yamakoshi</b>
Kurzbeschreibung	Übungen zur Interpretation von Molekülspektren				
Lernziel	Beherrschung der Praxis der Interpretation von Molekülspektren.				
Inhalt	Anhand von Übungsaufgaben können die Teilnehmenden mit Hilfe der Dozenten und Assistenten den selbständigen Umgang mit den Massen-, 1H-NMR-, 13C-NMR-, IR-, und UV/VIS-Spektren erlernen. Zwei Probleme werden dann jeweils von einem Dozenten besprochen.				
Skript	Die Aufgabenstellungen werden abgegeben				
Literatur	E. Pretsch, P. Bühlmann, M. Badertscher, Spektroskopische Daten zur Strukturaufklärung organischer Verbindungen, 5. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lösungen sind in der darauffolgenden Woche auf dem Internet verfügbar Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)" 529-0058-00 "Analytische Chemie II (4. Semester)" parallel zu diesem Kurs oder in einem früheren Semester abgeschlossen				

## ► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0128-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie I</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. Gstaiger, A. Cléry, E. Dultz, C. H. Giese, R. Kroschewski, M. Künzler</b>
	<i>Belegungen über myStudies bis spätestens 26.1.2024. Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.</i>				
Kurzbeschreibung	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in die Grundlagen des experimentellen Arbeitens in den klassischen und modernen Biowissenschaften. Im ersten Jahr (Praktikum GL Biol) absolviert jeder Student 12 Kurstage in denen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Mikrobiologie, Biochemie und Molekularbiologie vermittelt werden.				
Lernziel	Einführung in die Biologie einzelliger Organismen und praktische Erfahrung mit biochemischen und molekularbiologischen Experimenten.				
	Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien findet man unter Moodle				
	Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list and Instructions).				
Inhalt	Dieses Praktikum gibt eine Einführung in grundlegende und essentielle Techniken der klassischen und modernen Biologie. Studenten nehmen an allen 12 Kurstagen teil. Das Praktikum findet jeweils Donnerstag und Freitag in zwei Schichten (1. Schicht 8:00-13:00 und 2. Schicht 13:30-18:30) statt und erfordert ein zusätzlich eine Vorbereitung auf den jeweiligen Praktikumstag im Selbststudium via Moodle.				
	Tag 1: Arbeiten mit und Nachweis von Mikroorganismen Tag 2: Morphologische, biochemische und genetische Differenzierung von Mikroorganismen Tag 3: Biotische Interaktionen und Genetik von Bakterien Tag 4: Metabolismus und Physiologie von Bakterien Tag 5: Werkzeuge I: Aufreinigung von DNA, genetische Modifikation von Mikroorganismen Tag 6: Werkzeuge II: Aufreinigung von RNA, Lebenszyklus der eukaryontischen Zelle Tag 7: Werkzeuge III: Ionenaustausch-basierte Reinigung der TAQ polymerase aus E. coli Tag 8: Werkzeuge IV: Charakterisierung der Fraktionen der TAQ polymerase-Reinigung (SDS-PAGE, WB) Tag 9: Werkzeuge V: mRNA-Analyse mittels RT-PCR und gereinigter Taq Polymerase Tag 10: Affinitätschromatographie von Proteinen, Proteinkristallisation Tag 11: Enzymkinetik Tag 12: Proteinfaltung, Proteinestabilität und Proteinstruktur				
Skript	Versuchsanleitungen können von der Moodle Seite geladen werden.				

Voraussetzungen / **BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN**  
Besonderes

Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.

Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.

**SEHR WICHTIG!!**

1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 26.1.2024 belegen.
2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!
3. Die Semestereinschreibung für FS 2024 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.

Die 12 Kurstage des Praktikum Grundlagen Biologie I finden jeweils am Donnerstag oder Freitag während des Frühjahrssemesters 2024 statt. Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an diesen Tagen haben. Die genaue Kurseinteilung wird vor Beginn des Semesters mitgeteilt.

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Donnerstag):  
22.02.; 29.02.; 07.03.; 14.03.; 21.03.; 11.04.; 18.04.; 25.04.; 02.05.; 16.05.; 23.05.; 30.05.

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Freitag):  
23.02.; 01.03.; 08.03.; 15.03.; 22.03.; 12.04.; 19.04.; 26.04.; 03.05.; 17.05.; 24.05.; 31.05.  
Kein Praktikum während der Osterferien: 25.03-05.04.2024

<b>529-0074-00L</b>	<b>BCB IV: Analytische Biochemie und Biophysik ■</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>K. Lang, M. Fottner, C. H. Giese, T. Segawa</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in die experimentellen Methoden in analytischer und bioanalytischer Chemie				
Lernziel	-Erwerb fundierter Kenntnisse der Instrumentierung und Methoden für die Analyse von Molekülen, einschliesslich organischer Verbindungen und biologischer Moleküle. - Kennenlernen der wichtigsten praktischen Techniken der analytischen Chemie. -Verfassen von Berichten zu jedem Experiment und jeder Analysemethode.				
Inhalt	Der Kurs wird maximal 10 Experimente aus den folgenden Themenbereichen umfassen: Spektroskopische strukturelle Charakterisierung, analytische Charakterisierung, bio-physikalische Charakterisierung. Experimente, die Teil dieses Lehrplans sein werden, sind: Zirkulardichroismus (CD)-Spektroskopie, UV-Spektroskopie, Massenspektrometrie, Kernspinresonanz, HPLC und Größenausschlusstrennung, isothermische Titrationskalorimetrie sowie eine Reihe anderer biophysikalischer und biologischer Charakterisierungsverfahren.				
Skript	Lernmaterialien werden auf einer online-Plattform verfügbar sein (Website oder Moodle).				
Literatur	Lernmaterialien werden auf einer online-Plattform verfügbar sein (Website oder Moodle).				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen/Hinweis  Dieses Praktikum ist nur für Studenten, die im BCB eingeschrieben sind. Zusätzlich müssen die folgenden Kurse erfolgreich absolviert werden: 529-0016-00 P BCBIII Organische Chemie (Praktikum) 529-0011-04 "Allgemeine Chemie (Praktikum)" 529-0051-00 "Analytische Chemie" I (3. Semester) 551-0128-00L Grundlagen der Biologie I Darüber hinaus wird für die folgende Lehrveranstaltung eine Einschreibung parallel zum Praktikum oder in einem früheren Semester erbeten: 529-0058-00 "Analytische Chemie II" (4. Semester) BCB Studenten sollten auch in "Instrumentelle Analyse organischer Verbindungen" eingeschrieben sein. Mit der Anmeldung zum Laborkurs bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitshinweise gründlich zu studieren und die Anweisungen zu befolgen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

► **Blockkurse**

Anmeldung zu Blockkursen muss zwingend über die website <https://www.mybiportal.uzh.ch> erfolgen. Anmeldung möglich von 21.12.23 - 10.01.2024

Bitte die ETH Aufnahmekriterien für die Aufnahme von Studierenden der ETH in ETH Blockkurse auf der Blockkurs-Anmeldeseite unter "Zuteilung"

beachten.

►► **Blockkurse 1. Semesterviertel**

20.02.2024 bis 13.03.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0339-00L	<b>Molecular Mechanisms of Cell Dynamics</b> <i>Number of participants limited to 21.</i>	W	6 KP	7P	E. Dultz, Y. Barral, T. Kleele, U. Kutay, M. Peter, K. Weis
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Application of current experimental strategies to study the dynamics of complex and highly regulated cellular processes.				
Lernziel	In this course, students will - learn what principles govern cellular dynamics and how these are regulated. - learn to evaluate and to apply current strategies to study the dynamics of complex and highly regulated cellular processes				
Inhalt	During this Block-Course, the students will learn to (1) describe the important mechanisms and regulators of dynamic processes in cells, (2) perform experimental techniques to quantify dynamic cellular processes, (3) evaluate and compare experimental strategies and model systems, (4) formulate and present scientific concepts in a project description and poster presentation.  Topics discussed will include - mobility in the cell (passive and active) - compartmentalization (by membranes and via phase separation) - examples of cell biological processes dependent on mobility and compartmentalization.  Students will work in small groups in individual labs on one research project (8 full days of practical work; every group of students will stay in the same lab during the entire course). The projects are close to the actual research carried out in the participating research groups, but with a clear connection to the subject of the course.				
Literatur	Documentation and recommended literature (review articles and selected primary literature) will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
551-1318-00L	<b>CRISPR-Cas Genome Engineering in Human Cells</b> <i>Number of participants limited to 10 (6 in the 1st and 4 in the 3rd quarter of the spring semester).</i>	W	6 KP	7P	J. Corn
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	This laboratory course focuses on research topics in the Corn lab related to CRISPR-Cas genome engineering, the role of DNA repair in metazoan genome editing, the development of preclinical proof-of-concept for genome editing therapies, and the use of genome editing to investigate fundamental questions in blood cells. Projects will be conducted in small groups.				
Lernziel	This course will introduce technologies and approaches in modern genome engineering. The main focus is on practical work to familiarize participants with techniques such as functional genomics, biochemistry, human cell biology, and next generation sequencing. Results will be presented by students in several scientific presentations.				
Inhalt	The course will include topics related to ongoing research projects in the lab. Experimental work will include methods such as CRISPR-Cas genome engineering, CRISPR-Cas screening, cloning, mammalian transformation, human cell biology, flow cytometry, and biochemistry.				
Skript	None				
Literatur	Will be provided at the beginning of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
551-0500-00L	<b>Application of Deep Learning Models in Biology</b>	W	6 KP	7P	P. Beltrao

Number of participants limited to 10.

The enrolment is done by the D-BIOL study administration.

Kurzbeschreibung	Modern biology research generates very large datasets and analysing these to extract meaningful relationships is now a major bottleneck which is aided by machine learning methods. Neural network models in particular are able to learn rules from such datasets to make predictions about biological systems This course will provide a practical introduction to neural network models in biology.
Lernziel	In this course the students will learn how to apply deep learning methods for the analysis of biological data (e.g. images, DNA sequences, protein sequences). The course will provide a basic foundation on neural networks but focus primarily on practical use of neural network models for practical application to problems in biology.
Skript	Lecture Notes, Literature
Voraussetzungen / Besonderes	This block course is programming based, using python as programming language. The students are expected to have acquired programming skills at least equivalent to the first two BSc years of the Biology degree.

## ►► Blockkurse 2. Semesterviertel

14.03.2024 bis 12.04.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0434-00L	<b>NMR Spectroscopy in Biology</b> <i>Number of participants limited to 6.</i>	W	6 KP	7P	F. Allain, A. D. Gossert, K. Wüthrich
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	In this block course, students actively participate in ongoing research projects in the research groups of Profs. Allain, Wüthrich and Dr. Gossert. The students will be tutored in their experimental work by experienced postdoc students. In addition, the course includes specific lectures that provide the theoretical background for the experimental work, as well as exercises and literature work.				
Lernziel	The course provides first "hands on" insight into applications of NMR spectroscopy in biological sciences. The course should enable the students to understand the potential and limitations of NMR applied to biological problems.				
Inhalt	The topics include studies of proteins, RNA and protein-RNA interactions,  Participation in one of the following projects will be possible: - NMR of RNA - NMR of several protein-RNA complexes (hnRNPF, nPTB, SR proteins) - NMR studies of protein-ligand interactions - dynamics of protein-RNA complexes - Segmental isotopic labeling to study multidomain proteins - NMR Methods Development				
Skript	No script				
Literatur	Lists of individual reading assignments will be handed out.				
551-1147-00L	<b>Bioactive Natural Products from Bacteria</b> <i>Number of participants limited to 7.</i>	W	6 KP	7P	J. Piel
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Lab course. In small groups projects of relevance to current research questions in the field of bacterial natural product biosynthesis are addressed.				
Lernziel	Introduction to relevant subjects of the secondary metabolism of bacteria. Training in practical work in a research laboratory. Scientific writing in form of a research report.				
Inhalt	Research project on bacteria that produce bioactive natural products (e.g., Streptomycetes, Cyanobacteria, uncultivated bacteria). The techniques used will depend on the project, e.g. PCR, cloning, natural product analysis, precursor feeding studies, enzyme expression and analysis.				
Skript	none.				
Literatur	Will be provided for each of the projects at the beginning of the course.				
551-0436-00L	<b>Cryo-Electron Microscopic Studies of Ribosomal Complexes with Biomedically Important Viral Proteins</b> <i>Number of participants limited to 15.</i>	W	6 KP	7P	N. Ban, D. Böhringer, M. A. Leibundgut, T. Lenarcic
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Many viruses have evolved specialized mechanisms to hijack the host gene expression machinery and employ cellular resources to regulate viral life cycle. They accomplish this through producing non-structural proteins that can, among other things, inhibit host protein synthesis. Participants of this course will visualize ribosomes in complex with a non-structural viral protein at high resolution.				
Lernziel	The goal of the course is to acquire the most important techniques and methods for the purification and structural characterisation of macromolecular complexes by transmission electron microscopy. The emphasis of the course is on the special practical requirements for the application of these techniques on macromolecular structures in the MDa range.				
Inhalt	Protein synthesis is a very energy intensive process that can consume over half the total metabolism of a cell. In eukaryotes, translation is therefore tightly regulated at the stage of initiation. Regulatory processes are much more complex at this step than in prokaryotes and a large number of RNA modification processes and translation initiation factors are required to ensure faithful initiation, elongation and termination of translation. However, several viruses may interfere with host translation by affecting the initiation step or by modifying the activity of key initiation factors to ensure an efficient translation of viral mRNA. Amongst such viruses is also SARS-CoV-2, which infects a large variety of vertebrate species. On entering host cells, the viral genomic RNA is translated by the cellular protein synthesis machinery to produce a set of non-structural proteins, which by inhibiting host translation render cell conditions favorable for viral production. Within the Ban lab, we have studied, and continue to investigate, medically relevant viral proteins. This course will involve producing and attempting to determine the structure of a non-structural viral protein in a ribosome-bound form.  A variety of purification techniques, including affinity chromatography and ultracentrifugation, will be used during the purification of macromolecular complexes. Purified assemblies will be then investigated functionally. Students will then characterise their samples structurally through transmission electron cryo-microscopy (cryo-EM), including sample preparation, microscopy, data evaluation and the calculation of densities. Finally, students will learn how to build and refine molecular models into parts of the calculated cryo-EM density. The participants will be working on a closed project related to current research within the laboratory and throughout the course the practical work will be accompanied by brief theoretical introductions. The principal aim of the course is to strengthen the skills required to independently conduct meaningful biophysical and biochemical experiments and to provide an early introduction into the structural characterisation of cellular macromolecular assemblies.				

Skript	A script will be distributed at the beginning of the course that will cover the experiments to be performed, provide references to the relevant literature and suggest points for further consideration for interested students.
Literatur	Literature A basic overview is provided within the references below. Further reading and citations shall be detailed in the course script. - A. Fersht, Structure and mechanism in protein science, Freeman, 1999 (Chapters 1 and 6). - M. van Heel et al., Single-particle electron cryo microscopy: towards atomic resolution, Quart. Rev. Biophys. (33), 307-369 (2000).
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held in English. Students should have either completed courses: 551-0307-00L Biomolecular Structure and Mechanism I: Protein Structure and Function 551-0307-01L Biomolecular Structure and Mechanism II: Large Cellular Machines or equivalent courses covering the structure and function of biological macromolecules.

<b>529-0046-00L</b>	<b>Protein-derived Activity Probes for Ubiquitin Pathways</b> <i>Enrolment limited to max 12 students.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>J. W. Bode</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	In this block course we will prepare proteins carrying electrophilic groups to interrogate intracellular pathways. These probes will be prepared by recombinant protein expression & purification followed by site-specific protein modification with electrophilic probes. Their reactivity will be tested in mammalian whole cell lysates and analyzed by proteolytic digestion and tandem mass spectrometry.				
Lernziel	Students should learn how to design protein-based activity probes, express and isolate the proteins from E. coli, conduct site-specific protein modification, evaluate these probes in mammalian cell lysates using a proteomics workflow, and analyze and identify known or unknown proteins trapped by the activity probes.				
Inhalt	After the course participants should be able to apply gained skills in future chemical and molecular biology lab courses and projects. Individual reports describing the experiments and obtained results must be prepared by the end of the course. This course is based on a genuine research area and emerging technique. By working in pairs participants will recombinantly express and purify different ubiquitin mutants (UbV) in parallel. Based on the previous phage display screen, the chosen variants possess tunable affinity towards ubiquitin pathway proteases. Expression of the variants as intein fusions will enable site-specific C-terminal chemical modification either by direct aminolysis of the thioesters or by acylation of C-terminal hydrazides with activated carboxylic acids. The resulted constructs bearing electrophilic warheads will be utilized in mammalian whole cell lysates to covalently crosslink with cysteine UBL domain bearing proteases. The trapped proteases will be enriched by immunoprecipitation and analyzed by proteolytic digestion and tandem MS/MS with support from Functional Genomics Center Zurich (FGCZ). Results obtained from an individual UbV pull-down will be discussed and compared in the seminars. We expect to develop novel protein activity-based probes for various ubiquitin proteases (deubiquitinating enzymes).				
Skript	All the required theoretical and experimental details will be discussed in class. Relevant research papers will be recommended for reading during the seminars.				
Voraussetzungen / Besonderes	This laboratory block course is designed for 4 weeks, 3 days of full working hours. Students should have basic practical knowledge of protein expression and organic synthesis. The maximum number of participants is currently limited to 6. Interested applicants may inquire to J. Bode for further information. Commitment for attendance of entire course is necessary. The course cannot be interrupted by individual absences once started.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ►► Blockkurse 3. Semesterviertel

16.04.2024 bis 10.05.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0362-00L</b>	<b>Molecular Health: Biomedical Analysis of the Extracellular Interactome</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>B. Wollscheid, S. Goetze, E. Tschudy-Milani</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	In this course you will learn to measure, integrate, analyze and validate the cellular surfaceome as a complex information gateway connecting the intracellular to the extracellular interactome. You will apply next generation technologies at the interface of biology, chemistry, medicine and bioinformatics to establish the surfaceome proteotype and its signaling interaction networks.				
Lernziel	"If a cell surface molecule such as the B cell receptor would have the size of a human being, then the cell surface of a B cell would have roughly the size of three times NYC Central Park." How many people/proteins/proteoforms reside in this space ("Surfaceome")? Similar to humans, proteins don't act alone. Function is encoded in dynamic protein-protein interactions. How are these proteoforms organized in signaling islands/networks in order to fulfill specific cellular functions ("Interactome")? What are the ligands interacting with the surfaceome to communicate information from other cells & tissues in the body? What goes wrong in these signaling islands if we get sick?				
	In this course you will learn to measure, integrate, analyze and validate the cellular surfaceome and its signaling islands as a complex information gateway connecting the intracellular to the extracellular interactome. You will apply next generation technologies at the interface of biology, chemistry, medicine and bioinformatics to generate unprecedented data to establish the surfaceome proteotype and its signaling interaction networks. This digital proteotype data layer provides the basis for generating qualitative and quantitative surfaceome models explaining how molecular nanoscale organization influences cellular signaling and biological function.				

Inhalt	<p>"If a cell surface molecule such as the B cell receptor would have the size of a human being, then the cell surface of a B cell would have roughly the size of three times NYC Central Park." How many people/proteins/proteofoms reside in this space ("Surfaceome")? Similar to humans, proteins don't act alone. Function is encoded in dynamic protein-protein interactions. How are these proteofoms organized in signaling islands/networks in order to fulfill specific cellular functions ("Interactome")? What are the ligands interacting with the surfaceome to communicate information from other cells &amp; tissues in the body? What goes wrong in these signaling islands if we get sick?</p> <p>In this course you will learn to measure, integrate, analyze and validate the cellular surfaceome and its signaling islands as a complex information gateway connecting the intracellular to the extracellular interactome. You will apply next generation technologies at the interface of biology, chemistry, medicine and bioinformatics to generate unprecedented data to establish the surfaceome proteotype and its signaling interaction networks. This digital proteotype data layer provides the basis for generating qualitative and quantitative surfaceome models explaining how molecular nanoscale organization influences cellular signaling and biological function.</p>				
Literatur	D. Bausch-Fluck, E. S. Milani, B. Wollscheid, Surfaceome nanoscale organization and extracellular interaction networks, Curr. Opin. Chem. Biol. 48, 26–33 (2019).				
Voraussetzungen / Besonderes	https://paperpile.com/shared/ud6iWG This course requires a basic knowledge in mass spectrometry based proteomics and experience in computational data processing using R or MatLab. Ideally this course should be combined with course 551-0352-00L "Introduction to Mass Spectrometry-based Proteomics".				
<b>551-0344-00L</b>	<b>Plant Microbiomes</b> <i>Number of participants limited to 8.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Laboratory course. Research projects in the area of plant microbiomes are conducted in small teams. They address current topics related to plant microbiomes, including microbial community assembly, microbial interactions, plant protection and plant immunity.				
Lernziel	Introduction to relevant subjects of the biology of plant-associated microorganisms. Training in practical work in a research laboratory. Exposure to current research topics in the field of plant microbiomes. Scientific writing in form of a research report.				
Inhalt	Research project in plant microbiomes. The techniques used will depend on the project, e.g. PCR, cloning, microbial community analysis via next-generation sequencing, plant inoculation experiments, phenotypic analyses, fluorescence microscopy, gene expression, metabolomics, bioinformatics				
Skript	none				
Literatur	Will be provided for each of the projects at the beginning of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>551-1556-00L</b>	<b>Structure Determination by Cryo-EM: Data Processing and Analysis</b> <i>Number of participants limited to 15</i> <i>The block course will only take place with a minimum of 4 participants.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>K. Locher, R. Irobalieva, J. Kowal</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	This course will introduce the students to high-resolution structure determination using single particle cryo-electron microscopy, one of the key techniques for determining structures of biological macromolecules				
Lernziel	The goal of this course is to provide the students with the opportunity to pursue the processing of cryo-EM data and to gain experience in the building and refinement of an atomic model of a protein.				
Inhalt	The students will receive a demonstration of sample vitrification and sample imaging using a cryo-electron microscope. The students will then use a pre-recorded data set to perform the calculations involved in determining the 3D structure of a model protein. Students will learn how to build an atomic model into their electron density maps, how to refine and analyze this model, and how to present their structural data. The following software packages will be used: Relion, Coot, Phenix, Pymol, Chimera.				
Voraussetzungen / Besonderes	The students will spend the majority of the time on data processing and are therefore expected to have some basic knowledge of bash terminal (Linux) commands. Basic physics, optics and linear algebra knowledge is also helpful. By the end of the course, the students will be expected to understand concepts such as the difference between Fourier and real space, image formation, the contrast transfer function (CTF), the fast Fourier transform (FFT), and Fourier shell correlation (FSC). During the course the students will be expected to complete homework assignments. At the end of the course, the students will give an oral presentation on what they learned. After the course, the students will submit a written report prepared individually.				
<b>551-1312-00L</b>	<b>RNA-Biology II</b> <i>Number of participants limited to 14.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>S. Jonas, F. Allain, J. Corn, U. Kutay, O. Voinnet</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to the diversity of current RNA-research at all levels from structural biology to systems biology using mainly model systems like <i>S. cerevisiae</i> (yeast), mammalian cells.				
Lernziel	The students will obtain an overview about the diversity of current RNA-research. They will learn to design experiments and use techniques necessary to analyze different aspects of RNA biology. Through lectures and literature seminars, they will learn about the burning questions of RNA research and discuss approaches to address these questions experimentally. In practical lab projects the students will work in one of the participating laboratories. Finally, they will learn how to present and discuss their data in an appropriate manner. Student assessment is a graded semester performance based on individual performance in the laboratory, the written exam and the project presentation.				
Skript	Relevant material from the lectures will be made available during the course via the corresponding Moodle page.				
Literatur	Documentation and recommended literature will be provided at the beginning and during the course.				
<b>551-1300-00L</b>	<b>Cause and Consequences of Unstable Genomes</b> <i>Number of participants limited to 13.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>M. Jagannathan, Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr,</b>

*The enrolment is done by the D-BIOL study administration.*

Kurzbeschreibung	The course will introduce students to key concepts and laboratory research within the broad field of "Genome stability".
Lernziel	Students will learn to design, apply and evaluate current research strategies in a wide range of modern research areas encompassing the broad field of "Genome stability".
Inhalt	The course will consist of lectures, practical laboratory work in small groups, informal progress report sessions, and the presentation of laboratory work. Lectures will expose students to key concepts and techniques in the field. Students will team into small groups and work in one laboratory for the duration of the course. Students will meet regularly for informal "progress report" discussions of their projects. Student performance will be assessed based on the quality of their practical work, a written exam on frontal lecture material, and a presentation of their practical work.
Literatur	Documentation and recommended literature in the form of review articles and selected primary literature will be provided during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English.

<b>551-1318-00L</b>	<b>CRISPR-Cas Genome Engineering in Human Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>J. Corn</b>
	<i>Number of participants limited to 10 (6 in the 1st and 4 in the 3rd quarter of the spring semester).</i>				
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	This laboratory course focuses on research topics in the Corn lab related to CRISPR-Cas genome engineering, the role of DNA repair in metazoan genome editing, the development of preclinical proof-of-concept for genome editing therapies, and the use of genome editing to investigate fundamental questions in blood cells. Projects will be conducted in small groups.				
Lernziel	This course will introduce technologies and approaches in modern genome engineering. The main focus is on practical work to familiarize participants with techniques such as functional genomics, biochemistry, human cell biology, and next generation sequencing. Results will be presented by students in several scientific presentations.				
Inhalt	The course will include topics related to ongoing research projects in the lab. Experimental work will include methods such as CRISPR-Cas genome engineering, CRISPR-Cas screening, cloning, mammalian transformation, human cell biology, flow cytometry, and biochemistry.				
Skript	None				
Literatur	Will be provided at the beginning of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ►► Blockkurse 4. Semesterviertel

14.05.2024 bis 31.05.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0374-00L</b>	<b>Growth and Aging</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>H. Stocker, Y. Barral, G. Neurohr</b>
	<i>Number of participants limited to 7.</i>				
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Organisms have to control their growth in accordance with environmental conditions. Interestingly, the pathways regulating growth often also affect aging. This course focuses on the analysis of growth regulation and aging in yeast, Drosophila, and mammalian cells. The participants will perform original research experiments to study various aspects of these two processes.				
Lernziel	The aims of the block course are that participants				
	(I) learn how genetic approaches in different organisms contribute to the understanding of complex processes such as growth regulation and aging				
	(II) will get familiarized with reading research articles and discussing biological concepts				
	(III) get a first exposure to current research.				



Inhalt	The block course consists of		
	(I) experiments:		
	Teams of 2-3 students each will join research labs to work on current projects focusing on aging and growth regulation in budding yeast, <i>Drosophila</i> and mammalian cells. The students will present their projects and results to their colleagues.		
	(II) lectures and discussions on growth regulation and aging in yeast, <i>Drosophila</i> and mammals.		
	(III) journal clubs to discuss recent literature.		
Skript	Lecture handouts		
Literatur	Original research articles will be discussed during the course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ►► Blockkurse 1. Semesterhälfte

20.02.2024 bis 12.04.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0810-01L	<b>Praktikum Organische Chemie II</b> <i>Admittance is limited and depends on the availability of hosting research labs.</i>	W	12 KP	14P	C. Thilgen
	<i>Interested students are asked to contact Prof. C. Thilgen (thilgen@org.chem.ethz.ch) before December 15 for further details.</i>				
	<i>In case of admittance, the actual enrolment needs to be done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.				
Lernziel	Erlernen von Planung und Durchführung anspruchsvoller Mehrstufensynthesen unter Einbezug moderner Methoden; vertieftes Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente; Entwickeln eines organisch-synthetischen Forschungsprojekts; akkurates Protokollieren, Verfassen eines Berichts im Stil einer Veröffentlichung und Präsentieren der Ergebnisse in Form eines Kurzvortrags.				
Inhalt	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.				
Skript	Kein Skript.				
Literatur	Keine Pflichtliteratur. Literatur wird von den betreuenden Doktorierenden angegeben bzw. zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: beständenes Praktikum Organische Chemie (529-0229-00 oder 529-0230-00 oder 529-0016-00); bestandene Sessionsprüfung Organische Chemie I (529-0221-00 bzw. 529-1011-00) / Organische Chemie II (529-0222-00 bzw. 529-1012-00). Die Zahl der Teilnehmenden ist auf 12 beschränkt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Blockkurse 2. Semesterhälfte

16.04.2024 bis 31.05.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0810-01L	<b>Praktikum Organische Chemie II</b> <i>Admittance is limited and depends on the availability of hosting research labs.</i>	W	12 KP	14P	C. Thilgen
	<i>Interested students are asked to contact Prof. C. Thilgen (thilgen@org.chem.ethz.ch) before December 15 for further details.</i>				
	<i>In case of admittance, the actual enrolment needs to be done by the D-BIOL study administration.</i>				

Kurzbeschreibung	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.		
Lernziel	Erlernen von Planung und Durchführung anspruchsvoller Mehrstufensynthesen unter Einbezug moderner Methoden; vertieftes Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente; Entwickeln eines organisch-synthetischen Forschungsprojekts; akkurates Protokollieren, Verfassen eines Berichts im Stil einer Veröffentlichung und Präsentieren der Ergebnisse in Form eines Kurzvortrags.		
Inhalt	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.		
Skript	Kein Skript.		
Literatur	Keine Pflichtliteratur. Literatur wird von den betreuenden Doktorierenden angegeben bzw. zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: bestandenes Praktikum Organische Chemie (529-0229-00 oder 529-0230-00 oder 529-0016-00); bestandene Sessionsprüfung Organische Chemie I (529-0221-00 bzw. 529-1011-00) / Organische Chemie II (529-0222-00 bzw. 529-1012-00). Die Zahl der Teilnehmenden ist auf 12 beschränkt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>529-0438-00L</b>	<b>Research Project</b> <i>Individual Research Project. Interested students must find a project on their own and contact Prof. Bode for approval.</i>  <i>In case of admittance, the actual enrolment needs to be done by the D-CHAB study administration.</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>14P</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or elective subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students get accustomed to scientific work and get to know one specific research field.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

## ►► Semesterferien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0438-00L</b>	<b>Protein Folding, Assembly and Degradation</b> <i>Number of participants limited to 20.</i>  <i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>R. Glockshuber, E. Weber-Ban</b>
Kurzbeschreibung	Students will carry out defined research projects related to the current research topics of the groups of Prof. Glockshuber and Prof. Weber-Ban. The topics include mechanistic studies on the assembly of adhesive pili from pathogenic bacteria, disulfide bond formation in the bacterial periplasm, ATP-dependent chaperone-protease complexes and formation of amyloid deposits in Alzheimer's disease.				
Lernziel	The course should enable the students to understand and apply biophysical methods, in particular kinetic and spectroscopic methods, to unravel the mechanism of complex reactions of biological macromolecules and assemblies in a quantitative manner.				

Inhalt The students will be tutored in their experimental work by doctoral or postdoctoral students from the Glockshuber or Weber-Ban group. In addition, the course includes specific lectures that provide the theoretical background for the experimental work, as well as exercises on the numeric evaluation of biophysical data, and literature work.

Participation in one of the following projects will be possible:

Projects of the Glockshuber group:

- Purification, biophysical characterization and structure determination of enzymes required for disulfide bond formation in the periplasm of Gram-negative bacteria.
- Mechanistic studies on the assembly of type 1 pili from pathogenic Escherichia coli strains. In vitro reconstitution of pilus assembly from all purified components. Characterization of folding, stability and assembly behaviour of individual pilus subunits.
- Identification of intermediates in the aggregation of the human Abeta peptide

Experimental work on these projects involves

- Molecular cloning, recombinant protein production in E. coli and protein purification
- Protein crystallization
- Thermodynamic and kinetic characterization of conformational changes in proteins and protein-ligand interactions by fluorescence and circular dichroism spectroscopy
- Analysis of rapid reactions by stopped-flow fluorescence
- Negative-stain electron microscopy
- Light scattering

Projects of the Weber-Ban group:

- Generation and purification of site-directed variants of the E. coli ClpA/P protease and chaperone-proteasome complexes from other organisms, their biophysical characterization, including rapid kinetics by stopped-flow methods, ATPase activity measurements, negative-stain electron microscopy and light scattering

Voraussetzungen / Besonderes Marks will be given according to the following criteria:

- Planning, execution and documentation of experimental work
- Final report, including introduction with short overview on the relevant literature, results with figures and brief discussion (maximum: 5 pages)
- Performance in the exercises

## ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0320-00L	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
551-0314-00L	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

<b>529-0431-00L</b>	<b>Physikalische Chemie III: Molekulare Quantenmechanik ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Merkt, U. Hollenstein</b>
Kurzbeschreibung	Postulate der Quantenmechanik, Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte, Matrixdarstellung von Operatoren, das Teilchen im Kasten, Tunnelprozess, harmonischer Oszillator, molekulare Schwingungen, Drehimpuls und Spin, verallgemeinertes Pauli Prinzip, Störungstheorie, Variationsprinzip, elektronische Struktur von Atomen und Molekülen, Born-Oppenheimer Näherung.				
Lernziel	Es handelt sich um eine erste Grundvorlesung in Quantenmechanik. Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und führt den mathematischen Formalismus ein. Im Folgenden werden die Postulate und Theoreme der Quantenmechanik im Kontext der experimentellen und rechnerischen Ermittlung von physikalischen Größen diskutiert. Die Vorlesung vermittelt die notwendigen Werkzeuge für das Verständnis der elementaren Quantenphänomene in Atomen und Molekülen.				
Inhalt	Postulate und Theoreme der Quantenmechanik: Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte. Lineare Bewegungen: Das freie Teilchen, das Teilchen im Kasten, quantenmechanisches Tunneln, der harmonische Oszillator und molekulare Schwingungen. Drehimpulse: Spin- und Bahnbewegungen, molekulare Rotationen. Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen: Pauli-Prinzip, Drehimpulskopplung, Born-Oppenheimer Näherung. Grundlagen der Variations- und Störungstheorie. Behandlung grösserer Systeme (Festkörper, Nanostrukturen).				
Skript	Ein Vorlesungsskript in Deutsch wird erhältlich sein. Das Skript ersetzt allerdings NICHT persönliche Notizen und deckt nicht alle Aspekte der Vorlesung ab.				
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				
<b>529-0042-00L</b>	<b>Structure Elucidation by NMR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-O. Ebert</b>
Kurzbeschreibung	Structure Elucidation of Complex Organic Molecules by NMR				
Lernziel	Structure elucidation of complex organic molecules (including peptides, oligosaccharides and oligonucleotides) by advanced 1D and 2D NMR spectroscopy: Finding the constitution, rel. configuration and the conformation of an unknown molecule. The emphasis of the course is on the selection of optimal strategies for the solution of a given problem. Discussing and solving these problems by the combined application of various 2D methods form an important part of the course. This also includes the use of state-of-the-art methods for computer assisted structure elucidation (CASE) and chemical shift prediction.				
Inhalt	Important experiments for structure elucidation. Finding the optimal strategy for a given problem. Spectral processing for optimal results. Spectral interpretation. Assignment strategies for complex molecules. Common Artefacts. Computer assisted structure elucidation incl. introduction to relevant software and hands-on application. Chemical shift prediction. Discussion of challenging problem sets during class.				
Skript	Scripts (in English) are distributed in the course				
Literatur	"T.D.W. Claridge, High Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry", Pergamon Press, 1999. (NMR Teil)  Further reading and citations are listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course language is English. Required level: Courses in analytical chemistry of the 2nd year or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>529-0232-00L</b>	<b>Organic Chemistry IV: Physical Organic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Chen, A. Tsybizova</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to qualitative molecular orbital theory as applied to organic reactivity. Hückel theory, perturbation theory, molecular symmetry. Frontier orbital theory and stereoelectronic effects. Pericyclic reactions, photochemistry				
Lernziel	Introduction to theoretical methods in organic chemistry				
Inhalt	Qualitative MO theory and its application to organic reactions, thermal rearrangements, pericyclic reactions.				
<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.				
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.				
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.				
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.				
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.				

---

► **Wissenschaft im Kontext**

►► **Wissenschaft im Kontext**

---

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für  
das D-CHAB*

---

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung  
allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

---

►► **Sprachkurse**

---

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

---

**Biochemie – Chemische Biologie Bachelor - Legende für Typ**

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

---

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Biochemie – Chemische Biologie Master

## ► Kernfächer und Kompensationsfächer

### ►► Kernfächer

### ►► Kompensationsfächer

Mit Kompensationsfächern können zweimal nicht bestandene Kernfächer kompensiert werden. Die Zuordnung der entsprechenden Lerneinheiten zur reglementarischen Kategorie "Kernfächer und Kompensationsfächer" im Leistungsüberblick erfolgt erst auf Antrag der Studierenden beim Studiensekretariat des Studiengangs.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.				
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.				
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.				
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.				
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.				

### ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumorummunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>535-0231-00L</b>	<b>Medizinische Chemie II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Hall</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt ausgewählte Medikamente und die ihren therapeutischen Effekt erklärenden molekularen Wirkungsmechanismen. Beschrieben werden historische und moderne Methoden der Medikamenten-Entdeckung und -Entwicklung. Struktur-Wirkungs-Beziehungen und biophysikalische Grundlagen der Ligand-Target-Wechselwirkung werden diskutiert und mit Beispielen illustriert.				
Lernziel	Grundlegendes Wissen zu Therapeutika hinsichtlich ihrer pharmazeutischen und molekularpharmakologischen Eigenschaften erlangen.				
Inhalt	Molekulare Wirkungsmechanismen synthetischer und natürlicher Therapeutika. Struktur-Wirkungsbeziehungen, biophysikalische Grundlagen der Ligand-Target Wechselwirkung.				
Skript	Wird in Einzelteilen jeweils vor der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	- G.L. Patrick, "An Introduction to Medicinal Chemistry", 5th edition, Oxford University Press (2013) - D. Steinhilber, M. Schubert-Zsilavecz, H.J. Roth, "Medizinische Chemie", Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart (2005) - J.H. Block, J.M. Beale, "Organic Medicinal and Pharmaceutical Chemistry", 11th edition, Lippincott, Williams, Wilkins (2002) - A. Gringauz, "How Drugs Act and Why", Wiley (1997) - R. Silverman and M. Holladay, "The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action" 3rd Edition, Academic Press, (2014)				

Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlegende Vorlesungen in Physikalischer und Organischer Chemie, Biochemie und Biologie. Besuch der Vorlesung Medizinische Chemie I.				
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				
<b>529-0042-00L</b>	<b>Structure Elucidation by NMR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-O. Ebert</b>
Kurzbeschreibung	Structure Elucidation of Complex Organic Molecules by NMR				

Lernziel	Structure elucidation of complex organic molecules (including peptides, oligosaccharides and oligonucleotides) by advanced 1D and 2D NMR spectroscopy: Finding the constitution, rel. configuration and the conformation of an unknown molecule. The emphasis of the course is on the selection of optimal strategies for the solution of a given problem. Discussing and solving these problems by the combined application of various 2D methods form an important part of the course. This also includes the use of state-of-the-art methods for computer assisted structure elucidation (CASE) and chemical shift prediction.				
Inhalt	Important experiments for structure elucidation. Finding the optimal strategy for a given problem. Spectral processing for optimal results. Spectral interpretation. Assignment strategies for complex molecules. Common Artefacts. Computer assisted structure elucidation incl. introduction to relevant software and hands-on application. Chemical shift prediction. Discussion of challenging problem sets during class.				
Skript	Scripts (in English) are distributed in the course				
Literatur	"T.D.W. Claridge, High Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry", Pergamon Press, 1999. (NMR Teil)				
	Further reading and citations are listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course language is English. Required level: Courses in analytical chemistry of the 2nd year or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>529-0941-00L</b>	<b>Introduction to Macromolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Opris, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	Basic definitions, types of polyreactions, constitution of homo- and copolymers, networks, configurative and conformational aspects, contour length, coil formation, mobility, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of and examples for polyreactions.				
Lernziel	Understanding the significance of molecular size, constitution, configuration and conformation of synthetic and natural macromolecules for their specific physical and chemical properties.				
Inhalt	This introductory course on macromolecular chemistry discusses definitions, introduces types of polyreactions, and compares chain and step-growth polymerizations. It also treats the constitution of polymers, homo- and copolymers, networks, configuration and conformation of polymers. Topics of interest are contour length, coil formation, the mobility in polymers, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of polyreactions, and examples for polyreactions (polyadditions, polycondensations, polymerizations). Selected polymerization mechanisms and procedures are discussed whenever appropriate throughout the course. Some methods of molecular weight determination are introduced.				
Skript	Course materials (consisting of personal notes and distributed paper copies) are sufficient for exam preparation.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be taught in English. Complicated expressions will also be given in German. Questions are welcome in English or German. The written examination will be in English, answers in German are acceptable. A basic chemistry knowledge is required.  PhD students who need recognized credit points are required to pass the written exam.				
<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b> <i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>



Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.		
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.		
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.		
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.		
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall		
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.				
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.				
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.				
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.				
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.				

<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>529-0232-00L</b>	<b>Organic Chemistry IV: Physical Organic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Chen, A. Tsybizova</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to qualitative molecular orbital theory as applied to organic reactivity. Hückel theory, perturbation theory, molecular symmetry. Frontier orbital theory and stereoelectronic effects. Pericyclic reactions, photochemistry				
Lernziel	Introduction to theoretical methods in organic chemistry				
Inhalt	Qualitative MO theory and its application to organic reactions, thermal rearrangements, pericyclic reactions.				
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics:				
	- Analysis of genes, genomes and transcriptomes				
	- Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: - Stimulated emission depletion microscopy (STED) - Saturated structured illumination microscopy (SSIM) - Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM) - Photoactivated localization microscopy (PALM)				
	Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: - Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM) - Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) & scanning tunnelling microscopy (STM)				
	Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: - Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR) - Photo-induced force microscopy (AFM-IR)				
	Nanoscale molecular imaging using ions: - Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)				
	Single molecule imaging techniques: - Scanning probe microscopy: STM & AFM - Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS - Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				

Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>327-1206-00L</b>	<b>Chemistry of Soft Materials</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Anastasaki, Y. Bao, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover the basic links between organic and polymer chemistry, state-of-the-art polymerization methods in industry and academia (e.g materials each method can synthesize), the synthesis of complex materials, chemical recycling of polymeric materials (chemistry, engineering, thermodynamics), polymeric nanoparticles (effect of shape on properties & applications and polymer electronics.				
Lernziel	The goal of the two courses combined is to present the students with a toolbox for materials engineers to design, study and make soft materials.				
Inhalt	Where physics, chemistry and biology meet engineering.				
Skript	Copies of the slides and a set of lecture notes will be provided.				
Literatur	For the first and the second part combined there are a few books of recommended reading, but there is no textbook that we will rigorously follow.  Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials Paperback by Ian W. Hamley ISBN-13: 978-0470516102 ISBN-10: 0470516100  Structured Fluids: Polymers, Colloids, Surfactants by Thomas A. Witten, Philip A. Pincus (Oxford) ISBN-13: 978-0199583829 ISBN-10: 019958382X				
<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhringer, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				
Inhalt	- History of Structural Molecular Biology  - X-ray diffraction from macromolecular crystals  - Data collection and statistics, phasing methods  - Crystal symmetry and space groups  - X-ray data processing  - Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)  - Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)  - Tomography I, including basics and subtomogram averaging  - Tomography - recent techniques, including cryo-FIB - EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing  - EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation  - Model building and refinement				
<b>529-0077-00L</b>	<b>Biosynthesis of Fragrant and Medicinal Natural Products</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Flachsmann</b>
Kurzbeschreibung	Natural products from a biosynthetic perspective. You will learn how living cells make terpenoids, fatty acids, polyketides and alkaloids, exemplified with fragrant molecules and pharmaceutically active natural products (with many examples to smell). The course requires a solid background in synthetic organic chemistry and includes regular exercises.				
Lernziel	At the end of the course, you will be able to formulate educated biogenetic hypotheses on any natural product.				
Inhalt	Terpenes – Saturated and unsaturated fatty acids and derived products – Polyketides – Shikimates – Alkaloids.				
Skript	P. Dewick, Medicinal Natural Products, 3rd edition, und PDF Handouts des Dozenten.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>529-0150-00L</b>	<b>Digital Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Jorner</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the topic of digital chemistry, an emerging interdisciplinary field that intersects machine learning, cheminformatics, computational chemistry and software development. In contrast to specialized courses on these separate topics, this course focuses on how to combine the best tools and approaches of each field to solve chemical problems.				
Lernziel	Students will gain fundamental knowledge of digital chemistry and will be well-prepared to engage with subject specialists in academia or industry. They will know how to work with and visualize chemical data and train predictive and generative machine learning models. Students will learn how to apply critical thinking and sound skepticism to build well-grounded and validated models. By completing a hands-on project, students will get practical experience of leading a machine learning project from start to finish.				
Inhalt	-Introduction to Python for chemists -Practical cheminformatics -Introduction to data curation, extraction, and management -Generating representations and simulated data with computational chemistry methods -Classical supervised and unsupervised machine learning -Advanced machine learning: neural networks, graph models, language models -Explainable AI -Applications of digital chemistry to property and reaction prediction, molecular design and experimental design				
Skript	Lecture notes will be provided.				
Literatur	The course is based on the lectures notes, and accompanying code notebooks, but the following books can be used as reference: - K. A. Tanemura, D. Sierra-Costa, K. M. Merz Jr., Python for Chemists - J. P. Janet, H. J. Kulik, Machine Learning in Chemistry - G. M. Jones, B. Story, V. Maroulas, K. D. Vogiatzis, Molecular Representations for Machine Learning -S. Raschka, Y. Liu, V. Mirjalili, Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn -A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 3rd Edition -A. D. White, Deep Learning for Molecules & Materials -G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning -T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning -Y. S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail, H.-T. Lin, Learning From Data				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming skills, basic knowledge of chemistry				

### ► Semesterarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0260-00L</b>	<b>Research Project I ■</b>	<b>O</b>	<b>16 KP</b>	<b>34A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students are accustomed to scientific work and they get to know one specific research field.				
Inhalt	This laboratory project is organised during the spring vacation before the sixth semester. The participant can choose his topic from the list of projects suggested. Main emphasis during this research work is to get experience in using different engineering tools and evaluation and the interpretation of the results. Those are presented as a scientific report.				

<b>529-0265-00L</b>	<b>Research Project II ■</b>	<b>O</b>	<b>16 KP</b>	<b>34A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students are accustomed to scientific work and they get to know one specific research field.				
Inhalt	This laboratory project is organised during the spring vacation before the sixth semester. The participant can choose his topic from the list of projects suggested. Main emphasis during this research work is to get experience in using different engineering tools and evaluation and the interpretation of the results. Those are presented as a scientific report.				

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0080-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>32 KP</b>	<b>69D</b>	Dozent/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> a. <i>das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> b. <i>allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
	<i>Dauer der Master-Arbeit 26 Wochen.</i>				
Kurzbeschreibung	In the Master's thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master's thesis is usually carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	In the Master's Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Biologie (Allgemeines Angebot)

## ► Ergänzendes Lehrangebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0512-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>Z Dr</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Suter</b>
Kurzbeschreibung	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				
Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.				
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).				
Skript	Presentations will be made available after the seminars.				
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani (laura.montani@biol.ethz.ch), who helps you with finding an appropriate paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).				
<b>551-1109-00L</b>	<b>Seminars in Microbiology</b>	<b>Z Dr</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>W.-D. Hardt, M. Künzler, J. Piel, S. Sunagawa, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Seminars by invited speakers covering selected microbiology themes.				
Lernziel	Discussion of selected microbiology themes presented by invited speakers.				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>Z Dr</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Röttmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>401-0620-00L</b>	<b>Statistischer Beratungsdienst</b>	<b>Z Dr</b>	<b>0 KP</b>	<b>0.1K</b>	<b>M. Kalisch, L. Meier</b>
Kurzbeschreibung	Der statistische Beratungsdienst steht allen Angehörigen der ETH und in begrenztem Masse auch Aussenstehenden offen.				
Lernziel	Beratung bei der statistischen Auswertung von wissenschaftlichen Daten.				
Inhalt	Studierende und Forschende werden bei der Auswertung wissenschaftlicher Daten individuell beraten, insbesondere auch bei Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten. Es ist sehr empfehlenswert, den Beratungsdienst nicht erst kurz vor dem Abschluss einer Arbeit aufzusuchen, sondern bereits bei der Planung einer Studie.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dies ist keine Vorlesung sondern ein Beratungsangebot. Es wird keine Prüfung durchgeführt, und es werden keine Kreditpunkte vergeben. Anmeldungen richtet man an <a href="mailto:beratung@stat.math.ethz.ch">beratung@stat.math.ethz.ch</a> Tel. 044 632 2223 oder 044 632 34 30 Voraussetzungen: Kenntnis der Grundbegriffe der Statistik ist sehr erwünscht.				
<b>401-5640-00L</b>	<b>ZüKoSt: Seminar on Applied Statistics</b>	<b>Z Dr</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Kalisch, F. Balabdaoui, A. Bandeira, P. L. Bühlmann, Y. Chen, R. Furrer, T. Hothorn, L. Meier, N. Meinshausen, J. Peters, M. Robinson, F. Sigrüst, C. Strobl, J. Ziegel</b>
Kurzbeschreibung	5 bis 6 Vorträge zur angewandten Statistik.				
Lernziel	Kennenlernen von statistischen Methoden in ihrer Anwendung in verschiedenen Gebieten, besonders in Naturwissenschaft, Technik und Medizin.				
Inhalt	In 5-6 Einzelvorträgen pro Semester werden Methoden der Statistik einzeln oder überblicksartig vorgestellt, oder es werden Probleme und Problemtypen aus einzelnen Anwendungsgebieten besprochen. 3 bis 4 der Vorträge stehen in der Regel unter einem Semesterthema.				
Skript	Bei manchen Vorträgen werden Unterlagen verteilt. Eine Zusammenfassung ist kurz vor den Vorträgen im Internet unter <a href="http://stat.ethz.ch/talks/zukost">http://stat.ethz.ch/talks/zukost</a> abrufbar. Ankündigungen der Vorträge werden auf Wunsch zugesandt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dies ist keine Vorlesung. Es wird keine Prüfung durchgeführt, und es werden keine Kreditpunkte vergeben. Nach besonderem Programm. Koordinator M. Kalisch, Tel. 044 632 3435 Lehrsprache ist Englisch oder Deutsch je nach ReferentIn. Course language is English or German and may depend on the speaker.				
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>Z Dr</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>

Mind the enrolment deadlines at UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed.
Inhalt	The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.

<b>551-0509-00L</b>	<b>Current Immunological Research in Zurich</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Spörri, C. Halin Winter, W.-D. Hardt, M. Kopf, S. R. Leibundgut, A. Oxenius, Uni-Dozierende</b>
---------------------	---	-----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	This monthly meeting is a platform for Zurich-based immunology research groups to present and discuss their ongoing research projects. At each meeting three PhD students or Postdocs from the participating research groups present an ongoing research project in a 30 min seminar followed by a plenary discussion.
Lernziel	The aim of this monthly meeting is to provide further education for master and doctoral students as well as Postdocs in diverse topics of immunology and to give an insight in the related research. Furthermore, this platform fosters the establishment of science- and technology-based interactions between the participating research groups.
Inhalt	Presentation and discussion of current research projects carried out by various immunology-oriented research groups in Zurich.
Skript	none

<b>751-9100-00L</b>	<b>LERNfeld – lernen für die Zukunft: Biodiversität und Klimawandel im Kontext der Landwirtschaft</b>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>4G</b>	<b>S. Keller</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	------------------

Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden begleiten Schulklassen (5. Primar- bis zur Maturitätsstufe) auf einen Bauernhof und leiten Lernaktivitäten an. Sie vermitteln Jugendlichen das Interesse am Forschen, und sie zeigen verschiedene Aspekte der Biodiversität und des Klimawandels im Kontext der Landwirtschaft auf.
Lernziel	Die Teilnehmenden können mit verschiedenen Akteur:innen (Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern, Bäuerinnen und Bauern) zielgruppengerecht kommunizieren. Sie sind in der Lage, selbständig Schülerinnen und Schüler bei der Umsetzung von forschenden Lernaktivitäten anzuleiten, die Lehrpersonen fachlich zu unterstützen, sowie die von der Klasse erhobenen Daten im grösseren Kontext von Klimawandel und Biodiversität zu interpretieren und zu diskutieren.
Inhalt	Der Besuch des Einführungskurses ist obligatorisch, danach sind die Teilnehmenden während ungefähr 8-10 Halbtagen selbständig mit Schulklassen und deren Lehrperson unterwegs. Die Einsätze werden durch eine Koordinationsstelle organisiert.  Teilnehmende erhalten nach Abschluss ein Zertifikat.  Info auf <a href="http://www.globe-swiss.ch/de/Angebote/Landwirtschaft/Akteure/Forschung/">http://www.globe-swiss.ch/de/Angebote/Landwirtschaft/Akteure/Forschung/</a>  Bei Fragen: <a href="mailto:lernfeld@usys.ethz.ch">lernfeld@usys.ethz.ch</a>
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Teilnahme sind sehr gute Deutschkenntnisse.  Mit dem Einschreiben in eine Gruppe im Moodle-Kurs bis spätestens Semesterbeginn 19.2.2024 werden Sie Teil des LERNfeld-Jungforschenden-Teams und verpflichten sich, als Jungforschende:r mitzuwirken.  Die Einsätze mit den Schulklassen finden vorwiegend während der Schulzeit zwischen den Frühlings- und Sommerferien statt (ca. Anfang April - Anfang Juli). Es gibt auch regelmässig Anfragen von Lehrpersonen für Einsätze nach den Sommerferien (Ende August - Anfang Oktober). Teilnehmende können ihre Einsätze auch ausserhalb des regulären Studiensemesters leisten.
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen Analytische Kompetenzen gefördert Soziale Kompetenzen Kommunikation gefördert Kooperation und Teamarbeit gefördert Menschenführung und Verantwortung gefördert Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme gefördert Persönliche Kompetenzen Anpassung und Flexibilität gefördert

<b>551-1106-00L</b>	<b>Progress Reports in Microbiology and Immunology</b> <i>Students must sign up via <a href="http://secr.micro.biol.ethz.ch">secr.micro.biol.ethz.ch</a></i>	<b>Z Dr</b>	<b>0 KP</b>	<b>5S</b>	<b>J. Piel, W.-D. Hardt, A. Oxenius, J. Vorholt-Zambelli</b>
---------------------	---	-------------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	Presentation and discussion of current research results in the field of Microbiology and Infection Immunology
Lernziel	Precise and transparent presentation of research findings in relation to the current literature, critical discussion of experimental data and their interpretation, development and presentation of future research aims

<b>701-1401-00L</b>	<b>Ecology and Evolution: Interaction Seminar ■</b>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Hall</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	----------------

Kurzbeschreibung	Interaction seminar. Student-mediated presentations, guests and discussions on current themes in ecology, evolutionary and population biology.
Lernziel	Getting familiar with scientific arguments and discussions. Overview of current research topics. Making contacts with fellow students in other groups.
Inhalt	Scientific talks and discussions on changing subjects.
Skript	None

Literatur	None				
Voraussetzungen / Besonderes	For information and details: <a href="https://pe.ethz.ch/education/zis.html">https://pe.ethz.ch/education/zis.html</a> or contact: <a href="mailto:Lehre-eve@env.ethz.ch">Lehre-eve@env.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>376-1414-01L</b>	<b>Current Topics in Brain Research (FS)</b>	<b>Z</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>I. Mansuy</b> , weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Es werden verschiedene wissenschaftliche Gäste aus dem In- und Ausland eingeladen, um ihre aktuellen Forschungsdaten zu präsentieren und diskutieren.				
Lernziel	Es soll der Austausch von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Daten sowie die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Forschenden gefördert werden. Studierende, welche den Kurs belegen, besuchen während eines Semesters alle Seminare und schreiben einen kritischen Report über ein Seminar ihrer Wahl. Die Anleitung dazu erhalten eingeschriebene Studierende von Prof. Isabelle Mansuy / Dr. Alberto Corcoba 1 Woche vor Semesterbeginn.				
Inhalt	Verschiedene wissenschaftliche Gäste aus den Bereichen Neuroepigenetik, Neurochemie, Neuromorphologie und Neurophysiologie berichten über ihre neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse.				
Skript	kein Skript				
Literatur	keine Literatur				
<b>551-0120-01L</b>	<b>Plant Biology Colloquium (Spring Semester)</b>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>S. C. Zeeman</b> , K. Bomblies, O. Voinnet
	<i>This compulsory course is required only once. It may be taken in autumn as course 551-0120-00 "Plant Biology Colloquium (Autumn Semester)" or in spring as course 551-0120-01 "Plant Biology Colloquium (Spring Semester)".</i>				
Kurzbeschreibung	Current topics in Molecular Plant Biology presented by internal and external speakers from academia.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and challenges of Molecular Plant Biology.				
Inhalt	<a href="http://www.impb.ethz.ch/news-and-events/colloquium-impb.html">http://www.impb.ethz.ch/news-and-events/colloquium-impb.html</a>				
<b>551-1616-00L</b>	<b>Methods for Studies of Biological Macromolecules by NMR</b>	<b>Z</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. D. Gossert</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar series, topics relevant to solution state NMR with biological macromolecules are treated. Each semester a different aspect of biomolecular NMR is discussed in depth. The course is tailored to advanced students (PhD students and postdocs) who have experience with applications of NMR spectroscopy. Each participant presents a selected topic in form of a seminar.				
Lernziel	The students will actively participate in the course which is held in the form of a seminar. Individual students will prepare particular topics of the course based on literature references and present the material in form of a seminar to their fellow students. In short, the students learn to actively participate in discussions and to prepare a presentation of a scientific topic which was mostly unknown to them before.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit		
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-1713-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular Health Sciences ■</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>I. Zanini</b> , weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	This course is a seminar series on current research topics within the Institute of Molecular Health Sciences				
Lernziel	The course introduces the participants to recent developments in the fields of molecular health sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	Approval of the responsible lecturer necessary for participation				

### Biologie (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch
Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Biologie Bachelor

## ► Fächer des Basisjahres

### ►► Basisprüfung

#### ►►► Basisprüfungsblock 1

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0126-00L	Grundlagen der Biologie II: Zellen	O	6 KP	5G	K. Weis, F. Allain, Y. Barral, W.-D. Hardt, U. Kutay, M. Peter, I. Zemp
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen.				
Lernziel	Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung vermittelt ein grundlegendes Verständnis von der Struktur, Organisation, Funktion und Regulation der Zelle. Die Vorlesung ist in zwei Hauptteile gegliedert: Teil I: Zellbiologie der Prokaryonten, Evolution, Populationen Dieser Abschnitt erläutert die generellen Prinzipien des Aufbaus und der Regulation von prokaryontischen Zellen, und erklärt die Genetik und Evolution von Bakterien. Teil II: Vereinheitlichende Konzepte in Eukarya Dieser Vorlesungsteil gibt eine breite Einführung in die generelle Struktur von eukaryontischer Zellen, und vermittelt wichtige Konzepte, die den intrazellulären Aufbau und Transport und der Regulation der Genexpression in Eukaryonten betreffen.				
Skript	Die neu konzipierte Vorlesung wird durch Skripte unterstützt.				
Literatur	Die Vorlesung wird durch Skripte unterstützt. Ausserdem kann das Lehrbuch "Molecular Biology of the Cell", Alberts et al. 6th edition, Taylor and Francis, und "Brock Biology of Microorganisms", Madigan et al. 15th edition, Pearson, als Unterstützung für den Vortrag verwendet werden. "				
402-0074-00L	Physik II	O	3 KP	2V+1U	T. M. Ihn
Kurzbeschreibung	Grundbegriffe der Thermodynamik und statistischen Mechanik, sowie Elemente des Elektromagnetismus				
Lernziel	1. Erlernen von grundlegenden physikalischen Konzepten, die für alle Naturwissenschaften relevant sind. 2. Erwerben der Fähigkeit, diese Konzepte auf Probleme der Physik, Chemie und Biologie anzuwenden 3. Erwerben der Fähigkeit geeignete mathematische Techniken einzusetzen 4. Relevante Aspekte eines Problems erkennen und ein Gefühl für die Grössenordnung relevanter Grössen entwickeln				
Inhalt	1. Grundbegriffe der Thermodynamik und statistischen Mechanik: Druck, Temperatur, chemisches Potential, Mikro- und Makrozustände, Entropie, innere Energie, Wärme, erster und zweiter Hauptsatz, Boltzmann Faktor, Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung. 2. Elemente des Elektromagnetismus: geometrische Optik, Linsen, Mikroskop, Licht als elektromagnetische Welle, Interferenz und Beugung, Plancksches Strahlungsgesetz, Wechselwirkung von Licht und Materie				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
401-0292-00L	Mathematik II	O	5 KP	3V+2U	A. Caspar
Kurzbeschreibung	Mathematik I/II ist eine Einführung in die ein- und mehrdimensionale Analysis und die Lineare Algebra unter besonderer Betonung von Anwendungen in den Naturwissenschaften.				
Lernziel	Die Studierenden  + verstehen Mathematik als Sprache zur Modellbildung und als Werkzeug zur Lösung angewandter Probleme in den Naturwissenschaften. + können Entwicklungsmodelle analysieren, Lösungen qualitativ beschreiben oder allenfalls explizit berechnen: diskret/kontinuierlich in Zeit, Ebene und Raum. + können Beispiele und konkrete arithmetische und geometrische Situationen der Anwendungen interpretieren und bearbeiten, auch mit Hilfe von Computeralgebrasystemen.				

Inhalt	<p>## Komplexe Zahlen ##</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kartesische und Polar-Darstellung</li> <li>- Rechnen mit komplexen Zahlen</li> <li>- Lösungen algebraischer Gleichungen</li> </ul> <p>## Lineare Algebra - Fortsetzung ##</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplexe Vektoren und Matrizen</li> <li>- Weitere Arithmetische Aspekte</li> <li>- LGS und Gauss-Verfahren</li> </ul> <p>## Lineare DGL 2. Ordnung und Systeme 1. Ordnung ##</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lösen mit Eigenwerten/-vektoren.</li> <li>- Qualitative Lösungsverhalten</li> <li>- Ebene und Räumliche (Lösungs-)Kurven</li> </ul> <p>## Integral- und Differentialrechnung (II) ##</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hauptsatz der Differential/Integralrechnung</li> <li>- Uneigentliche Integrale</li> <li>- Anwendungen</li> <li>- Gebiets- und Volumenintegral</li> <li>- - - - -</li> <li>- Partielle Funktionen und Ableitungen</li> <li>- Extrema</li> <li>- Tangentialebene</li> <li>- Verallgemeinerte Kettenregel</li> </ul> <p>## Vektoranalysis ##</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potentialtheorie</li> <li>- Formel von Green</li> <li>- Divergenz und Ebener (und Räumlicher) Satz von Gauss</li> </ul>		
Skript	<p>In Ergänzung zu den Vorlesungskapiteln der Lehrveranstaltungen fassen wir wichtige Sachverhalte, Formeln und weitere Ausführungen jeweils in einem Vademecum zusammen.</p> <p>Dabei gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Die Skripte ersetzen nicht die Vorlesung und/oder die Übungen!</li> <li>* Ohne den Besuch der Lehrveranstaltungen verlieren die Ausführungen ihren Mehrwert.</li> <li>* Details entwickeln wir in den Vorlesungen und den Übungen, um die hier bestehenden Lücken zu schliessen.</li> <li>* Prüfungsrelevant ist, was wir in der Vorlesung und in den Übungen behandeln.</li> </ul>		
Literatur	<p>Siehe auch Lernmaterial &gt; Literatur</p> <p><b>**Th. Wihler**</b>  Mathematik für Naturwissenschaften, 2 Bände:  Einführung in die Analysis, Einführung in die Lineare Algebra;  Haupt-Verlag Bern, UTB.</p> <p><b>**H. H. Storrer**</b>  Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften I; Birkhäuser.  Via ETHZ-Bibliothek:  &lt;<a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-8598-0">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-8598-0</a>&gt;</p> <p><b>**Ch. Blatter**</b>  Lineare Algebra; VDF  auch als [pdf] auf der Vorlesungsseite</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>## Voraussetzungen ##  Mathematik I</p> <p>## Übungen und Prüfungen ##</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Die Übungsaufgaben (inkl. Multiple-Choice und Khan-Aufgaben) sind ein wichtiger Bestandteil der Lehrveranstaltung.</li> <li>+ Es wird erwartet, dass Sie mindestens 75 % der wöchentlichen Serien bearbeiten und zur Korrektur einreichen.</li> <li>+ Der Prüfungsstoff ist eine Auswahl von Themen aus Vorlesung und Übungen. Für eine erfolgreiche Prüfung ist die konzentrierte Bearbeitung der Aufgaben unerlässlich.</li> </ul>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Problemlösung</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>

529-1012-00L	Organische Chemie II (für Biol./Pharm.Wiss./HST)	O	5 KP	5G	C. Thilgen
Kurzbeschreibung	Der zentrale Zusammenhang zwischen Struktur und Reaktivität organischer Moleküle wird anhand grundlegender Reaktionstypen der organischen Chemie aufgezeigt. Damit einhergehend wird ein elementares Syntheserepertoire erarbeitet.				
Lernziel	Erwerben grundlegender Kenntnisse der organischen Stoff-, Struktur- und Reaktionslehre. Besonderer Wert wird auf das Verständnis der Reaktionsmechanismen und den Zusammenhang zwischen Struktur und Reaktivität gelegt. Auf diese Weise wird nach und nach ein elementares Syntheserepertoire für kleine organische Moleküle erarbeitet. Die in der Vorlesung besprochenen Konzepte werden anhand konkreter Beispiele in den Übungen angewandt und vertieft.				
Inhalt	<p>Grundlagen der Reaktionslehre. Fundamentale Reaktionstypen der organischen Chemie und die wichtigsten Verbindungsklassen, insbesondere Carbonylverbindungen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reaktionslehre <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Klassifizierung organisch-chemischer Reaktionen</li> <li>1.2 Mittlere Bindungsenthalpien, Spannung</li> <li>1.3 Einstufige Reaktionen (Synchron-Reaktionen)</li> <li>1.4 Mehrstufige Reaktionen</li> <li>1.5 Reaktive Zwischenstufen</li> <li>1.6 Lösungsmittel, Solvataion, H-Brücken</li> <li>1.7 Elemente der Konformationsanalyse</li> </ol> </li> <li>2 Alkane und Cycloalkane – Radikalische Halogenierung <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Definitionen und physikalische Daten</li> <li>2.2 van-der-Waals-Kräfte, Polarisierbarkeit, Ringspannung</li> <li>2.3 Gewinnung und Verwendung von Alkanen</li> <li>2.4 Radikalische Halogenierung von Alkanen</li> <li>2.5 Verbrennung</li> </ol> </li> <li>3 Halogenalkane – Nukleophile Substitution <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Physikalische Eigenschaften, Herstellungsmethoden</li> <li>3.2 Nukleophile Substitution</li> <li>3.3 Halogenhaltige Naturstoffe</li> </ol> </li> <li>4 Alkene – Eliminierung <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Allgemeines</li> <li>4.2 Herstellung von Alkenen, Eliminierungsreaktionen</li> <li>4.3 Alkene als Naturstoffe</li> </ol> </li> <li>5 Alkene – Elektrophile Addition <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 Elektrophile Addition an Alkene</li> <li>5.2 Diels-Alder-Reaktion</li> <li>5.3 1,3-Dipolare Cycloadditionen</li> </ol> </li> <li>6 Alkine, Cycloalkine <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Physikalische Daten</li> <li>6.2 Struktur und physikalische Eigenschaften</li> <li>6.3 Herstellungsmethoden für Alkine</li> <li>6.4 Reaktionen von Alkinen</li> <li>6.5 Naturstoffe und Wirkstoffe mit Acetylen-Einheiten</li> </ol> </li> <li>7 Aromatische Verbindungen – Elektrophile Substitution am Aromaten <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1 Benzol und die Hückel-Regel</li> <li>7.2 Weitere Aspekte der Aromatizität</li> <li>7.3 Wichtige aromatische Carbo- und Heterocyclen</li> <li>7.4 Einteilung der Aromaten nach ihrer Reaktivität bzgl. SEAr</li> <li>7.5 Elektrophile Substitution am Aromaten (SEAr)</li> <li>7.6 Beispiele elektrophiler Substitutionen am Aromaten</li> <li>7.7 Zweitsubstitution am Aromaten</li> <li>7.8 Nitroverbindungen als vielseitige Synthesezwischenprodukte</li> </ol> </li> <li>8 Die Carbonylgruppe I – Aldehyde und Ketone <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1 Allgemeines</li> <li>8.2 Nukleophile Addition von Grignard-Verbindungen und Organolithiumverbindungen an die Carbonylgruppe</li> <li>8.3 Oxidationen und Reduktionen</li> <li>8.4 Amine, Alkohole und Thiole</li> <li>8.5 Umsetzung von Aldehyden und Ketonen mit Wasser und Alkoholen: Hydrate und Acetale</li> <li>8.6 Umsetzung von Aldehyden und Ketonen mit Stickstoffverbindungen: Imine, Iminium-Ionen und Enamine</li> </ol> </li> <li>9 Die Carbonylgruppe II – Carbonsäuren und ihre Derivate <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1 Allgemeines</li> <li>9.2 Säurekatalysierte Veresterung von Carbonsäuren</li> <li>9.3 Alternative Methoden für die Veresterung</li> <li>9.4 Basenvermittelte Verseifung von Carbonsäurederivaten</li> <li>9.5 Carbonsäureanhydride</li> <li>9.6 Carbonsäurechloride</li> <li>9.7 Konzept der Gruppenübertragungspotentiale von Carbonsäurederivaten</li> <li>9.8 Herstellung von Carbonsäureamiden</li> <li>9.9 Derivate der Kohlensäure</li> </ol> </li> <li>10 Die Carbonylgruppe III: Enolate von Carbonylverbindungen als Nukleophile – Aldolreaktion und verwandte Umsetzungen <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1 Allgemeines</li> <li>10.2 Darstellung von Enolaten und Enolat-Analoga</li> <li>10.3 Regioselektivität bei der Deprotonierung von Ketonen</li> <li>10.4 1,3-Dicarbonylverbindungen: doppelt aktivierte Methylengruppe</li> <li>10.5 Aldolkondensation und verwandte Reaktionen</li> <li>10.6 Reaktionen zwischen Carbonsäurederivaten</li> <li>10.7 Michael-Addition</li> <li>10.8 Robinson-Anellierung</li> </ol> </li> </ol>				
Skript	Ein Skript ist erhältlich (pdf-Datei). Zu den Übungen werden Musterlösungen ausgegeben. Zusätzliche Unterlagen werden im Rahmen des aktuellen Moodle-Kurses "Organische Chemie II" online zur Verfügung gestellt ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch">https://moodle-app2.let.ethz.ch</a> ).				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisbuch Organische Chemie. Carsten Schmuck, Pearson Studium, 2018. (Kompaktes Lehrbuch für die ersten beiden Semester; 412 Seiten).</li> <li>• Organische Chemie. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, Übers. hrsg. von Holger Butenschön, 6. Aufl., Wiley-VCH, 2020.</li> <li>• Organic Chemistry: Structure and Function. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, 8th ed., W. H. Freeman &amp; Company, 2018.</li> <li>• Organic Chemistry. T. W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle, Scott A. Snyder, 12th ed., Wiley, 2017.</li> <li>• Organische Chemie. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, 2. Aufl., Springer Berlin, 2017 (Korr. Nachdr. 2. Auflage 2013).</li> <li>• Organic Chemistry. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, 2nd ed., Oxford University Press, 2012.</li> <li>• Organische Chemie. Paula Y. Bruice, 5. akt. Aufl., Pearson Studium, 2011.</li> <li>• Organic Chemistry. Paula Y. Bruice, 8th ed., Pearson, 2016.</li> </ul>				

Voraussetzungen / Besuch der Vorlesung 529-1011-00 "Organische Chemie I für Biol./Pharm.Wiss./HST".

Besonderes

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen  
Methodenspezifische Kompetenzen  
Soziale Kompetenzen

Konzepte und Theorien  
Analytische Kompetenzen  
Kommunikation  
Sensibilität für Vielfalt  
Kreatives Denken  
Kritisches Denken  
Integrität und Arbeitsethik  
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion  
Selbststeuerung und Selbstmanagement

geprüft  
geprüft  
gefördert  
gefördert  
gefördert  
gefördert  
gefördert  
gefördert

**401-0643-00L**

**Statistik I**

**O**

**3 KP**

**2V+1U**

**M. Kalisch**

Kurzbeschreibung

Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker. Die Konzepte werden anhand einiger anschaulicher Beispiele eingeführt.

Lernziel

Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.

Inhalt

Modelle und Statistik für Zählraten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomial-Verteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen.  
Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle.  
Regression: Das Modell der linearen Regression, Tests und Vertrauensintervalle, Residuenanalyse.

Skript

Es steht ein kurzes Skript zur Verfügung.

Literatur

- W. A. Stahel, Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler, 5. Aufl., Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 2007

Voraussetzungen /  
Besonderes

Voraussetzungen: Grundlegende Mathematik-Kenntnisse wie sie im ersten Semester erworben werden.

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen  
Methodenspezifische Kompetenzen

Konzepte und Theorien  
Verfahren und Technologien  
Analytische Kompetenzen  
Entscheidungsfindung  
Medien und digitale Technologien  
Problemlösung  
Kritisches Denken  
Selbststeuerung und Selbstmanagement

geprüft  
geprüft  
geprüft  
gefördert  
gefördert  
geprüft  
gefördert  
gefördert

## ►► Praktika des Basisjahres

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0128-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie I</b> <i>Belegungen über myStudies bis spätestens 26.1.2024. Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.</i>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. Gstaiger, A. Cléry, E. Dultz, C. H. Giese, R. Kroschewski, M. Künzler</b>
Kurzbeschreibung	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in die Grundlagen des experimentellen Arbeitens in den klassischen und modernen Biowissenschaften. Im ersten Jahr (Praktikum GL Biol) absolviert jeder Student 12 Kurstage in denen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Mikrobiologie, Biochemie und Molekularbiologie vermittelt werden.				
Lernziel	Einführung in die Biologie einzelliger Organismen und praktische Erfahrung mit biochemischen und molekularbiologischen Experimenten.  Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien findet man unter Moodle				
Inhalt	Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list and Instructions). Dieses Praktikum gibt eine Einführung in grundlegende und essentielle Techniken der klassischen und modernen Biologie. Studenten nehmen an allen 12 Kurstagen teil. Das Praktikum findet jeweils Donnerstag und Freitag in zwei Schichten (1. Schicht 8:00-13:00 und 2. Schicht 13:30-18:30) statt und erfordert ein zusätzlich eine Vorbereitung auf den jeweiligen Praktikumstag im Selbststudium via Moodle.  Tag 1: Arbeiten mit und Nachweis von Mikroorganismen Tag 2: Morphologische, biochemische und genetische Differenzierung von Mikroorganismen Tag 3: Biotische Interaktionen und Genetik von Bakterien Tag 4: Metabolismus und Physiologie von Bakterien Tag 5: Werkzeuge I: Aufreinigung von DNA, genetische Modifikation von Mikroorganismen Tag 6: Werkzeuge II: Aufreinigung von RNA, Lebenszyklus der eukaryontischen Zelle Tag 7: Werkzeuge III: Ionenaustausch-basierte Reinigung der TAQ polymerase aus E. coli Tag 8: Werkzeuge IV: Charakterisierung der Fraktionen der TAQ polymerase-Reinigung (SDS-PAGE, WB) Tag 9: Werkzeuge V: mRNA-Analyse mittels RT-PCR und gereinigter Taq Polymerase Tag 10: Affinitätschromatographie von Proteinen, Proteinkristallisation Tag 11: Enzymkinetik Tag 12: Proteinfaltung, Proteinstabilität und Proteinstruktur				
Skript	Versuchsanleitungen können von der Moodle Seite geladen werden.				

Voraussetzungen / **BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN**  
Besonderes

Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.

Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.

SEHR WICHTIG!!

1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 26.1.2024 belegen.
2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!
3. Die Semestereinschreibung für FS 2024 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.

Die 12 Kurstage des Praktikum Grundlagen Biologie I finden jeweils am Donnerstag oder Freitag während des Frühjahrssemesters 2024 statt. Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an diesen Tagen haben. Die genaue Kurseinteilung wird vor Beginn des Semesters mitgeteilt.

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Donnerstag):  
22.02.; 29.02.; 07.03.; 14.03.; 21.03.; 11.04.; 18.04.; 25.04.; 02.05.; 16.05.; 23.05.; 30.05.

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Freitag):  
23.02.; 01.03.; 08.03.; 15.03.; 22.03.; 12.04.; 19.04.; 26.04.; 03.05.; 17.05.; 24.05.; 31.05.  
Kein Praktikum während der Osterferien: 25.03-05.04.2024

► **Fächer des zweiten Studienjahres**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1324-00L</b>	<b>Biochemie</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. Locher, N. Ban, R. Glockshuber, J. Piel, E. Weber-Ban</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt zentrale Reaktionen und Stoffwechselwege der Biochemie sowie Molekularbiologie mit Betonung der chemischen und z.T. biophysikalischen Aspekte.				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten an zellulärer Energiegewinnung und -Speicherung beteiligten Stoffwechselvorgänge sowie ausgewählter biosynthetischer Prozesse (inkl. Zucker, Fette, Steroide etc). Verständnis der molekularen Vorgänge bei Replikation, Transkription und Translation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Einige Vorlesungseinheiten werden in englischer Sprache gehalten.				
<b>551-1174-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>U. Sauer, P. Beltrao, J. Stelling, N. Zamboni</b>
Kurzbeschreibung	Ausgehend von biologischen Fragen und Phänomenen unterrichtet der Kurs zur Beantwortung notwendige Konzepte von Modellierungen und Datenanalysen. In den Übungen erhalten die Studenten erste praktische Erfahrungen in einfacher Programmierung eigener Modelle und Analysen.				
Lernziel	Wir unterrichten kein oder nur wenig neues biologisches Wissen oder experimentelle Analysemethoden, sondern nutzen aus dem Studium bekanntes Wissen (z. B. Enzymkinetik, Regulationsmechanismen oder bioanalytische bzw statistische Methoden). Unser Ziel ist es biologische Probleme aufzuzeigen, die aus dynamischen Interaktionen molekularer Elemente entstehen und mit Hilfe von Computermethoden gelöst werden können. Spezifische Ziele sind: - Verständnis der Limitationen intuitiver Argumentation in der Biologie - Ein erster Überblick über Computermethoden in der Systembiologie - Übersetzen biologischer Fragestellungen in computerlösbar Probleme - Praktische Erfahrungen in Programmierung mit MATLAB - Erste Erfahrungen in der Computerinterpretation von biologischen Daten - Verständnis typischer Abstraktionen in der Modellierung molekularer Systeme				
Inhalt	Ganz allgemein trainieren wir kritisches Denken und aktives Nutzen von Wissen in Bezug auf konkrete biologische Probleme. Während der ersten 7 Wochen konzentrieren wir uns auf mechanistische Modellierungen. Ausgehend von einfachen Enzymkinetiken betrachten wir zunächst die Dynamik von kleinerer Stoffwechselwegen und enden mit stöchiometrischen Modellen mittlerer Netzwerke. In der zweiten Kurshälfte konzentrieren wir uns auf die Analyse von typischen grösseren Datensätzen with Proteom oder Transkriptom. Wir starten mit multivariaten statistischen Methoden wie z. B. Clustering und Principal Component Analysis und enden mit Methoden um Netzwerke aus Daten zu lernen.				
Skript	Skripten zur Vorbereitung werden per Moodle zur Verfügung gestellt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-1518-00L</b>	<b>Molecular Mechanisms of Health and Disease</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Werner, N. Aceto, M. Kopf, A. Oxenius</b>
Kurzbeschreibung	The course builds on the Fundamentals in Biology courses that are taught during the first three semesters. Students will be introduced into molecular disease mechanisms with a focus on the immune system and its role in health and disease and on cancer biology.				
Lernziel	To understand the fundamental developments and functions of immune defense in multicellular organisms.  To understand the principles of physical barriers, mechanisms of local and systemic defense pathways, migration and communication of and in between immune cells, the fundamental principles of self versus non-self recognition  To understand the molecular and functional differences between a normal cell and a cancer cell  To understand the molecular mechanisms underlying cancer development and progression to metastasis, including the role of immune cells, environmental toxins and cancer-promoting viruses  To understand how vulnerabilities of cancer cells are exploited for modern cancer therapy				

Skript	Powerpoint Slides of the Course			
Literatur	Cancer chapter of "Alberts, Molecular Biology of the Cell, 6th edition"			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
<b>551-0132-00L</b>	<b>Practical Training in Bioinformatics</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>
				<b>S. Sunagawa, P. Beltrao, A. Blasimme, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to the UNIX operating system and advance their programming skills in python and R. Following the biological genotype-to-phenotype concept, students will learn to analyse DNA sequences, protein structures and imaging-captured phenotypes through weekly lectures and homework assignments.			
Lernziel	Students will know the basic tools, databases and programming languages as they are used in applied bioinformatics. They will be able to process, transform and examine nucleotide sequences, protein structures and imaging data, which will empower them to solve problems in the field of biology.			
Voraussetzungen / Besonderes	Computer with keyboard, internet access and software to connect to the ETH network via VPN.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>551-1294-00L</b>	<b>Genetics, Genomics</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>
				<b>J. Corn, K. Bomblies, U. K. Genick, M. Jagannathan, Z. Kontarakis, G. Schwank, S. Sunagawa, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	Genetics and epigenetics form the blueprints for all life. Understanding genetics is critical to understanding everything from evolution to cancer. This course covers the fundamentals of modern genetics, with an emphasis on molecular mechanisms, and the use of genetic tools to understand biological biological processes in bacteria, model organisms and humans.			
Lernziel	At the end of this course you will know how traits are inherited between generations and how they move through populations. You will understand the molecular processes that give rise to observable genetic outcomes. You will know the most important genetic tools in different organisms. You will understand how genetic "problems" give rise to a variety of diseases and the fundamentals of modern genetic engineering.			
Inhalt	<p>Genetics is fundamentally the study of information and describes how heritable information gets passed around and how it changes over time. How is information passed from cell to cell and generation to generation? How is the information in your cells kept safe? The information in genes codes for all of the traits that make any organism what it is. Traits can be simple, like hair color. Or they can be complex, like intelligence. Genetics is also the bedrock of evolution. Evolution works by selecting for traits, which are then fundamentally reflected in the genetic information present in all individuals at a given time. Understanding genetics helps us make sense of both ourselves and every organism in the world.</p> <p>In addition to driving evolution, genetic changes can also have negative consequences. There are over 7'000 "monogenic" (single gene) diseases currently known, afflicting over 350'000'000 people worldwide. Far more prevalent, cancer is ultimately caused by the corruption of genetic information. Genetic changes that cause cancer subvert normal, collaborative cells into opportunistic, selfish scavengers. We cannot understand health or disease without understanding the genetics of these processes.</p> <p>The course is divided into two major parts: Concepts, and Applications.</p> <p>In the Concepts section, you will learn the principles of modern genetics. We take a primarily molecular approach, always trying to link traits back to the physical reality of what is happening to the underlying information carrier. You will come to understand how organisms pass traits to their offspring, how to infer the underlying hidden genetics from trait-level observations, the complex machineries that safeguard your genes, and the real reason sex was invented.</p> <p>In the Applications section, you will learn how the principles of genetics are used for research and technology. Every aspect of biology can be better understood by using genetics, and our knowledge of every gene in any given organism stems from genetic research. Even if you prefer biochemistry or biophysics over genetics, the use of genetic technologies can reveal key things like the order of enzymes in a pathway or alternate binding partners that regulate activity. The lectures in the Applications section are taught by cutting-edge experts in each area, from CRISPR therapies to population-level discovery of disease factors.</p> <p>Frontal lectures are accompanied by self-study and exercises. To really understand the material, you are strongly encouraged to do all of these! It's one thing to hear in lecture that a pedigree can be used to infer genetic backgrounds. It's an entirely other thing to be presented with a family pedigree and need to determine the probable genotype of an unborn child. Real-world problems are almost always puzzles to be figured out, rather than facts to be repeated, so it's a good idea to practice your puzzle-solving skills.</p>			
Skript	The learning material and slides of the input lectures are available on Moodle. There you will also find further information (articles, links, videos).			
Literatur	The course will mostly following Genetics: from Genes to Genomes (7th edition) by Goldberg, Fischer, Hood, and Hartwell.			
Voraussetzungen / Besonderes	The course builds on the course Bio IA, in particular on that course's content regarding genetics and genomics. The course is based on frontal lectures on genetic theory, expert lectures by genetics practitioners from D-BIOL, self-learning units on Moodle, and exercises.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0130-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie II</b> <i>Belegungen über myStudies bis spätestens 01.02.2024. Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.</i>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. Gstaiger, N. Aceto, J. A. Antunes Pereira, M. Cangkrama, H. Gehart, Z. Kontarakis, W. Kovacs, A. Leitner, S. L. Masneuf, P. Picotti, U. Sauer, E. B. Truernit, A. Wutz, N. Zamboni</b>
Kurzbeschreibung	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in den gesamten Bereich der klassischen und modernen Biowissenschaften. Im zweiten Jahr (Praktikum GL Bio II) führt jeder Student drei Kurstage in:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiermodelle</li> <li>- Pflanzenbiologie</li> <li>- Genomik</li> <li>- Molekulare System Biologie durch.</li> </ul>				
	(Total 12 Experimente)				
	Jeder Versuch dauert einen ganzen Tag.				
Lernziel	Einführung in die Biologie und Erfahrung mit experimentellem Arbeiten.				
	Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien: Moodle.				
	Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list, Instructions and Schedule & Performance Sheet).				
Inhalt	Es werden vier Blöcke angeboten: Zellbiologie, Pflanzenbiologie, Genomik UND Molekulare System Biologie. Jeder diese Blöcke dauert 3 Wochen				
	<b>TIERMODELLE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tissue structure and biology</li> <li>- Mouse anatomy and histology</li> <li>- Tissue repair and cancer</li> </ul>				
	<b>GENOMIK:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chromosomenpräparation aus Säugerzellen</li> <li>- Genome Editing</li> <li>- Krebs Genomanalyse</li> </ul>				
	<b>MOLEKULARE SYSTEMBIOLOGIE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herstellung von Proben für die Proteom- und Metabolom-Analyse</li> <li>- Analyse von Proteom- und Metabolom-Daten</li> <li>- Interpretation von Proteom- und Metabolom-Daten</li> </ul>				
	<b>PFLANZENBIOLOGIE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phytohormone und weitere Wachstumsfaktoren</li> <li>- Molekularbiologie des systemischen Gensilencing</li> <li>- Langstreckentransport und Speicherung</li> <li>- Literaturarbeit und Präsentation</li> </ul>				
Skript	Versuchsanleitungen				
	Alle Unterlagen für das Praktikum können von der Moodle Seite geladen werden.				

Voraussetzungen /  
Besonderes

BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN:

Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.

Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.

SEHR WICHTIG!!

1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 2..2.2024 belegen.
2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!
3. Die Semestereinschreibung für FS24 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.

Über myStudies können die Studierenden sich in eine Übungsgruppe eintragen. Sobald die Lerneinheit in myStudies belegt wird, erscheint eine Textbox mit dem Hinweis, dass eine Gruppe ausgewählt werden kann. Entsprechend können die Studierenden im nächsten Schritt eine Gruppe auswählen. Falls sich mehr als 180 Studierende anmelden werden die Überzähligen auf eine Warteliste gesetzt und danach vom Praktikumsleiter eingeteilt.

Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an den folgenden Praktikumstagen haben:

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Montag):

19.02.; 26.02.; 04.03.; 11.03.; 18.03.; 25.03.; 08.04.; 22.04.; 29.04.; 06.05.; 13.05.; 27.05.

In den Osterferien findet kein Praktikum statt: 26.03.-05.04.2024

### ► Fächer des 3. Studienjahres

#### ►► Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0732-00L	<b>Proteins and Lipids</b> <i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				
551-0324-00L	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				
551-0320-00L	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				



Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene?</li> <li>- Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten.</li> <li>- Abwehr von Tumoren.</li> <li>- Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle.</li> <li>- Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen.</li> <li>- Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.</li> </ul>				

Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumormmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen		
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle		
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
	Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Sensibilität für Vielfalt		gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
	Kreatives Denken		gefördert
	Kritisches Denken		gefördert
	Integrität und Arbeitsethik		gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

## ►► Blockkurse

Die Anmeldung zu den Blockkursen muss zwingend über die website <https://www.mybioportal.uzh.ch> erfolgen. Anmeldephase: 21.12.2023 bis 10.01.2024.

Bitte die ETH Aufnahmekriterien für die Aufnahme von Studierenden der ETH in ETH Blockkurse auf der Blockkurs-Anmeldeseite unter "Zuteilung" beachten.

## ►►► Blockkurse im 1. Semesterviertel

Von 20.02.2024 bis 13.03.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0342-00L</b>	<b>Metabolomics</b> <i>Number of participants limited to 15.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>N. Zamboni, U. Sauer</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	The course covers all basic aspects of metabolome measurements, from sample sampling to mass spectrometry and data analysis. Participants work in groups and independently perform and interpret metabolomic experiments.				
Lernziel	Performing and reporting a metabolomic experiment, understanding pro and cons of mass spectrometry based metabolomics. Knowledge of workflows and tools to assist experiment interpretation, and metabolite identification.				
Inhalt	Basics of metabolomics: workflows, sample preparation, targeted and untargeted mass spectrometry, instrumentation, separation techniques (GC, LC, CE), metabolite identification, data interpretation and integration, normalization, QCs, maintenance.				
	Soft skills to be trained: project planning, presentation, reporting, independent working style, team work.				
<b>551-0339-00L</b>	<b>Molecular Mechanisms of Cell Dynamics</b> <i>Number of participants limited to 21.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>E. Dultz, Y. Barral, T. Kleele, U. Kutay, M. Peter, K. Weis</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Application of current experimental strategies to study the dynamics of complex and highly regulated cellular processes.				
Lernziel	In this course, students will - learn what principles govern cellular dynamics and how these are regulated. - learn to evaluate and to apply current strategies to study the dynamics of complex and highly regulated cellular processes				

Inhalt	<p>During this Block-Course, the students will learn to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) describe the important mechanisms and regulators of dynamic processes in cells,</li> <li>(2) perform experimental techniques to quantify dynamic cellular processes,</li> <li>(3) evaluate and compare experimental strategies and model systems,</li> <li>(4) formulate and present scientific concepts in a project description and poster presentation.</li> </ol> <p>Topics discussed will include</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mobility in the cell (passive and active)</li> <li>- compartmentalization (by membranes and via phase separation)</li> <li>- examples of cell biological processes dependent on mobility and compartmentalization.</li> </ul> <p>Students will work in small groups in individual labs on one research project (8 full days of practical work; every group of students will stay in the same lab during the entire course). The projects are close to the actual research carried out in the participating research groups, but with a clear connection to the subject of the course.</p>				
Literatur	Documentation and recommended literature (review articles and selected primary literature) will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>551-1516-00L</b>	<b>Neuron-Glia Interactions and Myelination in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>U. Suter, J. A. Antunes Pereira</b>
	<i>Number of participants limited to 15</i>				
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	The course provides general basic insights and new perspectives in the development, plasticity and repair of the nervous system. The focus is on molecular, cellular and transgenic approaches, mainly with the mouse as model system.				
Lernziel	Through a combination of practical work with lectures, discussions, project preparations and presentations, the students learn basic principles of neural plasticity and repair in health and disease. The course is linked to research performed in the lab to provide the participants with insights into current experimental approaches and strategies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>551-1318-00L</b>	<b>CRISPR-Cas Genome Engineering in Human Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>J. Corn</b>
	<i>Number of participants limited to 10 (6 in the 1st and 4 in the 3rd quarter of the spring semester).</i>				
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	This laboratory course focuses on research topics in the Corn lab related to CRISPR-Cas genome engineering, the role of DNA repair in metazoan genome editing, the development of preclinical proof-of-concept for genome editing therapies, and the use of genome editing to investigate fundamental questions in blood cells. Projects will be conducted in small groups.				
Lernziel	This course will introduce technologies and approaches in modern genome engineering. The main focus is on practical work to familiarize participants with techniques such as functional genomics, biochemistry, human cell biology, and next generation sequencing. Results will be presented by students in several scientific presentations.				
Inhalt	The course will include topics related to ongoing research projects in the lab. Experimental work will include methods such as CRISPR-Cas genome engineering, CRISPR-Cas screening, cloning, mammalian transformation, human cell biology, flow cytometry, and biochemistry.				
Skript	None				
Literatur	Will be provided at the beginning of the course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>551-1520-00L</b>	<b>Evolutionary Genetics to Explore the Role of Genes in W Trait Evolution</b> <i>Number of participants limited to 10.</i>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>K. Bomblies, M. Dukic, A. Meschichi, T. Srikant</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>			
Kurzbeschreibung	Guided research projects to study gene evolution in plants, coupled with functional investigation in the lab. We focus in particular on candidate genes for phenotypes diverged between plant populations adapted to different habitats.			
Lernziel	To learn both bioinformatic and laboratory skills relevant to plant molecular genetics. Students will learn to analyse gene sequence evolution from existing sequence data, and will learn laboratory follow-up to investigate the potential role of alternate alleles of candidate genes in generating phenotypes.			
Inhalt	Guided research projects to study the biochemical consequences of adaptive evolution in a variety of proteins. Mostly the focus is on proteins that seem to have evolved to help stabilize meiosis to temperature and/or polyploidy in plants.			
Skript	Will be provided, as appropriate, during the course.			
Literatur	Will be provided, as appropriate, during the course.			

<b>551-0500-00L</b>	<b>Application of Deep Learning Models in Biology</b> <i>Number of participants limited to 10.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>P. Beltrao</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Modern biology research generates very large datasets and analysing these to extract meaningful relationships is now a major bottleneck which is aided by machine learning methods. Neural network models in particular are able to learn rules from such datasets to make predictions about biological systems This course will provide a practical introduction to neural network models in biology.				
Lernziel	In this course the students will learn how to apply deep learning methods for the analysis of biological data (e.g. images, DNA sequences, protein sequences). The course will provide a basic foundation on neural networks but focus primarily on practical use of neural network models for practical application to problems in biology.				
Skript	Lecture Notes, Literature				
Voraussetzungen / Besonderes	This block course is programming based, using python as programming language. The students are expected to have acquired programming skills at least equivalent to the first two BSc years of the Biology degree.				

## ▶▶▶ Blockkurse im 2. Semesterviertel

Von 14.03.2024 bis 12.04.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1346-00L</b>	<b>Study of Epigenetic Mechanisms in Mental Health</b> <i>Number of participants limited to 10.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>I. Mansuy</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
	<i>This course is not open for mobility students.</i>				
Kurzbeschreibung	This block course is focused on the study of the epigenetic mechanisms that regulate complex brain functions and behavior. It provides an overview of molecular methods used in experimental mice or in human samples to investigate epigenetic processes that control genome activity and gene expression, and are associated with cognitive functions and behavioral responses.				
Lernziel	The purpose is to learn the principles of major methods in epigenetics that allow examine genome activity at the level of DNA, RNA or protein, in the context of complex brain functions.				
Inhalt	4 independent projects for 3 students each covering various aspects of epigenetic mechanisms. It will focus on state-of-the-art techniques to measure or manipulate gene expression and gene activity in the adult brain or in cell culture, and analyse the effects in vitro or in vivo using omics analyses, molecular and biochemical tools and behavioral testing.				
Skript	Provided at the beginning of the practical.				
<b>551-0434-00L</b>	<b>NMR Spectroscopy in Biology</b> <i>Number of participants limited to 6.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, K. Wüthrich</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	In this block course, students actively participate in ongoing research projects in the research groups of Profs. Allain, Wüthrich and Dr. Gossert. The students will be tutored in their experimental work by experienced postdoc students. In addition, the course includes specific lectures that provide the theoretical background for the experimental work, as well as exercises and literature work.				

Lernziel	The course provides first "hands on" insight into applications of NMR spectroscopy in biological sciences. The course should enable the students to understand the potential and limitations of NMR applied to biological problems.				
Inhalt	The topics include studies of proteins, RNA and protein-RNA interactions,  Participation in one of the following projects will be possible: - NMR of RNA - NMR of several protein-RNA complexes (hnRNPF, nPTB, SR proteins) - NMR studies of protein-ligand interactions - dynamics of protein-RNA complexes - Segmental isotopic labeling to study multidomain proteins - NMR Methods Development				
Skript	No script				
Literatur	Lists of individual reading assignments will be handed out.				
<b>551-1147-00L</b>	<b>Bioactive Natural Products from Bacteria</b> <i>Number of participants limited to 7.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>J. Piel</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Lab course. In small groups projects of relevance to current research questions in the field of bacterial natural product biosynthesis are addressed.				
Lernziel	Introduction to relevant subjects of the secondary metabolism of bacteria. Training in practical work in a research laboratory. Scientific writing in form of a research report.				
Inhalt	Research project on bacteria that produce bioactive natural products (e.g., Streptomyces, Cyanobacteria, uncultivated bacteria). The techniques used will depend on the project, e.g. PCR, cloning, natural product analysis, precursor feeding studies, enzyme expression and analysis.				
Skript	none.				
Literatur	Will be provided for each of the projects at the beginning of the course.				
<b>551-0436-00L</b>	<b>Cryo-Electron Microscopic Studies of Ribosomal Complexes with Biomedically Important Viral Proteins</b> <i>Number of participants limited to 15.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>N. Ban, D. Böhringer, M. A. Leibundgut, T. Lenarcic</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Many viruses have evolved specialized mechanisms to hijack the host gene expression machinery and employ cellular resources to regulate viral life cycle. They accomplish this through producing non-structural proteins that can, among other things, inhibit host protein synthesis. Participants of this course will visualize ribosomes in complex with a non-structural viral protein at high resolution.				
Lernziel	The goal of the course is to acquire the most important techniques and methods for the purification and structural characterisation of macromolecular complexes by transmission electron microscopy. The emphasis of the course is on the special practical requirements for the application of these techniques on macromolecular structures in the MDa range.				
Inhalt	Protein synthesis is a very energy intensive process that can consume over half the total metabolism of a cell. In eukaryotes, translation is therefore tightly regulated at the stage of initiation. Regulatory processes are much more complex at this step than in prokaryotes and a large number of RNA modification processes and translation initiation factors are required to ensure faithful initiation, elongation and termination of translation. However, several viruses may interfere with host translation by affecting the initiation step or by modifying the activity of key initiation factors to ensure an efficient translation of viral mRNA. Amongst such viruses is also SARS-CoV-2, which infects a large variety of vertebrate species. On entering host cells, the viral genomic RNA is translated by the cellular protein synthesis machinery to produce a set of non-structural proteins, which by inhibiting host translation render cell conditions favorable for viral production. Within the Ban lab, we have studied, and continue to investigate, medically relevant viral proteins. This course will involve producing and attempting to determine the structure of a non-structural viral protein in a ribosome-bound form.  A variety of purification techniques, including affinity chromatography and ultracentrifugation, will be used during the purification of macromolecular complexes. Purified assemblies will be then investigated functionally. Students will then characterise their samples structurally through transmission electron cryo-microscopy (cryo-EM), including sample preparation, microscopy, data evaluation and the calculation of densities. Finally, students will learn how to build and refine molecular models into parts of the calculated cryo-EM density. The participants will be working on a closed project related to current research within the laboratory and throughout the course the practical work will be accompanied by brief theoretical introductions. The principal aim of the course is to strengthen the skills required to independently conduct meaningful biophysical and biochemical experiments and to provide an early introduction into the structural characterisation of cellular macromolecular assemblies.				
Skript	A script will be distributed at the beginning of the course that will cover the experiments to be performed, provide references to the relevant literature and suggest points for further consideration for interested students.				
Literatur	Literature A basic overview is provided within the references below. Further reading and citations shall be detailed in the course script. - A. Fersht, Structure and mechanism in protein science, Freeman, 1999 (Chapters 1 and 6). - M. van Heel et al., Single-particle electron cryo microscopy: towards atomic resolution, Quart. Rev. Biophys. (33), 307-369 (2000).				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held in English. Students should have either completed courses: 551-0307-00L Biomolecular Structure and Mechanism I: Protein Structure and Function 551-0307-01L Biomolecular Structure and Mechanism II: Large Cellular Machines or equivalent courses covering the structure and function of biological macromolecules.				
<b>529-0046-00L</b>	<b>Protein-derived Activity Probes for Ubiquitin Pathways</b> <i>Enrolment limited to max 12 students.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>J. W. Bode</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	In this block course we will prepare proteins carrying electrophilic groups to interrogate intracellular pathways. These probes will be prepared by recombinant protein expression & purification followed by site-specific protein modification with electrophilic probes. Their reactivity will be tested in mammalian whole cell lysates and analyzed by proteolytic digestion and tandem mass spectrometry.				
Lernziel	Students should learn how to design protein-based activity probes, express and isolate the proteins from E. coli, conduct site-specific protein modification, evaluate these probes in mammalian cell lysates using a proteomics workflow, and analyze and identify known or unknown proteins trapped by the activity probes.  After the course participants should be able to apply gained skills in future chemical and molecular biology lab courses and projects. Individual reports describing the experiments and obtained results must be prepared by the end of the course.				

Inhalt	This course is based on a genuine research area and emerging technique. By working in pairs participants will recombinantly express and purify different ubiquitin mutants (UbV) in parallel. Based on the previous phage display screen, the chosen variants possess tunable affinity towards ubiquitin pathway proteases. Expression of the variants as intein fusions will enable site-specific C-terminal chemical modification either by direct aminolysis of the thioesters or by acylation of C-terminal hydrazides with activated carboxylic acids. The resulted constructs bearing electrophilic warheads will be utilized in mammalian whole cell lysates to covalently crosslink with cysteine UBL domain bearing proteases. The trapped proteases will be enriched by immunoprecipitation and analyzed by proteolytic digestion and tandem MS/MS with support from Functional Genomics Center Zurich (FGCZ). Results obtained from an individual UbV pull-down will be discussed and compared in the seminars. We expect to develop novel protein activity-based probes for various ubiquitin proteases (deubiquitinating enzymes).		
Skript	All the required theoretical and experimental details will be discussed in class. Relevant research papers will be recommended for reading during the seminars.		
Voraussetzungen / Besonderes	This laboratory block course is designed for 4 weeks, 3 days of full working hours. Students should have basic practical knowledge of protein expression and organic synthesis. The maximum number of participants is currently limited to 6. Interested applicants may inquire to J. Bode for further information. Commitment for attendance of entire course is necessary. The course cannot be interrupted by individual absences once started.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft geprüft

### ►►► Blockkurse im 3. Semesterviertel

Von 16.04.2024 bis 10.05.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0362-00L	<b>Molecular Health: Biomedical Analysis of the Extracellular Interactome</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	W	6 KP	7P	B. Wollscheid, S. Goetze, E. Tschudy-Milani
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	In this course you will learn to measure, integrate, analyze and validate the cellular surfaceome as a complex information gateway connecting the intracellular to the extracellular interactome. You will apply next generation technologies at the interface of biology, chemistry, medicine and bioinformatics to establish the surfaceome proteotype and its signaling interaction networks.				
Lernziel	"If a cell surface molecule such as the B cell receptor would have the size of a human being, then the cell surface of a B cell would have roughly the size of three times NYC Central Park." How many people/proteins/proteoforms reside in this space ("Surfaceome")? Similar to humans, proteins don't act alone. Function is encoded in dynamic protein-protein interactions. How are these proteoforms organized in signaling islands/networks in order to fulfill specific cellular functions ("Interactome")? What are the ligands interacting with the surfaceome to communicate information from other cells & tissues in the body? What goes wrong in these signaling islands if we get sick?				
Inhalt	In this course you will learn to measure, integrate, analyze and validate the cellular surfaceome and its signaling islands as a complex information gateway connecting the intracellular to the extracellular interactome. You will apply next generation technologies at the interface of biology, chemistry, medicine and bioinformatics to generate unprecedented data to establish the surfaceome proteotype and its signaling interaction networks. This digital proteotype data layer provides the basis for generating qualitative and quantitative surfaceome models explaining how molecular nanoscale organization influences cellular signaling and biological function.				
Literatur	D. Bausch-Fluck, E. S. Milani, B. Wollscheid, Surfaceome nanoscale organization and extracellular interaction networks, Curr. Opin. Chem. Biol. 48, 26–33 (2019).  <a href="https://paperpile.com/shared/ud6iWG">https://paperpile.com/shared/ud6iWG</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires a basic knowledge in mass spectrometry based proteomics and experience in computational data processing using R or MatLab. Ideally this course should be combined with course 551-0352-00L "Introduction to Mass Spectrometry-based Proteomics".				
551-0344-00L	<b>Plant Microbiomes</b> <i>Number of participants limited to 8.</i>	W	6 KP	7P	J. Vorholt-Zambelli
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Laboratory course. Research projects in the area of plant microbiomes are conducted in small teams. They address current topics related to plant microbiomes, including microbial community assembly, microbial interactions, plant protection and plant immunity.				
Lernziel	Introduction to relevant subjects of the biology of plant-associated microorganisms. Training in practical work in a research laboratory. Exposure to current research topics in the field of plant microbiomes. Scientific writing in form of a research report.				

Inhalt	Research project in plant microbiomes. The techniques used will depend on the project, e.g. PCR, cloning, microbial community analysis via next-generation sequencing, plant inoculation experiments, phenotypic analyses, fluorescence microscopy, gene expression, metabolomics, bioinformatics			
Skript	none			
Literatur	Will be provided for each of the projects at the beginning of the course.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
		Problemlösung	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert	
	Kommunikation	geprüft		
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
<b>551-1556-00L</b>	<b>Structure Determination by Cryo-EM: Data Processing W and Analysis</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>K. Locher, R. Irobalieva, J. Kowal</b>
	<i>Number of participants limited to 15</i> <i>The block course will only take place with a minimum of 4 participants.</i>			
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>			
Kurzbeschreibung	This course will introduce the students to high-resolution structure determination using single particle cryo-electron microscopy, one of the key techniques for determining structures of biological macromolecules			
Lernziel	The goal of this course is to provide the students with the opportunity to pursue the processing of cryo-EM data and to gain experience in the building and refinement of an atomic model of a protein.			
Inhalt	The students will receive a demonstration of sample vitrification and sample imaging using a cryo-electron microscope. The students will then use a pre-recorded data set to perform the calculations involved in determining the 3D structure of a model protein. Students will learn how to build an atomic model into their electron density maps, how to refine and analyze this model, and how to present their structural data. The following software packages will be used: Relion, Coot, Phenix, Pymol, Chimera.			
Voraussetzungen / Besonderes	The students will spend the majority of the time on data processing and are therefore expected to have some basic knowledge of bash terminal (Linux) commands. Basic physics, optics and linear algebra knowledge is also helpful. By the end of the course, the students will be expected to understand concepts such as the difference between Fourier and real space, image formation, the contrast transfer function (CTF), the fast Fourier transform (FFT), and Fourier shell correlation (FSC). During the course the students will be expected to complete homework assignments. At the end of the course, the students will give an oral presentation on what they learned. After the course, the students will submit a written report prepared individually.			
<b>551-1312-00L</b>	<b>RNA-Biology II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>
	<i>Number of participants limited to 14.</i>			
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>			
Kurzbeschreibung	Introduction to the diversity of current RNA-research at all levels from structural biology to systems biology using mainly model systems like <i>S. cerevisiae</i> (yeast), mammalian cells.			
Lernziel	The students will obtain an overview about the diversity of current RNA-research. They will learn to design experiments and use techniques necessary to analyze different aspects of RNA biology. Through lectures and literature seminars, they will learn about the burning questions of RNA research and discuss approaches to address these questions experimentally. In practical lab projects the students will work in one of the participating laboratories. Finally, they will learn how to present and discuss their data in an appropriate manner. Student assessment is a graded semester performance based on individual performance in the laboratory, the written exam and the project presentation.			
Skript	Relevant material from the lectures will be made available during the course via the corresponding Moodle page.			
Literatur	Documentation and recommended literature will be provided at the beginning and during the course.			
<b>551-1300-00L</b>	<b>Cause and Consequences of Unstable Genomes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>
	<i>Number of participants limited to 13.</i>			
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>			
Kurzbeschreibung	The course will introduce students to key concepts and laboratory research within the broad field of "Genome stability".			
Lernziel	Students will learn to design, apply and evaluate current research strategies in a wide range of modern research areas encompassing the broad field of "Genome stability".			
Inhalt	The course will consist of lectures, practical laboratory work in small groups, informal progress report sessions, and the presentation of laboratory work. Lectures will expose students to key concepts and techniques in the field. Students will team into small groups and work in one laboratory for the duration of the course. Students will meet regularly for informal "progress report" discussions of their projects. Student performance will be assessed based on the quality of their practical work, a written exam on frontal lecture material, and a presentation of their practical work.			
Literatur	Documentation and recommended literature in the form of review articles and selected primary literature will be provided during the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English.			
<b>551-1318-00L</b>	<b>CRISPR-Cas Genome Engineering in Human Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>
	<i>Number of participants limited to 10 (6 in the 1st and 4 in the 3rd quarter of the spring semester).</i>			
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>			
Kurzbeschreibung	This laboratory course focuses on research topics in the Corn lab related to CRISPR-Cas genome engineering, the role of DNA repair in metazoan genome editing, the development of preclinical proof-of-concept for genome editing therapies, and the use of genome editing to investigate fundamental questions in blood cells. Projects will be conducted in small groups.			
Lernziel	This course will introduce technologies and approaches in modern genome engineering. The main focus is on practical work to familiarize participants with techniques such as functional genomics, biochemistry, human cell biology, and next generation sequencing. Results will be presented by students in several scientific presentations.			

Inhalt	The course will include topics related to ongoing research projects in the lab. Experimental work will include methods such as CRISPR-Cas genome engineering, CRISPR-Cas screening, cloning, mammalian transformation, human cell biology, flow cytometry, and biochemistry.		
Skript	None		
Literatur	Will be provided at the beginning of the course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft gefördert
		Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

### ►►► Blockkurse im 4. Semesterviertel

Von 14.05.2024 bis 31.05.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
376-1398-00L	<b>Cellular and Behavioural Neuroscience</b> <i>Number of participants limited to 6.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>G. Schratt, K. Gapp</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
	<i>This course is not open for mobility students.</i>				
Kurzbeschreibung	Einführung in unsere Forschung und Mitarbeit bei aktuellen Forschungsprojekten mit dem Ziel, selbstständiges wissenschaftliches Denken zu fördern und theoretisches Wissen in praktische Experimente umzusetzen. Der Kurs beinhaltet zudem das Lesen von Originalliteratur und die Präsentation der eigenen Arbeit.				
Lernziel	Mitarbeit bei aktuellen Forschungsprojekten mit dem Ziel, selbstständiges wissenschaftliches Denken zu fördern und theoretisches Wissen in praktische Experimente umzusetzen. Weitere Ziele sind das Lesen und die Interpretation von Originalliteratur und die Präsentation der eigenen Arbeit.				
Inhalt	Einführung in unsere Forschung und Mitarbeit bei aktuellen Forschungsprojekten mit dem Ziel, selbstständiges wissenschaftliches Denken zu fördern und theoretisches Wissen in praktische Experimente umzusetzen. Die experimentellen Ansätze schliessen in vivo Experimente mit Ratten und/oder Mäusen ein. Neben den Verhaltensexperimenten werden auch histologisch-anatomische Auswertungen gemacht. Der Kurs beinhaltet zudem das Lesen von Originalliteratur und die Präsentation der eigenen Arbeit.				
Skript	Originalartikel werden während des Kurses ausgehändigt und diskutiert.				
Literatur	Originalartikel werden während des Kurses ausgehändigt und diskutiert.				
551-0334-00L	<b>Molecular Defense Mechanisms of Fungi</b> <i>Number of participants limited to 6.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>M. Künzler</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction into the molecular biology of fungi by participation in a current research project on Molecular Defense Mechanisms of Fungi. The performed experiments, in conjunction with accompanying seminars should enable the students to answer questions regarding central aspects of innate defense mechanisms and the life style of multicellular fungi.				
Lernziel	The course should enable the students to answer questions regarding central aspects of innate defense mechanisms and the life style of multicellular fungi, and their experimental accessibility.				
Inhalt	Experiments include the isolation, identification and characterization of defense effector molecules from multicellular fungi. Methods include molecular genetics, biochemistry, mass spectrometry and biotoxicity assays towards different model organisms including fungi, bacteria, insects and nematodes. Experiments are supported by seminars giving an overview over Fungal Defense Mechanisms and Fungal Lifestyle.				
Literatur	<a href="http://www.micro.biol.ethz.ch/research/aebi/kuenzler/publications">http://www.micro.biol.ethz.ch/research/aebi/kuenzler/publications</a>				
551-1332-00L	<b>Transposable Elements</b> <i>Number of participants limited to 9.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>O. Voinnet</b>
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	The host laboratory focuses on "RNA silencing", a universal mechanism of gene regulation mediated by small RNAs. In plants, one key function of RNA silencing is to mediate defense against invasive parasites such as viruses and transposable elements, the latter being the object of this course. The single project will be conducted in parallel by three groups of three students.				
Lernziel	Transposable elements (TEs) are fragments of DNA that can insert into new chromosomal locations; some copy themselves and increase in number within the genome. Though they may cause single-gene mutagenic events, the large scale chromosome rearrangements caused by TEs via illegitimate recombination is by far the main threat they pose to genome integrity. As a result, many organisms use epigenetic control, via DNA/histone methylation, to tame TEs because the ensuing heterochromatin is recalcitrant to recombination. How are active TEs initially detected by their hosts, how is their genomic proliferation arrested and DNA/histone methylation deposited specifically on their genomes; what are the long term - often paradoxically beneficial - consequences of this epigenetic silencing for the host will be addressed in this course, using the plant Arabidopsis thaliana as a model system.				



Inhalt The course will cover many aspects of TE biology by following the fate of an epigenetically reactivated, single-copy retro-element of Arabidopsis called ÉVADÉ (EVD). EVD's reactivation will be confirmed by methylation analysis of its Long-terminal repeat (LTR) promoter using bisulfite sequencing. We will then follow EVD's proliferation in the Arabidopsis genome by quantifying its copy number over multiple inbred generations using quantitative PCR analyses. We will see how, when this number reaches a critical figure of 40-45, all copies of EVD become simultaneously silenced by LTR-derived silencing sRNAs, which we will quantify and map using Illumina deep-sequencing data. We will finally see the consequences of these successive events.

<b>551-0374-00L</b>	<b>Growth and Aging</b> <i>Number of participants limited to 7.</i>  <i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>H. Stocker, Y. Barral, G. Neurohr</b>
Kurzbeschreibung	Organisms have to control their growth in accordance with environmental conditions. Interestingly, the pathways regulating growth often also affect aging. This course focuses on the analysis of growth regulation and aging in yeast, Drosophila, and mammalian cells. The participants will perform original research experiments to study various aspects of these two processes.				
Lernziel	The aims of the block course are that participants  (I) learn how genetic approaches in different organisms contribute to the understanding of complex processes such as growth regulation and aging  (II) will get familiarized with reading research articles and discussing biological concepts  (III) get a first exposure to current research.				
Inhalt	The block course consists of  (I) experiments:  Teams of 2-3 students each will join research labs to work on current projects focusing on aging and growth regulation in budding yeast, Drosophila and mammalian cells. The students will present their projects and results to their colleagues.  (II) lectures and discussions on growth regulation and aging in yeast, Drosophila and mammals.  (III) journal clubs to discuss recent literature.				
Skript	Lecture handouts				
Literatur	Original research articles will be discussed during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>551-0396-01L</b>	<b>Immunology</b> <i>Number of participants limited to 50.</i>  <i>Prerequisites: Attendance of the concept courses Immunology I (551-0317-00L) and Immunology II (551-0318-00L)</i>  <i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, D. Latorre, B. Ludewig, N. Pikor, F. Sallusto, M. van den Broek</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Blockkurs in Immunologie vermittelt einen breiten Einblick und eine Einführung in praktisches Immunologisches Arbeiten sowie theoretische Vertiefungen in ausgewählten Gebieten der Immunologie.				
Lernziel	Das Ziel des Blockkurses ist das Erlernen verschiedener immunologischer Techniken und umfasst die experimentelle Durchführung als auch Analyse und Interpretation der experimentellen Daten. Begleitet wird der praktische Teil von vertiefenden Vorlesungen in ausgewählten Gebieten der Immunologie, welche auf dem Inhalt des Immunologie-Konzeptkurses basieren. Selbständiges Erarbeiten und Präsentieren von Publikationen durch die Studenten bietet Grundlage für wissenschaftliche Diskussionen.				
Inhalt	Praktische Arbeiten: Zellkultur, Isolation hämatopoietische Stammzellen und Differenzierung von Makrophagen und dendritischen Zellen, Aktivierung und Zytokinproduktion durch Makrophagen und dendritische Zellen, 51Cr release assay, VSV Neutralisationsassay, Durchflusszytometrie, Proliferationsexperimente, SEREX, Intrazelluläres Zytokinstaining, Immunhistologie und Fluoreszenzmikroskopie, MACS, Zytokin-Bioassays, Phagozytose, Proteosomale Prozessierung Vertiefende Vorlesungen: Immune responses to pathogens, Vaccination and B cells, Tolerance & Autoimmunity, Antigen processing & presentation, Pattern recognition, NK cells, Generation of (TCR) tg or ko mice, Antigen screening and definition				
Skript	Ein Skript wird vor Kursbeginn online abrufbar sein (link wird im Immunologie-konzeptkurs bekannt gegeben, 551-0318-00L).				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Anmeldung zum Kurs ist der Besuch der Immunologie-Konzeptvorlesungen 551-0317-00L und 551-0318-00L. Leistungskontrolle erfolgt individuell durch die beteiligten Dozenten.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ▶▶▶ Blockkurse in der 1. Semesterhälfte

Von 20.02.2024 bis 12.04.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0810-01L	<b>Praktikum Organische Chemie II</b> <i>Admittance is limited and depends on the availability of hosting research labs.</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>14P</b>	<b>C. Thilgen</b>
	<i>Interested students are asked to contact Prof. C. Thilgen (thilgen@org.chem.ethz.ch) before December 15 for further details.</i>				
	<i>In case of admittance, the actual enrolment needs to be done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.				
Lernziel	Erlernen von Planung und Durchführung anspruchsvoller Mehrstufensynthesen unter Einbezug moderner Methoden; vertieftes Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente; Entwickeln eines organisch-synthetischen Forschungsprojekts; akkurates Protokollieren, Verfassen eines Berichts im Stil einer Veröffentlichung und Präsentieren der Ergebnisse in Form eines Kurzvortrags.				
Inhalt	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.				
Skript	Kein Skript.				
Literatur	Keine Pflichtliteratur. Literatur wird von den betreuenden Doktorierenden angegeben bzw. zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: bestandenes Praktikum Organische Chemie (529-0229-00 oder 529-0230-00 oder 529-0016-00); bestandene Sessionsprüfung Organische Chemie I (529-0221-00 bzw. 529-1011-00) / Organische Chemie II (529-0222-00 bzw. 529-1012-00). Die Zahl der Teilnehmenden ist auf 12 beschränkt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ▶▶▶ Blockkurse in der 2. Semesterhälfte

Von 16.04.2024 bis 31.05.2024

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0810-01L	<b>Praktikum Organische Chemie II</b> <i>Admittance is limited and depends on the availability of hosting research labs.</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>14P</b>	<b>C. Thilgen</b>
	<i>Interested students are asked to contact Prof. C. Thilgen (thilgen@org.chem.ethz.ch) before December 15 for further details.</i>				
	<i>In case of admittance, the actual enrolment needs to be done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.				

Lernziel	Erlernen von Planung und Durchführung anspruchsvoller Mehrstufensynthesen unter Einbezug moderner Methoden; vertieftes Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente; Entwickeln eines organisch-synthetischen Forschungsprojekts; akkurates Protokollieren, Verfassen eines Berichts im Stil einer Veröffentlichung und Präsentieren der Ergebnisse in Form eines Kurzvortrags.		
Inhalt	Bearbeiten eines organisch-synthetischen Teilprojekts aus der aktuellen Forschung einer Gruppe des Laboratoriums für Organische Chemie unter der Anleitung von Doktorierenden.		
Skript	Kein Skript.		
Literatur	Keine Pflichtliteratur. Literatur wird von den betreuenden Doktorierenden angegeben bzw. zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: bestandenes Praktikum Organische Chemie (529-0229-00 oder 529-0230-00 oder 529-0016-00); bestandene Sessionsprüfung Organische Chemie I (529-0221-00 bzw. 529-1011-00) / Organische Chemie II (529-0222-00 bzw. 529-1012-00). Die Zahl der Teilnehmenden ist auf 12 beschränkt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>551-0448-00L</b>	<b>Zoologie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>O. Y. Martin, M. Greeff</b>
	<i>Biologie Studierende, die das Biologie Lehrdiplom planen zu absolvieren, können den Kurs 551-0448-00 Zoologie als Blockkurs (6KP) an das BSc Biologie Studium anrechnen lassen. Keine Anmeldung über die website "mybiportal" notwendig. Die Belegung kann direkt unter "myStudies" vorgenommen werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Vorlesung: Überblick über die Diversität im Tierreich. Für die wichtigsten Gruppen werden phylogenetische, morphologische und ökologische Aspekte behandelt. Besondere Schwerpunkte sind Arthropoden und Wirbeltiere (inkl. Faunistik der Schweiz).				
Lernziel	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen (Ergänzung zur Vorlesung); Kennenlernen grundlegender Methoden. Vorlesung: Übersicht über die systematische Gliederung des Tierreiches und die Charakteristika der wichtigsten Tiergruppen, grundlegende tierische Baupläne.				
Inhalt	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen; Kennenlernen grundlegender Methoden: Herstellen einfacher Präparate, Sezieren, Mikroskopieren, Zeichnen, Protokollieren. Vorlesung: Überblick über die wichtigsten Gruppen des Tierreichs (Animalia): Baupläne, charakteristische Merkmale, Lebensweise, systematische Gliederung, Beispiele. Schwerpunkte bilden einerseits die Arthropoden (Gliederfüsser) als bei weitem artenreichstem Tierstamm und andererseits die Wirbeltiere inklusive Faunistik der Schweiz.				
Skript	Praktikum: Makro- und mikroskopische Untersuchung von tierähnlichen Einzellern (Protozoa), ausgewählten Wirbellosen (speziell Insekten) und Wirbeltieren: äusserer und innerer Körperbau, Organsysteme; Verhalten: Fortbewegung, Nahrungsaufnahme; Fortpflanzung.				
Literatur	Skripte können von Moodle heruntergeladen werden, und zusätzliche Arbeitsblätter (v.a. für Praktikum) werden abgegeben. Weitere Literatur nicht nötig, im Skript gibt es für Interessierte eine Liste mit weiterführender Literatur.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
		Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ►►► Blockkurse in den Semesterferien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0438-00L</b>	<b>Protein Folding, Assembly and Degradation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>R. Glockshuber, E. Weber-Ban</b>
	<i>Number of participants limited to 20. The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Students will carry out defined research projects related to the current research topics of the groups of Prof. Glockshuber and Prof. Weber-Ban. The topics include mechanistic studies on the assembly of adhesive pili from pathogenic bacteria, disulfide bond formation in the bacterial periplasm, ATP-dependent chaperone-protease complexes and formation of amyloid deposits in Alzheimer's disease.				
Lernziel	The course should enable the students to understand and apply biophysical methods, in particular kinetic and spectroscopic methods, to unravel the mechanism of complex reactions of biological macromolecules and assemblies in a quantitative manner.				

Inhalt The students will be tutored in their experimental work by doctoral or postdoctoral students from the Glockshuber or Weber-Ban group. In addition, the course includes specific lectures that provide the theoretical background for the experimental work, as well as exercises on the numeric evaluation of biophysical data, and literature work.

Participation in one of the following projects will be possible:

Projects of the Glockshuber group:

- Purification, biophysical characterization and structure determination of enzymes required for disulfide bond formation in the periplasm of Gram-negative bacteria.
- Mechanistic studies on the assembly of type 1 pili from pathogenic Escherichia coli strains. In vitro reconstitution of pilus assembly from all purified components. Characterization of folding, stability and assembly behaviour of individual pilus subunits.
- Identification of intermediates in the aggregation of the human Abeta peptide

Experimental work on these projects involves

- Molecular cloning, recombinant protein production in E. coli and protein purification
- Protein crystallization
- Thermodynamic and kinetic characterization of conformational changes in proteins and protein-ligand interactions by fluorescence and circular dichroism spectroscopy
- Analysis of rapid reactions by stopped-flow fluorescence
- Negative-stain electron microscopy
- Light scattering

Projects of the Weber-Ban group:

- Generation and purification of site-directed variants of the E. coli ClpA/P protease and chaperone-proteasome complexes from other organisms, their biophysical characterization, including rapid kinetics by stopped-flow methods, ATPase activity measurements, negative-stain electron microscopy and light scattering

Voraussetzungen / Besondere Marks will be given according to the following criteria:

- Planning, execution and documentation of experimental work
- Final report, including introduction with short overview on the relevant literature, results with figures and brief discussion (maximum: 5 pages)
- Performance in the exercises

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BIOL*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

## Biologie Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Biologie Lehrdiplom

Detaillierte Informationen zum Studiengang finden Sie auf: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<p><b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b>  <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i></p> <p><i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i>  <i>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i></p>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Literatur	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt. Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<p><b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b>  <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i></p> <p><i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i></p> <p><i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i></p>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0242-08L	<p><b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>  <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>  <i>Findet in diesem Semester nicht statt.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i></p>	W	1 KP	2S	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzesays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen</li> <li>- Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten</li> <li>- Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen</li> </ul>				
	<i>siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen</i>				
851-0229-00L	<p><b>Ausserschulische Lernorte nutzen ■</b>  <i>Belegung ausschliesslich für Studierende des Lehrdiploms (LD) in den Fächern Biologie und Geographie.</i></p>	W	1 KP	1S	R. Schumacher, P. Faller
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird mit den zukünftigen Lehrpersonen geübt, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen. Dazu werden Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf angeboten.				
Lernziel	Die zukünftigen Lehrpersonen lernen, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen.				

Inhalt Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf:  
 - Dendrochronologie: Was Jahrringe erzählen  
 - Fotosynthese/Klimawandel: Die Spuren im Wald  
 - Waldboden: Der Boden im Fokus des Klimas

► **Fachdidaktik in Biologie**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0961-00L	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Biologie A ■</b> <i>Die Fachdidaktik und allfällige fachwissenschaftliche Auflagen müssen absolviert sein, bevor mit der mentorierten Arbeit begonnen werden kann.</i>	O	2 KP	4A	P. Faller, H. Stocker
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie eine lernwirksame Unterrichtseinheit und analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbständig eine lernwirksame Unterrichtseinheit erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden wählen in Absprache mit der Betreuungsperson ein individuelles Thema und erstellen dazu in einer bestimmten didaktischen Form eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Beginn nach Absprache jederzeit möglich, jedoch erst nach erfolgreichem Abschluss von EW1 bis EW4, der Fachdidaktik und der Absolvierung allfälliger fachwissenschaftlicher Voraussetzungen.  Die Arbeit muss in einem Zeitraum von maximal 6 Monaten vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.  Die mentorierten Arbeiten Fachdidaktik Biologie A und B können zu einer Arbeit im Umfang von 120 Stunden verschmolzen werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
551-0962-00L	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Biologie B ■</b> <i>Die Fachdidaktik und allfällige fachwissenschaftliche Auflagen müssen absolviert sein, bevor mit der mentorierten Arbeit begonnen werden kann.</i>	O	2 KP	4A	P. Faller, H. Stocker
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie eine lernwirksame Unterrichtseinheit und analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbständig eine lernwirksame Unterrichtseinheit erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden wählen in Absprache mit der Betreuungsperson ein individuelles Thema und erstellen dazu in einer bestimmten didaktischen Form eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Beginn nach Absprache jederzeit möglich, jedoch erst nach erfolgreichem Abschluss von EW1 bis EW4, der Fachdidaktik und der Absolvierung allfälliger fachwissenschaftlicher Voraussetzungen.  Die Arbeit muss in einem Zeitraum von maximal 6 Monaten vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.  Die mentorierten Arbeiten Fachdidaktik Biologie A und B können zu einer Arbeit im Umfang von 120 Stunden verschmolzen werden.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien Projektmanagement	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0972-00L</b>	<b>Fachdidaktik Biologie II ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Faller</b>
	<i>Voraussetzung: Fachdidaktik Biologie I (551-0971-00L)</i>				
Kurzbeschreibung	- Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen im Biologieunterricht (Planung, Durchführung, Auswertung und Berichten über Untersuchungen und Experimente). - Einsatz des Computers für die Arbeit der Lehrperson - Aufzeigen und Entwickeln exemplarischer Unterrichtsmöglichkeiten zu verschiedenen schulbiologischen Themenbereichen.				
Lernziel	Die Inhalte und Lernziele von FD I werden in FD II weiter vertieft und anhand wichtiger, biologischer Unterrichtsthemen exemplarisch konkret umgesetzt. Zusätzlich werden weiterführende Themen für die Studierenden als angehende Lehrpersonen aufgenommen und vertieft.				
Inhalt	- Vermittlung von Fertigkeiten (Kompetenzen) im Unterricht. - Exemplarische Unterrichtsbeispiele zu verschiedenen biologischen Themen. - Ausserschulische Lernorte, weitergehende Konzepte.				
Skript	Wird laufend in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Berck K.-H. und Graf D.; Biologiedidaktik (2018); Quelle & Meyer Verlag. Gropengiesser, H., Harms, U. & Kattmann, U. (Hrsg.); Fachdidaktik Biologie (2023); Köln: Aulis				
Voraussetzungen / Besonderes	Für den Datenaustausch und als Diskussionsforum wird teams und die Polybox verwendet.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert		
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0966-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum Biologie ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17P</b>	<b>P. Faller</b>
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Lektionen: 30 werden von den Studierenden unterrichtet, 20 hospitiert. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.				
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Findet verbindlich am Schluss der Ausbildung, vor Ablegung der Prüfungslektion statt!				
<b>551-0969-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Biologie ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>P. Faller</b>
	<i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion obere Stufe Biologie" (551-0969-02L) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				

Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.

<b>551-0969-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Biologie ■</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Biologie" (551-0969-01L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>P. Faller</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				

### ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0974-00L</b>	<b>Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus: Biologische Konzepte ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. Stocker, Y. Barral, K. Köhler</b>
Kurzbeschreibung	Fachwissenschaftliche Aspekte der Biologie mit einem Schwerpunkt auf biologischen (Miss-)Konzepten werden unter dem Gesichtspunkt ihrer Vermittlung, ihrer historischen Entwicklung und ihrer Bedeutung für Fach, Individuum und Gesellschaft behandelt.				
Lernziel	Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sollen die Studierenden in der Lage sein - biologische Konzepte und Prinzipien sowie deren Zusammenhänge zu erklären - bestehende Misskonzepte zu erkennen und zu beheben - kontroverse Themen zu analysieren und sachlich zu begründen - auf hohem fachlichen Niveau Unterrichtseinheiten mit komplexem Lernstoff adressatengerecht vorzubereiten.				
Inhalt	Ausgewählte Themen der Biologie werden unter spezieller Berücksichtigung der Bedürfnisse von Lehrpersonen erarbeitet.				
Skript	Das Modul setzt sich aus Vorlesung, Buchklub und einer Projektarbeit zusammen.				
Literatur	Unterlagen werden online auf Moodle abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus setzt sich aus drei Modulen zusammen (je 4 KP). Im Herbst- und im Frühjahrssemester werden je eine Vorlesung angeboten (HS: Evolution, FS: biologische Konzepte). Die Reihenfolge der Belegung ist frei. Zusätzlich ist das Modul "Innovativer Biologieunterricht am Gymnasium" zu absolvieren.				
	Leistungsnachweis während der ganzen Dauer des Moduls. Aktive Mitarbeit an der Lehrveranstaltung wird verlangt.				
	Die Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus kann im Rahmen des Master-Studiengangs Biologie in Absprache mit dem zuständigen Fachberater der gewählten Vertiefung als eines der beiden vorgeschriebenen Forschungsprojekte angerechnet werden. In diesem Fall sind zusätzliche 3 KP in einer anderen Veranstaltung zu erwerben.				
Kompetenzen	Bei Überbelegung geniessen Studierende, die in den Studiengang Lehrdiplom für Maturitätsschulen eingeschrieben sind, Priorität.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>551-0976-00L</b>	<b>Innovativer Biologieunterricht am Gymnasium ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	<b>H. Stocker, Y. Barral, P. Faller</b>
Kurzbeschreibung	Eine adäquate Behandlung aktueller Themen der biologischen Forschung an den Gymnasien stellt eine zentrale Herausforderung für angehende Lehrpersonen dar. In diesem Modul entwickeln die Studierenden entweder Lernmaterialien, welche darauf abzielen, neue Inhalte schülergerecht aufzubereiten, oder sie konzentrieren sich auf das Erproben von aktivierenden Lernformen im realen Unterricht.				
Lernziel	Die Studierenden lernen - sich mit der aktuellen biologischen Forschung und deren gesellschaftlichen Relevanz auseinanderzusetzen - Inhalte für die Mittelschule sorgfältig auszuwählen - sinnvolle und korrekte didaktische Reduktionen vorzunehmen - aktivierende und motivierende Lernarrangements zusammenzustellen - vorbereitete Lektionen in die Praxis umzusetzen - ihre Rolle als Lehrperson zu reflektieren.				



Inhalt	Die Studierenden können zwischen drei Varianten wählen:		
	Seminararbeit: Verfassen eines Lehrbuchkapitels zu einem aktuellen Thema der biologischen Forschung (Fokus Inhalt)		
	Fachdidaktik-Praktikum: Planung und Durchführung von Biologie-Lektionen unter besonderer Berücksichtigung aktivierender Lernformen (Fokus Didaktik)		
	Innovative Lektion: Planung einer konkreten Lektion mit neuen Inhalten und Erprobung in einem realen Kontext (Fokus Inhalt und Didaktik)		
	Die Ergebnisse werden im Rahmen eines Seminars vorgestellt und diskutiert.		
Voraussetzungen / Besonderes	Das Modul "Innovativer Biologieunterricht am Gymnasium" ist integraler Bestandteil der Fachwissenschaftlichen Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus. Vor Belegung dieses Moduls sollte mindestens eine der beiden Vorlesungen absolviert worden sein.		
Kompetenzen	Die Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus kann im Rahmen des Master-Studiengangs Biologie in Absprache mit dem zuständigen Fachberater der gewählten Vertiefung als eines der beiden vorgeschriebenen Forschungsprojekte angerechnet werden. In diesem Fall sind zusätzliche 3 KP in einer anderen Veranstaltung zu erwerben.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ► Wahlpflicht

Weitere Lehrangebote aus dem Bereich Erziehungswissenschaften sind unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0229-00L	<b>Ausserschulische Lernorte nutzen ■</b> <i>Belegung ausschliesslich für Studierende des Lehrdiploms (LD) in den Fächern Biologie und Geographie.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>R. Schumacher, P. Faller</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird mit den zukünftigen Lehrpersonen geübt, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen. Dazu werden Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf angeboten.				
Lernziel	Die zukünftigen Lehrpersonen lernen, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen.				
Inhalt	Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf: - Dendrochronologie: Was Jahrringe erzählen - Fotosynthese/Klimawandel: Die Spuren im Wald - Waldboden: Der Boden im Fokus des Klimas				
701-0791-00L	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteufeln die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.				
Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

siehe Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen

### ► Auflagen

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0152-00L</b>	<b>Anatomie und Physiologie II</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>R. Müller, N. K. Brasier, W. Langhans, E. Slack, L. Slomianka, C. Spengler</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Verdauungstraktes, der endokrinen Organe, des Harnapparates, und des Geschlechtsapparates. Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge. Studium sämtlicher Gewebe und ausgewählter Organsysteme des Menschen anhand von histologischen Schnitten.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Menschen und Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen kurzgefassten Überblick über Humananatomie und -physiologie. 3. Semester: Grundbegriffe der Gewebelehre und Embryologie. Anatomie und Physiologie: Nervensystem, Muskel, Sinnesorgane, Kreislaufsystem, Atmungssystem. 4. Semester: Anatomie und Physiologie: Verdauungstrakt, endokrine Organe, Stoffwechsel und Thermoregulation, Haut, Blut und Immunsystem, Harnapparat, zirkadianer Rhythmus, Reproduktionsorgane, Schwangerschaft und Geburt.				
Literatur	Anatomie: Martini, Timmons, Tallitsch, "Anatomie", Pearson; oder Schiebler, Korf, "Anatomie", Steinkopff / Springer; oder Spornitz, "Anatomie und Physiologie, Lehrbuch und Atlas für Pflege- und Gesundheitsfachberufe", Springer  Physiologie: Thews/Mutschler/Vaupel: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart  oder  Schmidt/Lang/Thews: Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Heidelberg				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Anatomie und Physiologie I - Vorlesung ist Voraussetzung, da die Anatomie und Physiologie II - Vorlesung auf dem Wissen der im vorangegangenen Semester gelesenen Anatomie und Physiologie I - Vorlesung aufbaut.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
<b>551-0448-00L</b>	<b>Zoologie</b> <i>Biologie Studierende, die das Biologie Lehrdiplom planen zu absolvieren, können den Kurs 551-0448-00 Zoologie als Blockkurs (6KP) an das BSc Biologie Studium anrechnen lassen. Keine Anmeldung über die website "mybiportal" notwendig. Die Belegung kann direkt unter "myStudies" vorgenommen werden.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>O. Y. Martin, M. Greeff</b>
Kurzbeschreibung	Vorlesung: Überblick über die Diversität im Tierreich. Für die wichtigsten Gruppen werden phylogenetische, morphologische und ökologische Aspekte behandelt. Besondere Schwerpunkte sind Arthropoden und Wirbeltiere (inkl. Faunistik der Schweiz).				
Lernziel	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen (Ergänzung zur Vorlesung); Kennenlernen grundlegender Methoden. Vorlesung: Übersicht über die systematische Gliederung des Tierreiches und die Charakteristika der wichtigsten Tiergruppen, grundlegende tierische Baupläne.				
Inhalt	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen; Kennenlernen grundlegender Methoden: Herstellen einfacher Präparate, Sezieren, Mikroskopieren, Zeichnen, Protokollieren. Vorlesung: Überblick über die wichtigsten Gruppen des Tierreichs (Animalia): Baupläne, charakteristische Merkmale, Lebensweise, systematische Gliederung, Beispiele. Schwerpunkte bilden einerseits die Arthropoden (Gliederfüsser) als bei weitem artenreichstem Tierstamm und andererseits die Wirbeltiere inklusive Faunistik der Schweiz.				
Skript	Praktikum: Makro- und mikroskopische Untersuchung von tierähnlichen Einzellern (Protozoa), ausgewählten Wirbellosen (speziell Insekten) und Wirbeltieren: äusserer und innerer Körperbau, Organsysteme; Verhalten: Fortbewegung, Nahrungsaufnahme; Fortpflanzung.				
Literatur	Skripte können von Moodle heruntergeladen werden, und zusätzliche Arbeitsblätter (v.a. für Praktikum) werden abgegeben. Weitere Literatur nicht nötig, im Skript gibt es für Interessierte eine Liste mit weiterführender Literatur.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0128-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie I</b> <i>Belegungen über myStudies bis spätestens 26.1.2024. Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.</i>	<b>E-</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. Gstaiger, A. Cléry, E. Dultz, C. H. Giese, R. Kroschewski, M. Künzler</b>
Kurzbeschreibung	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in die Grundlagen des experimentellen Arbeitens in den klassischen und modernen Biowissenschaften. Im ersten Jahr (Praktikum GL Biol) absolviert jeder Student 12 Kurstage in denen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Mikrobiologie, Biochemie und Molekularbiologie vermittelt werden.				
Lernziel	Einführung in die Biologie einzelliger Organismen und praktische Erfahrung mit biochemischen und molekularbiologischen Experimenten.  Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien findet man unter Moodle  Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list and Instructions).				



Inhalt Es werden vier Blöcke angeboten: Zellbiologie, Pflanzenbiologie, Genomik UND Molekulare System Biologie. Jeder diese Blöcke dauert 3 Wochen

**TIERMODELLE:**

- Tissue structure and biology
- Mouse anatomy and histology
- Tissue repair and cancer

**GENOMIK:**

- Chromosomenpräparation aus Säugerzellen
- Genome Editing
- Krebs Genomanalyse

**MOLEKULARE SYSTEMBIOLOGIE:**

- Herstellung von Proben für die Proteom- und Metabolom-Analyse
- Analyse von Proteom- und Metabolom-Daten
- Interpretation von Proteom- und Metabolom-Daten

**PFLANZENBIOLOGIE:**

- Phytohormone und weitere Wachstumsfaktoren
- Molekularbiologie des systemischen Gensilencing
- Langstreckentransport und Speicherung
- Literaturarbeit und Präsentation

Skript Versuchsanleitungen

Alle Unterlagen für das Praktikum können von der Moodle Seite geladen werden.

Voraussetzungen / **BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN:**  
Besonderes

Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.

Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.

**SEHR WICHTIG!!**

1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 2..2.2024 belegen.
2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!
3. Die Semestereinschreibung für FS24 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.

Über myStudies können die Studierenden sich in eine Übungsgruppe eintragen. Sobald die Lerneinheit in myStudies belegt wird, erscheint eine Textbox mit dem Hinweis, dass eine Gruppe ausgewählt werden kann. Entsprechend können die Studierenden im nächsten Schritt eine Gruppe auswählen. Falls sich mehr als 180 Studierende anmelden werden die Überzähligen auf eine Warteliste gesetzt und danach vom Praktikumsleiter eingeteilt.

Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an den folgenden Praktikumstagen haben:

**PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Montag):**

19.02.; 26.02.; 04.03.; 11.03.; 18.03.; 25.03.; 08.04.; 22.04.; 29.04.; 06.05.; 13.05.; 27.05.

In den Osterferien findet kein Praktikum statt: 26.03.-05.04.2024

---

<b>701-0360-01L</b>	<b>Systematische Biologie: Pflanzen ■</b>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
	<i>Biologie BSc Studierende, die das Biologie Lehrdiplom planen zu absolvieren, können den Kurs 701-0360-01 Systematische Biologie: Pflanzen als Blockkurs (6KP) an das BSc Biologie Studium anrechnen lassen.</i>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs verleiht einen Überblick über die Diversität der Farn- und Blütenpflanzen. Es werden die Grundlagen der Systematik vermittelt unter Berücksichtigung von morphologischen, phylogenetischen und ökologischen Aspekten. Bei den Pflanzenarten liegt der Schwerpunkt auf der Flora der Schweiz, aber auch Beispiele mit pharmazeutischer Relevanz und Nutzpflanzen werden einbezogen.				
Lernziel	Die Studierenden kennen: <ul style="list-style-type: none"><li>- die Grundlagen der Pflanzensystematik</li><li>- die wichtigsten übergeordneten Pflanzengruppen anhand morphologischer Merkmale und ihrer Biologie</li><li>- 32 ausgewählte Familien der Blütenpflanzen</li><li>- 200 ausgewählte Arten und deren Ökologie, mit speziellem Fokus auf die Flora der Schweiz</li><li>- Beispiele von Arznei- und Nutzpflanzen</li><li>- die wichtigsten Standorteigenschaften und Vegetationstypen des Tieflandes</li><li>- die grundlegenden Techniken, um ein Herbar anzulegen.</li></ul>				
Inhalt	Die Vorlesung verleiht einen Überblick über Moose, Farne, Gymnospermen und Angiospermen. Ausgewählte Familien der Angiospermen werden ausführlich behandelt. Weitere Themen sind Grundlagen der Pflanzensystematik, Generationswechsel, phylogenetische Stammbäume, morphologische Begriffe, sowie Lebensweise und Ökologie der Pflanzen. Anhand ausgewählter Beispiele wird auf die Bedeutung der Pflanzen als Arznei-, Zeiger- und Nutzpflanzen eingegangen. Zudem wird eine Übersicht über Standorteigenschaften und Vegetation des Tieflandes in der Schweiz gegeben.				
	Im praktischen Teil lernen die Studierenden Merkmale von Blütenpflanzen zu analysieren und üben das Bestimmen von Pflanzenarten. Auf Exkursionen werden Artenkenntnisse vermittelt und ein Einblick gegeben in Flora und Vegetation ausgewählter Standorte im Schweizer Mittelland.				
	Die selbständige Arbeit beinhaltet das Anlegen eines Herbars aus 15 unbekanntem, einheimischen Pflanzenarten, das bis Ende Mai abgegeben werden muss. Diese Leistung wird bis Mitte Juli als «erfüllt»/«nicht erfüllt» bewertet.				
Skript	Hilfreiche Kursunterlagen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				

Literatur      Baltisberger et al., Systematische Botanik: Einheimische Farn- und Samenpflanzen. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (4. Aufl. 2013).  
 Hess et al., Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Springer, Basel (7. Aufl. 2015).  
 Free access for students at <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5>

Stützel, Botanische Bestimmungsübungen. UTB, Ulmer Verlag (3. Aufl. 2015).  
 Free access for students at <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790>

Baltisberger et al. 2019: weBot. Internetapplikation.  
 Für Studierende frei zugänglich unter <https://www.webot.ethz.ch/>

Voraussetzungen /  
 Besonderes      Für Studierende des Lehrdiplom Biologie obligatorisch.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert

### Biologie Lehrdiplom - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS      European Credit Transfer and Accumulation System

KP      Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Biologie Master

## ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BIOL*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

## ► Master-Studium (Studienreglement 2018)

### ►► Wahlvertiefungen

### ►►► Wahlvertiefung: Ökologie und Evolution

### ►►►► Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0310-00L</b>	<b>Naturschutz und Naturschutzbiologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Knaus</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung setzen sich die Studierenden mit biologisch-ökologischen Konzepten, philosophischen Grundlagen und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten des Naturschutzes auseinander. Anhand konkreter Beispiele werden sie sich unterschiedlicher Betrachtungsweisen und Wertvorstellungen im Zusammenhang mit naturschützerischen Aktivitäten bewusst.				
Lernziel	Studierende dieser Vorlesung können: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die zeitliche Entwicklung und den aktuellen Zustand der Biodiversität nachvollziehen und mögliche weitere Entwicklungen abschätzen</li> <li>- die ökonomischen, rechtlichen, politischen und philosophischen Grundlagen des Naturschutzes darlegen</li> <li>- verschiedene Möglichkeiten aufzeigen, wie Naturschutz in der Praxis umgesetzt werden kann</li> <li>- normative Elemente im Naturschutz identifizieren und kritisch hinterfragen</li> <li>- ein Naturschutzprojekt von A-Z analysieren und evaluieren</li> </ul>				
Inhalt	Die Vorlesung deckt folgende Inhalte ab: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreiben und analysieren des historischen, aktuellen und zukünftigen menschlichen Einflusses auf die Biodiversität.</li> <li>- Erkunden unterschiedlicher Ansätze des Naturschutzes und deren Umsetzungsinstrumente wie Arten- und Lebensraumschutz, Vertragsnaturschutz, Renaturierungen, Natur- und Nationalparks.</li> <li>- Betrachten von ethisch-moralischen, gesetzlichen, ökonomischen, praktischen und anderen Beweggründen für den Naturschutz.</li> <li>- Kennenlernen von relevanten Theorien rund um den Naturschutz, z.B. Verletzlichkeit von kleinen Populationen, Ecosystem Services, Biodiversität, etc.</li> <li>- Kennenlernen von praktischen Beispielen auf Exkursionen, selbständiges analysieren und bewerten von konkreten Naturschutzprojekten.</li> </ul>				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Küster H. 1999: Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. Beck, München, Germany. 424p. Piechocki R. 2010: Landschaft, Heimat, Wildnis. Schutz der Natur - aber welcher und warum? Beck'sche Reihe, Beck, München, Germany. 266p. Primack R.B. 2008: A primer of Conservation Biology. Fourth Edition. Sinauer Associates, Sunderland MA, USA. 349p.				
Voraussetzungen / Besonderes	Kenntnisse aus den folgenden LV sind vorausgesetzt: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Biologie I</li> <li>- Allgemeine Biologie II</li> <li>- Biologie III: Ökologie</li> <li>- Biologie IV: Diversität der Pflanzen und Tiere</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1450-00L</b>	<b>Conservation Genetics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Holderegger, M. Fischer, F. Gugerli</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with conservation genetics and its practical applications. It introduces the genetic theories of conservation genetics, such as inbreeding depression, adaptive genetic diversity or fragmentation. The course also shows how genetic methods such as eDNA and metabarcoding are used in conservation management, and it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics.				
Lernziel	Genetic and evolutionary argumentation is an important feature of conservation biology. The course equips students with knowledge on conservation genetics and its applications in conservation management. The course introduces some of the main theories of conservation genetics and shows how genetic methods are used in conservation management. In addition, it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics. Practical examples dealing with animals and plants are presented.				

Inhalt	<p>There are 4 hours of lectures, presentations and group work per week. Students also have to spend about 3 hours per week on preparatory work for the following week. Every week, one subject will be presented by one of three lecturers.</p> <p>Overview of themes:          Barcoding, eDNA metabarcoding and genetic monitoring; effects of small population size, genetic drift and inbreeding; neutral and adaptive genetic diversity; hybridization; gene flow, fragmentation and connectivity.</p> <p>Specific topics:          (1) Species and individual identification: barcoding; metabarcoding; eDNA; estimation of census population size and habitat use.          (2) Inbreeding and inbreeding depression: small population size; bottlenecks; genetic drift; inbreeding and inbreeding depression; effective population size.          (3) Adaptive genetic diversity: neutral and adaptive genetic variation; importance of adaptive genetic diversity; methods to measure adaptive genetic variation.          (4) Hybridization and monitoring of genetic diversity: gene introgression; gene flow across species boundaries; demographic swamping; monitoring of genetic diversity.          (5) Half day excursion: practical example of connectivity measures in fragmented landscape, in relation to conservation genetic inferences.          (6) Discussion and evaluation of excursion; gene flow: historical and contemporary gene flow and dispersal; fragmentation and connectivity.          (7) Written examination.</p>				
Skript	No script; handouts and material for downloading will be provided.				
Literatur	<p>There is no textbook for this course, but the following book is recommended:          Allendorf F.W., Funk W.C., Aitken S.N., Byrne M., Luikart G. 2022. Conservation and the genomics of populations (3rd edition). Oxford University Press, Oxford.</p> <p>The following book and booklets in German are targeted to conservation practitioners:          Holderegger R., Segelbacher G. (eds.). 2016. Naturschutzgenetik. Ein Handbuch für die Praxis. Haupt, Bern.          Csencsics D., Gugerli F. 2017. Naturschutzgenetik. WSL Berichte 60: 1-82. (free download at <a href="https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF">https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF</a>)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Requirements:          Students must have a good background in genetics as well as in ecology and evolution, e.g., courses "Population and Quantitative Genetics" or "Evolutionary Genetics".</p> <p>Examination:          A final written examination on the content of the course and of the excursion is an integral part of the course.</p> <p>Teaching forms:          The course needs the active participation of students! It consists of lectures, group work, presentations, discussions, reading and a half-day excursion.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert		
<b>701-1424-00L</b>	<b>Guarda-Workshop in Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>S. Bonhoeffer</b>
	<i>Der Kurs hat eine Teilnehmerbeschränkung. Um sich für den Kurs anzumelden, müssen Sie sich sowohl über mystudies als auch über die Webseite der Universität Basel <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> einschreiben.</i>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist fuer Studenten mit grossem Interesse an evolutionärer Biologie. Das Ziel des Kurses ist es in kleinen Teams von 4-5 Studenten eigenstaendig wissenschaftliche Projekte zu entwickeln. Die Studenten werden angeleitet von Prof. D. Ebert (Basel) und Prof. S. Bonhoeffer (ETHZ). Zusätzlich werden jedes Jahr zwei international angesehene Experten eingeladen.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist es, in kleinen Teams zu arbeiten, um zunächst eine Forschungsfrage zu identifizieren, dann einen Forschungsplan zu entwickeln und schließlich einen kurzen Förderantrag zu schreiben. Was Sie über das einzelne Forschungsprojekt hinaus lernen werden, sind äußerst übertragbare Fähigkeiten, wie z. B. die Entwicklung von Ideen in einem Team, die kritische Reflexion Ihrer eigenen Ideen sowie der Ideen anderer, und die Ausarbeitung einer Idee zu einem Forschungsantrag. Für weitere Informationen siehe <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Inhalt	Siehe link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Skript	keines				
Literatur	keine				
Voraussetzungen / Besonderes	Da der Kurs nur eine begrenzte Teilnehmerzahl erlaubt, ist die Anmeldung fuer den Kurs notwendig. Bitte melden Sie sich ueber die Kurs-Website (siehe Link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> ) an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung			geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
<b>551-0216-00L</b>	<b>Mykologischer Feldkurs</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>R. Berndt, M. A. Garcia Otorala</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Arten- und Formenvielfalt der Asco- und Basidiomyceten bei mehreren Tagesexkursionen und durch die Bearbeitung der Funde im Labor kennen. Sie lernen, wie man Pilze für wissenschaftliche Zwecke sammelt, mikroskopiert und bestimmt. Die Teilnehmer/innen erhalten zudem eine theoretische Einführung in die behandelten Pilzgruppen und die Praxis der Pilzmikroskopie.				

Lernziel	Erwerb von Artenkenntnis bei Pilzen. Sammeln, Dokumentieren und Herbarisieren von Pilzen für wissenschaftliche Zwecke. Methoden der Pilzmikroskopie. Umgang mit mykologischer Bestimmungsliteratur. Erlernen der bestimmungswichtigen makroskopischen und mikroskopischen Merkmale der Pilze und der notwendigen Fachterminologie.				
Inhalt	Einführung in die Systematik der Asco- und Basidiomyceten. Exkursionen zum Kennenlernen von Pilzen am Standort. Untersuchung und Bestimmung der Funde im Kursraum. Makroskopische und mikroskopische Merkmale von Lichenisierten Pilzen (Flechten), Basidiomyceten, Grossgruppen der pflanzenparasitischen Pilze (v. a. Rostpilze).				
Skript	Kursunterlagen werden abgegeben				
Literatur	Spezialliteratur für die Bestimmung wird bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs ist auf maximal acht Teilnehmende beschränkt. Schriftliche definitive Anmeldung bei den Dozierenden erforderlich. Voraussetzung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lesen vor dem Kurs das Kursskriptum u/o ausgewählte Lehrbuchkapitel (nach Vereinbarung) und erarbeiten sich die für den Kurs erforderlichen mykologischen Basiskenntnisse. Fahrtkosten von ca. 100-150 CHF (mit Halbtax) fallen für die Exkursionen an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b> <i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes, E. Devers, P. Zu</b>
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einführung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.				
Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugänglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.				
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>				
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugänglich, und enthält weitere relevante Informationen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nützlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nützlich, aber keine Voraussetzung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft gefördert gefördert
<b>701-0364-00L</b>	<b>Flora und Vegetation der Alpen</b> <i>Zur dieser Vorlesung gehört eine 4-tägige Exkursion (max. 24 Plätze) nach Davos. Für eine Teilnahme an der Exkursion muss die Lehrveranstaltung «Böden und Vegetation der Alpen» (Nr. 701-0362-00) separat belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Widmer</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die Flora und Vegetation der Alpen. Dazu gehören die klimatischen Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen, die Herkunft der Alpenpflanzen, Diversitätszentren, ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen, sowie charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Höhenstufen und Bodentypen.				
Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - kennen charakteristische Pflanzenarten der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe.				
Inhalt	Klimatische Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen in den Alpen; Herkunft und Verbreitungsmuster; Diversitätszentren; ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen; Höhenstufen; charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen (Dolomit, saures und basisches Silikat, Serpentin).				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				



Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solide Grundkenntnisse in systematischer Botanik und erfolgreiche Absolvierung der Lehrveranstaltung "Systematische Biologie: Pflanzen" (Nr. 701-0360-00). Im Weiteren ist die vorgängige Teilnahme am Blockkurs "Pflanzendiversität" (Nr. 701-2314-00L), resp. der beiden Einzelkurse "Pflanzendiversität: kollin / montan" (701-0314-00L) und "Pflanzendiversität: subalpin / alpin" (701-0314-01L), empfohlen.				
	Besonderes: Zu dieser Vorlesung gehört der Kurs "Böden und Vegetation der Alpen" (Nr. 701-0362-00). Dieser umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 1. bis 4. Juli 2024 statt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1410-01L</b>	<b>Quantitative Approaches to Plant Population and Community Ecology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Alexander, R. Delgado Manzanedo, J. Hille Ris Lambers</b>
Kurzbeschreibung	This course presents leading problems in plant ecology and the quantitative tools to address them. Example topics include plant population models to assess population viability; quantifying invasive species spread; and assessing the robustness of biological networks to perturbations. Exact topics depend on emerging problems in the field and existing expertise within the Plant Ecology Group.				
Lernziel	Students will attain deep insight into topics at the cutting edge of plant ecological research, whilst developing specific skills that can later be applied to basic and applied ecological problems.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				

Inhalt	<p>Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.</p> <p>Lecture Topics and Tentative Schedule</p> <p>Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.</p> <p>Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.</p> <p>Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.</p> <p>Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).</p> <p>Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.</p> <p>Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.</p> <p>Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.</p> <p>Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.</p> <p>Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.</p> <p>Week 10 Easter holiday no class.</p> <p>Week 11 Sechselauten holiday no class.</p> <p>Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.</p> <p>Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.</p> <p>Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.</p> <p>Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.</p>						
Skript	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.						
Literatur	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.						
Voraussetzungen / Besonderes	Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.						
Kompetenzen	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 30%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 30%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft					
	Verfahren und Technologien	geprüft					

	<b>Evolution of Social Behavior and Biological Communication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Mescher</b>												
Kurzbeschreibung	This course addresses core concepts in the study of behavior and biological communication from a Darwinian perspective, with a focus on the evolution of sociality and the emergence of higher-level biological organization. It will entail lectures and discussion of selected readings from relevant primary and secondary literature.																
Lernziel	Students will become familiar with the application of Darwinian evolutionary theory to the study of behavior, communication, and social organization. They will also gain insight into the relevance of these topics for broader intellectual questions in biology, as well as for the organization of human societies.																
Inhalt	This course will begin with an exploration of key concepts, including the central role of information in biology and Darwinian explanations for the emergence of adaptation and functional complexity in biological systems. We will then discuss the application of these concepts to the study of behavior and communication, with a focus on the evolution of social interactions. Significant attention will also be given to the evolution of cooperation among individual organisms and the emergence and maintenance of complex social organization. Finally, we will discuss the implications of the material covered for understanding human behavior and for the organization of human societies, including implications for implementing collective action to address global environmental challenges. These topics will be covered by lectures and discussion of relevant readings selected by the instructor. Evaluations will be based on in-class or take-home examinations, as well as participation in classroom discussions.																
Kompetenzen	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 30%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 30%;">gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert				
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert															
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert															
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert															
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert															
<b>701-0314-00L</b>	<b>Pflanzendiversität: kollin/montan</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>R. Berndt</b>												
	<i>Voraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an der LV 701-0360-00L (Systematische Biologie: Pflanzen) oder vergleichbare Kenntnisse (nach Absprache mit dem Dozenten).</i> <i>Das Anmeldeformular muss bis 1.3.2024 zurückgeschickt werden. Nicht bestätigte Plätze werden an Studierende auf der Warteliste vergeben.</i>																
Kurzbeschreibung	Der Blockkurs "Pflanzendiversität" (Kursteil kollin/montan) widmet sich der Vegetation und Flora der kollinen und montanen Höhenstufe im Wallis. Während einer fünftägigen Exkursion nach Visp lernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die wichtigsten Vegetationseinheiten und deren standörtliche Besonderheiten kennen und vertiefen ihre Artenkenntnis.																
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Vegetationstypen, ihrer Pflanzenarten und ökologischen Bedingungen in der kollinen und montanen Stufe des Wallis. Vertiefung taxonomischer und pflanzenmorphologischer Kenntnisse.																

Inhalt	Das Praktikum gibt eine Einführung in die Pflanzenwelt der kollinen und montanen Stufe des Wallis. Auf fünf Tagesexkursionen lernen die Studierenden die aussergewöhnliche Artenvielfalt und botanische Besonderheiten der wichtigsten Lebensräume im Gebiet kennen. Schwerpunkte: Erweiterung der Arten- und Familienkenntnis und Vertiefung der Kenntnisse in Blütenbiologie und Pflanzenmorphologie. Abhängigkeit der Vegetation von den herrschenden Standortbedingungen; Anpassungen der Pflanzen an ihren Standort. Entstehung und Veränderung der Kulturlandschaft.				
Skript	Die Studierenden erhalten ein Skript, um sich vorgängig auf die Exkursion vorzubereiten. Die Inhalte des Skripts sind Teil des Prüfungsstoffes.				
Literatur	- Stützel T. 2021. Botanische Bestimmungsübungen (4. Aufl.). UTB, Ulmer Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Hess H.E., Landolt E., Hirzel R. & Baltisberger M. 2015: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. 7., aktualisierte und überarbeitete Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin. Die Inhalte der einführenden Vorlesung zur Systematischen Botanik (LV 701 0360 00L) sowie der zugehörigen Exkursionen und Übungen werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende anderer Universitäten nehmen bitte Kontakt mit dem Dozenten auf.  Es wird erwartet, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den grundlegenden Umgang mit einer Bestimmungsflora beherrschen (Hess et al. 2015. Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz) und mit der notwendigen botanischen Terminologie vertraut sind (z. B. Stützel 2021).  Programm: 11.-15.6.: Exkursion im Wallis (Standort Visp) 18.6. (9-11 Uhr vorm.): Prüfung (Raum wird noch bekannt gegeben).  Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt und verlaufen z. T. auf rauen und steilen Wegen. Sie erfordern deshalb Geländegängigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und an Wetter und Terrain angepasste Ausrüstung. Feste Bergschuhe sind Pflicht!  Kosten: Voraussichtlich CHF 250.- für Unterkunft im Doppelzimmer mit Vollverpflegung; inkl. Reisekosten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
<b>701-0314-01L</b>	<b>Pflanzendiversität: subalpin/alpin</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
Kurzbeschreibung	<i>Voraussetzung: Teilnahme und bestandene Prüfung an der LV 701-0360-00L (Systematische Biologie: Pflanzen) oder vergleichbare Kenntnisse (nach Absprache mit der Dozierenden). Das Anmeldeformular muss bis 01.03.2024 eingereicht werden. Nicht bestätigte Plätze werden an Studierenden auf der Warteliste vergeben.</i> Im Kurs beschäftigen wir uns mit der Flora und Vegetation der Nordalpen von der hochmontanen bis in die untere alpine Stufe. Den Studierenden wird eine Mischung von individuellen Aktivitäten und geführten Exkursionen im Rahmen eines Geländepraktikums angeboten, um ihre Artenkenntnis zu vertiefen und wichtige Vegetationseinheiten und deren standörtliche Besonderheiten kennen zu lernen.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Vegetationstypen, deren Pflanzenarten und ökologischen Bedingungen in den nördlichen Randalpen. Vertiefung taxonomischer und pflanzenmorphologischer Kenntnisse und Erwerb von Bestimmungspraxis mit einer wissenschaftlichen Bestimmungsflora.				
Inhalt	Dieses Praktikum gibt eine Einführung in die Pflanzenwelt der nördlichen Randalpen. Die Studierenden lernen nicht nur die Artenvielfalt der Alpen kennen, sondern auch die Besonderheiten der jeweiligen Standorte. Sie sollen zum einen ihre Artenkenntnis vertiefen, zum anderen lernen, unter welchen Bedingungen die Pflanzen an ihren Standorten leben und wie sie mit diesen Bedingungen zurechtkommen.  Folgende Themen werden in diesem Kurs angesprochen:  - Klimatische und geologische Gliederung der Alpen - Auswirkung der lokalen Standortbedingungen auf die Vegetation verschiedenen Höhenstufen - Anpassungen der Pflanzen an unterschiedliche alpine Standorte - Charakteristische Vegetationstypen der subalpinen und alpinen Stufe (z.B. subalpiner Nadelwald, Hochstaudenfluren und Grünerlengebüsche, alpine Rasen- und Schuttfuren, Grauerlen-Auenwald, sowie Hoch- und Flachmoore) und deren ökologischen Bedingungen - Interaktion von Pflanzen mit ihrer Umwelt: Beispiele aus der Blüten-, Fortpflanzungs- und Verbreitungsbiologie.				
Skript	Ein Skript wird via Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	- Baltisberger M., Nyffeler R. & Widmer A. 2013: Systematische Botanik. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. v/d/f Hochschulverlag AG an der ETH Zürich. - Stützel T. 2015. Botanische Bestimmungsübungen (3. Aufl.). UTB, Ulmer Verlag. - Hess H.E., Landolt E., Hirzel R. & Baltisberger M. 2015: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. 7., aktualisierte und überarbeitete Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin.				

Voraussetzungen /  
Besonderes Am Praktikum können nur Studierende teilnehmen, die die einführenden Vorlesungen zur Systematischen Botanik sowie die zugehörigen Exkursionen und Übungen erfolgreich absolviert haben (siehe LV 701-0360-00L Systematische Biologie: Pflanzen). Wir erwarten ferner, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den grundlegenden Umgang mit einer Bestimmungsflora (Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz) beherrschen und mit der dazu notwendigen pflanzenmorphologischen Terminologie vertraut sind.

Studierende anderer Universitäten nehmen bitte Kontakt mit den Dozierenden auf.

Die LV findet wie folgt zwischen So. 23.06. und Sa. 29.06. statt:

- So. 23.06. bis Do. 27.06.: ausgewählte Exkursionen im Kandertal/BE, Lötschental/VS und Entlebuch/LU inkl. 3 Übernachtungen in Kandersteg/BE
- Fr. 28.06: Ruhetag
- Sa. 29.06 (9-12 Uhr): Bestimmungstest und Prüfung am ETH Zentrum

Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt. Sie erfordert deshalb Geländegängigkeit und angepasste Ausrüstung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Feste Bergschuhe sind Pflicht!

Kosten:

Die ETH Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen substanziellen finanziellen Beitrag an die Exkursionskosten. Der Beitrag der Studierenden beträgt CHF 200.- (inkl. Transport, Unterkunft & Vollverpflegung).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert

---

**701-0362-00L Böden und Vegetation der Alpen (Exkursion) W 2 KP 2P A. Widmer, R. Kretzschmar**

*Diese Exkursion (max. 24 Plätze) gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Boden- und Wasserchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl, L. Winkel) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar).*

Kurzbeschreibung Die Exkursion in die Region Davos veranschaulicht, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen von Alpenpflanzen beeinflussen. Beim Besuch zahlreicher Standorte auf unterschiedlichem Muttergestein in der subalpinen und alpinen Stufe wird der Zusammenhang zwischen den klimatischen Bedingungen, der Bodenentwicklung und der Vegetation erkennbar.

Lernziel Die Studierenden  
 - verstehen, wie Gestein, Relief, Klima und Vegetation die Bodenbildungsprozesse und resultierende Bodeneigenschaften (z.B. Nährstoffe, Wasser) in den Alpen beeinflussen.  
 - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen.  
 - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe.  
 - kennen charakteristische Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen.

Inhalt 4-tägige Exkursion (Sonntag, 2.-Mittwoch, 5. Juli 2023) in der Region Davos mit Begehung von Standorten auf verschiedenen Ausgangsgesteinen (Dolomit, Gneis/Glimmerschiefer, Amphibolit, Serpentin) in der subalpinen und alpinen Stufe. Aufbau, Entwicklung und Eigenschaften der Böden, sowie deren Auswirkungen auf die Pflanzen; charakteristische Pflanzenarten und -gesellschaften auf den unterschiedlichen Böden.

Skript Ein Exkursionsführer wird abgegeben.

Literatur Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.

Voraussetzungen /  
Besonderes Diese Exkursion gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Bodenchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar). Falls gleichwertige Voraussetzungen (z.B. von anderen Hochschulen) vorliegen, muss eine Teilnahme zuvor mit den Dozenten abgesprochen werden.

Besonderes

Die Lehrveranstaltung umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 2. bis 5. Juli 2023 statt. Die Reisekosten werden von der ETH Zürich übernommen; die Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen Beitrag an die Unterkunftskosten; die restlichen Kosten (Unterkunft inkl. Vollpension und Exkursionsführer) von 250 Fr. müssen von den Teilnehmenden übernommen werden.

Die Exkursionen finden in den Bergen statt. Die Teilnehmenden müssen deshalb geländegängig sein, auch in steilem Gelände. Bei Bedenken bitten wir um rechtzeitige Kontaktaufnahme, damit wir die Situation vorgängig analysieren und besprechen können.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen <td>Analytische Kompetenzen <td>gefördert</td> </td>	Analytische Kompetenzen <td>gefördert</td>	gefördert
		Entscheidungsfindung <td>gefördert</td>	gefördert
	Soziale Kompetenzen <td>Kooperation und Teamarbeit <td>gefördert</td> </td>	Kooperation und Teamarbeit <td>gefördert</td>	gefördert
	Persönliche Kompetenzen <td>Kritisches Denken <td>gefördert</td> </td>	Kritisches Denken <td>gefördert</td>	gefördert

---

**701-1480-00L Evolutionary Developmental Biology W 3 KP 2S M. La Fortezza**

Kurzbeschreibung Students will be introduced to fundamental concepts and current open questions in the field of evolutionary developmental biology (Evo-Devo) primarily through reading, analysing and jointly discussing key literature.

Lernziel The course aims to expose students to major conceptual themes of the Evo-Devo field through discussion of key papers and to active areas of current Evo-Devo research. At the end of the course, students should be able to present, think critically about and discuss key Evo-Devo concepts.

Inhalt Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) is a multidisciplinary field that studies the interplay between developmental and evolutionary processes. Major questions include: How do developmental systems evolve and diversify? Do developmental programs influence their own future evolution, and how? How does ecology affect the evolution of developmental programs, and vice versa? Fascinating and experimentally challenging, Evo-Devo first empirically emerged from comparative embryology. However, in recent decades this discipline has grown considerably to interconnect with many other fields, from genetics to sociobiology to microbiology. The course will examine questions such as those above and touch on the ongoing inter-disciplinary integration of Evo-Devo, including its interface with ecology ("Eco-Evo-Devo") and the integration of aggregative microbial developmental systems into the field.

Literatur	Relevant literature:				
	Müller, G. (2007). Evo–devo: extending the evolutionary synthesis. <i>Nature Reviews Genetics</i> 8, 943-949. <a href="https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219">https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219</a>				
	Abouheif, E., et al (2014). Eco-evo-devo: the time has come. <i>Advances in experimental medicine and biology</i> 781, 107-25. <a href="https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6">https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6</a>				
	Moczek, A et al (2015). The significance and scope of evolutionary developmental biology: a vision for the 21st century. <i>Evolution &amp; development</i> 17, 198-219. <a href="https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125">https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125</a>				
	Gilbert, S. (2019). Evolutionary transitions revisited: Holobiont evo–devo. <i>Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution</i> 12, 117762501877479 - 8. <a href="https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903">https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Significant basic knowledge in especially evolutionary biology and developmental biology, and also cell biology and genetics, will be advantageous for readily understanding the course material.				
<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani				
	Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted at students with a non-math background.				
	Requirements: =====				
	1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression) 2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library)				
	An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year).				
	401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				
<b>701-0323-00L</b>	<b>Plant Ecology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Alexander, J. Hille Ris Lambers</b>
Kurzbeschreibung	This class focuses on ecological processes involved with plant life, mechanisms of plant adaptation, plant-animal and plant-soil interactions, plant strategies and implications for the structure and function of plant communities. The discussion of original research examples familiarises students with research questions and methods, and how to evaluate results and interpretations.				
Lernziel	After attending this course, you will be able to: 1. Use your understanding of plant ecological theory to interpret primary data (tables, graphs) from ecological studies. 2. Critically evaluate evidence and conclusions presented in ecological studies based on your understanding of plant ecological processes. 3. Apply your knowledge of plant ecology to make general predictions about major responses of plant communities to biotic and environmental perturbations. 4. Evaluate the main methodological approaches used to study ecological processes in plants, and decide when they should be applied to address a research question.				
Inhalt	Plant communities can be spectacularly diverse, which has long puzzled ecologists since all plants compete for the same few limiting resources. Plants also represent the matrix of ecological communities, and the structure and dynamics of plant populations drives the functioning of terrestrial ecosystems. This course provides insight into these broad themes by providing an introduction to the essential ecological processes involved with plant life. We use original research examples to discuss how ecological questions are studied and how results are interpreted. Specific topics include:  - Plant functional traits (e.g. leaf economics, phenology), and how they determine interactions between plants and their physical environment. - Plant life-history, and the different ecological strategies plants have developed to grow, survive and reproduce. - Intra- and interspecific competition as regulators of plant population dynamics and multispecies coexistence. - Interactions between plants and their friends (e.g. symbiotic fungi, pollinators) and enemies (e.g. herbivores, pathogens) above- and below-ground. - Plant functional types and rules in the assembly of plant communities.				
Skript	Handouts and further reading will be available electronically through the course Moodle at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites - General knowledge of plant biology - Basic knowledge of plant systematics - General ecological concepts				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1427-00L</b>	<b>Experimental Evolution</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Wielgoss, A. Hall,</b>

Kurzbeschreibung	Students will read, present on and discuss experimental evolution literature covering a wide range of evolutionary topics, utilising a range of model species as experimental systems and employing a variety of methods for studying experimental-evolution outcomes.		
Lernziel	Course objectives: i) become familiar with a diverse sample of the surging experimental-evolution literature, ii) gain insight into the strengths and limitations of experimental evolution for addressing evolutionary questions relative to other forms of evolutionary analysis, iii) gain insight into developing fundamental and applied questions that can be addressed with experimental evolution and into how to design and analyze effective evolution experiments, and iv) improve scientific presentation and discussion skills.		
Inhalt	Experimental evolution is a powerful and increasingly prominent approach to investigating evolutionary processes. Students will read, present on and collectively discuss experimental-evolution literature covering a diverse range of topics, species and types of analysis. Contributing instructors from diverse training backgrounds will share perspectives on the course material.		
Literatur	Primary research papers and review articles.		
Voraussetzungen / Besonderes	701-0245-00 Evolutionary Analysis (or equivalent).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-1130-00L</b>	<b>Selected Topics in Mycology ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Künzler</b> , weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	The lecture will provide insight into the current knowledge and research on selected aspects of the fungal lifestyle. The various topics will be presented by experts in their fields. The lecture builds on the basic understanding of the fungal lifestyle taught as part of the lecture 'Fundamentals in Biology III-Multicellularity' as well as various blockcourses during the Biology bachelor.				
Lernziel	The students: are able to explain the essence of the fungal lifestyle in the light of its evolution. are aware of current methods for monitoring fungi in the environment. are able to understand the role of fungi in global ecology and ecosystem conservation and restoration. are able to give examples for antagonistic, neutral and mutualistic interactions between fungi and other organisms including animals, plants, algae, bacteria and viruses and explain their significance in ecology, medicine and agriculture. are able to explain the danger of the dual use of antifungals/fungicides in medicine and agriculture. are aware of and can explain human applications of fungi in biocontrol (agriculture) as well as food and materials production.				
Inhalt	Introduction and recapitulation of the fungal lifestyle (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Monitoring and conservation of fungi in the environment (Andrin Gross, WSL Birmensdorf) Global fungal diversity patterns and ecosystem conservation and restoration (Laura van Galen, ETH Zürich, D-USYS) Antagonistic interactions: Fungal defense against animal micropredators and bacterial competitors (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of plants and mycoviruses (Simone Prospero, WSL Birmensdorf) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of insects/Biological control of insects using fungi (Jürg Enkerli, Agroscope) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of humans and animals (Salomé Leibundgut-Landmann, University of Zürich, Vetsuisse) Environmental yeasts and biocontrol of plant pathogenic fungi (Florian Freimoser, Agroscope) Mutualistic interactions with plants I: Endomycorrhiza (Franz Bender, Agroscope and University of Zürich, Department of Plant and Microbial Biology) Mutualistic interactions with plants II: Ectomycorrhiza (Martina Peter-Baltensweiler, WSL Birmensdorf) Mutualistic interactions with algae/cyanobacteria: Lichen (Monica Andrea Garcia Otolara, ETH Zürich, D-USYS) Applications: Fungi in material science (Jonas Staub, Mycrobez) and Mushroom cultivation for food production (Cécile Villiger, Fine Funghi AG) Problem of antifungal/fungicide resistance in fungal pathogens of humans (Alix Coste, CHUV Lausanne) and Answering of student questions (ideally all lecturers)				
Skript	None				
Literatur	Announced by the various lecturers				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 40.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert geprüft

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt</b> , L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				

Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.
Skript	Updated handouts will be provided during the class.
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.
Voraussetzungen / Besonderes	English

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ►►► Wahlvertiefung: Mikrobiologie und Immunologie

#### ►►►► Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				

<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumormimmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1310-00L</b>	<b>Environmental Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, H. Bürgmann, M. Schoelmerich</b>
Kurzbeschreibung	Microorganisms catalyze a large number of reactions that are of great importance to terrestrial and aquatic environments. To improve our understanding of the dynamics of a specific environment, it is important to gain a better understanding of microbial structures and their functions under varying environmental conditions.				
Lernziel	Students will learn basic concepts in microbial ecology. Qualitative and quantitative concepts will be presented to assess microbial communities and associated processes in terrestrial and aquatic environments. Microbial diversity in such ecosystems will be illustrated in discussions of selected habitats.				
Inhalt	Lectures will cover general concepts of environmental microbiology including (i) quantification of microbial processes, (ii) energy fluxes in microbial ecosystems, (iii) application of state-of-the-art microbiological and molecular tools, and (iv) use of isotope methods for identification of microbial structures and functions. Topics to illustrate the microbial diversity of terrestrial and aquatic ecosystems will include (i) interactions between microbes and mineral/metallic solid phases, (ii) microbial carbon and nutrient cycling, (iii) microbial processes involved in the turnover of greenhouse gases, (iv) biofilms and microbial mats, (v) bioremediation, (vi) microorganisms in extreme habitats, and (vii) microbial evolution and astrobiology.				
Skript	available at time of lecture - will be distributed electronically as pdf's				
Literatur	Brock Biology of Microorganisms, Madigan M. et al., Pearson, 14th ed., 2015				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease</b> <b>W</b>		<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Number of participants limited to 22.</i>				
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures.</i> <i>(if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>				
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.				
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.				
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.				



Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.				
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to micro_sec@micro.biol.ethz.ch and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>551-1118-00L</b>	<b>Cutting Edge Topics: Immunology and Infection Biology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Oxenius, B. Becher, C. Halin Winter, N. C. Joller, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, F. Sallusto, C. Schneider, R. Spörrli, M. van den Broek, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Wöchentliches Seminar über aktuelle Themen der Immunologie und Infektionsbiologie. International renommierte Experten referieren über ihre aktuellen Forschungsergebnisse mit anschließender offener Diskussion.				
Lernziel	Wöchentliches Seminar über aktuelle Themen der Immunologie und Infektionsbiologie. International renommierte Experten referieren über ihre aktuellen Forschungsergebnisse mit anschließender offener Diskussion. Ziel der Veranstaltung ist die Konfrontation von Studenten und Doktoranden mit aktuellen Forschungsthemen und mit wissenschaftlicher Vortragsform. Studenten und Doktoranden wird die Gelegenheit geboten, sich mit diversen Themen vertieft auseinander zu setzen, welche oft in den Konzeptkursen nur knapp präsentiert werden und mit Experten auf dem Gebiet zu diskutieren.				
Inhalt	Immunologie und Infektionsbiologie. Die speziellen Themen variieren jedes Semester und hängen von den eingeladenen Experten ab.				
<b>551-0216-00L</b>	<b>Mykologischer Feldkurs</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>R. Berndt, M. A. Garcia Otorola</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Arten- und Formenvielfalt der Asco- und Basidiomyceten bei mehreren Tagesexkursionen und durch die Bearbeitung der Funde im Labor kennen. Sie lernen, wie man Pilze für wissenschaftliche Zwecke sammelt, mikroskopiert und bestimmt. Die Teilnehmer/innen erhalten zudem eine theoretische Einführung in die behandelten Pilzgruppen und die Praxis der Pilzmikroskopie.				
Lernziel	Erwerb von Artenkenntnis bei Pilzen. Sammeln, Dokumentieren und Herbarisieren von Pilzen für wissenschaftliche Zwecke. Methoden der Pilzmikroskopie. Umgang mit mykologischer Bestimmungsliteratur. Erlernen der bestimmungswichtigen makroskopischen und mikroskopischen Merkmale der Pilze und der notwendigen Fachterminologie.				
Inhalt	Einführung in die Systematik der Asco- und Basidiomyceten. Exkursionen zum Kennenlernen von Pilzen am Standort. Untersuchung und Bestimmung der Funde im Kursraum. Makroskopische und mikroskopische Merkmale von Lichenisierten Pilzen (Flechten), Basidiomyceten, Grossgruppen der pflanzenparasitischen Pilze (v. a. Rostpilze).				
Skript	Kursunterlagen werden abgegeben				
Literatur	Spezialliteratur für die Bestimmung wird bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs ist auf maximal acht Teilnehmende beschränkt. Schriftliche definitive Anmeldung bei den Dozierenden erforderlich. Voraussetzung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lesen vor dem Kurs das Kurskriptum u/o ausgewählte Lehrbuchkapitel (nach Vereinbarung) und erarbeiten sich die für den Kurs erforderlichen mykologischen Basiskenntnisse. Fahrkosten von ca. 100-150 CHF (mit Halbtax) fallen für die Exkursionen an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
<b>551-1132-00L</b>	<b>Allgemeine Virologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>K. Tobler, C. Fraefel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Virologie, welche die Charakterisierung von Viren, die Interaktionen der Viren mit infizierten Zellen, Wirten und Populationen, die Grundlagen des Schutzes vor Infektion und die Virusdiagnostik beinhaltet.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Virologie.				
Inhalt	Grundlagen der Virologie. Charakterisierung von Viren. Virus-Zell-Interaktionen. Virus-Wirt-Interaktionen. Virus-Population-Interaktionen. Schutz vor Virusinfektion. Virusdiagnostik.				
Skript	Die Vorlesung ist auf dem Lehrbuch "Allgemeine Virologie" von Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel aufgebaut.  Die Präsentationsfolien und ausgewählte Primärliteratur werden 24 bis 48 Stunden vor den Lektionen als .pdf-Dateien bereitgestellt.				
Literatur	Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel, Allgemeine Virologie, 2021, 2. Auflage UTB-Band-Nr.:4516 Haupt Verlag Bern ISBN: 978-3-8252-5630-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse in Molekularbiologie, Zellbiologie und Immunologie				
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				

Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>751-4904-00L</b>	<b>Microbial Pest Control</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Enkerli, G. Grabenweger, J. Mayerhofer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt konzeptionelle, sowie biologische und ökologische Grundlagen in mikrobieller Schädlingsbekämpfung. Anhand von Beispielen werden die Methoden und Techniken zur Entwicklung und Überwachung von mikrobiellen Schädlingsbekämpfungsmitteln erarbeitet.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Gruppen von insektenpathogenen Mikroorganismen und deren Eigenschaften. Vertraut werden mit den nötigen Schritten für die Entwicklung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Verstehen der Techniken und Methoden, die für das Überwachen von Feldapplikationen benützt werden, und Kennen der Registrierungsanforderungen für mikrobielle Schädlingsbekämpfungsmittel.				
Inhalt	Die in der biologischen Schädlingsbekämpfung gebrauchten Definitionen und generell verwendete Ausdrücke werden erarbeitet. Ferner werden biologische und ökologische Aspekte aller Arthropoden-pathogenen Gruppen (Viren, Bakterien Pilze und Nematoden) und ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf biologische Schädlingsbekämpfung diskutiert. Ein Schwergewicht wird dabei auf die Pilzgruppen Hypocreales und Entomophthorales gelegt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie Projekte in biologischer Schädlingsbekämpfung aufgebaut werden können, wie Pathogene appliziert werden und wie die Effizienz, Effekte auf Nicht-Zielorganismen, Persistenz und Verbreitung überwacht werden. Im Weiteren werden die nötigen Schritte in der Entwicklung eines Produktes, kommerzielle Aspekte und die Registrierungsanforderungen besprochen.				
Skript	Die grundlegenden Aspekte werden als Skript (Präsentationsunterlagen) abgegeben.				
Literatur	Hinweise auf zusätzliche Literatur werde in der Lehrveranstaltung gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis . Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics:				
	- Analysis of genes, genomes and transcriptomes				
	- Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>

Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease				
Inhalt	The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about"). After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				

Inhalt	<p>Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.</p> <p>Lecture Topics and Tentative Schedule</p> <p>Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.</p> <p>Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.</p> <p>Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.</p> <p>Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).</p> <p>Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.</p> <p>Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.</p> <p>Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.</p> <p>Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.</p> <p>Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.</p> <p>Week 10 Easter holiday no class.</p> <p>Week 11 Sechselauten holiday no class.</p> <p>Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.</p> <p>Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.</p> <p>Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.</p> <p>Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.</p>
--------	---

Skript	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.								
Literatur	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.								
Voraussetzungen / Besonderes	Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.								
Kompetenzen	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 20%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 20%;">Verfahren und Technologien</td> <td style="width: 20%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>geprüft</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft				geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft						
			geprüft						

<b>551-1700-00L</b>	<b>Introduction to Flow Cytometry</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Mair, M. Kisielow, M. Kopf</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a broad introduction to flow cytometry. We will cover the working principles of cytometry instrumentation, and essential aspects of experimental design and data analysis. Fluorescence-based cytometry (conventional and full spectrum) as well as mass cytometry will be covered.				
Lernziel	The format is a lecture course enriched by a visit to the ETH Flow Cytometry Core Facility. The objective of this course is to provide participants with a strong understanding of the basic principles underlying flow cytometry, equipping them to be self-sufficient for the systematic design, execution and analysis of cytometry experiments.				
Inhalt	<p>The course is centered on explaining the working principles of cytometry instrumentation (conventional, full spectrum and mass cytometry) and associated data analysis. In detail, we will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Components of Flow Cytometry Instrumentation</li> <li>- Signal processing</li> <li>- Fluorochromes, compensation, and spectral unmixing</li> <li>- Visualization, gating and analysis of data</li> <li>- Fluorescent panel design</li> <li>- Cytometry assays: immunophenotyping, cell signaling, etc.</li> <li>- Cell sorting</li> <li>- Mass cytometry</li> <li>- Computational data analysis techniques</li> </ul>				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	<p>The lecture will reference key literature on cytometry instrumentation, experimental design, immunophenotyping and other applications. For general reading, we recommend the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maciorowski et al, Basic Multicolor Flow Cytometry, Current Protocols in Immunology 2017: <a href="https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26">https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26</a></li> <li>- Cossarizza et al, Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (third edition), European Journal of Immunology 2021: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126</a></li> <li>- Liechti et al, An updated guide for the perplexed: cytometry in the high-dimensional era, Nature Immunology 2021: <a href="https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z">https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z</a></li> </ul>				

<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. De Moraes</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.				

Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: - Stimulated emission depletion microscopy (STED) - Saturated structured illumination microscopy (SSIM) - Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM) - Photoactivated localization microscopy (PALM)				
	Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: - Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM) - Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) & scanning tunnelling microscopy (STM)				
	Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: - Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR) - Photo-induced force microscopy (AFM-IR)				
	Nanoscale molecular imaging using ions: - Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)				
	Single molecule imaging techniques: - Scanning probe microscopy: STM & AFM - Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS - Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>551-1130-00L</b>	<b>Selected Topics in Mycology ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Künzler, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture will provide insight into the current knowledge and research on selected aspects of the fungal lifestyle. The various topics will be presented by experts in their fields. The lecture builds on the basic understanding of the fungal lifestyle taught as part of the lecture 'Fundamentals in Biology III-Multicellularity' as well as various blockcourses during the Biology bachelor.				
Lernziel	The students: are able to explain the essence of the fungal lifestyle in the light of its evolution. are aware of current methods for monitoring fungi in the environment. are able to understand the role of fungi in global ecology and ecosystem conservation and restoration. are able to give examples for antagonistic, neutral and mutualistic interactions between fungi and other organisms including animals, plants, algae, bacteria and viruses and explain their significance in ecology, medicine and agriculture. are able to explain the danger of the dual use of antifungals/fungicides in medicine and agriculture. are aware of and can explain human applications of fungi in biocontrol (agriculture) as well as food and materials production.				

Inhalt	Introduction and recapitulation of the fungal lifestyle (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Monitoring and conservation of fungi in the environment (Andrin Gross, WSL Birmensdorf) Global fungal diversity patterns and ecosystem conservation and restoration (Laura van Galen, ETH Zürich, D-USYS) Antagonistic interactions: Fungal defense against animal micropredators and bacterial competitors (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of plants and mycoviruses (Simone Prospero, WSL Birmensdorf) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of insects/Biological control of insects using fungi (Jürg Enkerli, Agroscope) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of humans and animals (Salomé Leibundgut-Landmann, University of Zürich, Vetsuisse) Environmental yeasts and biocontrol of plant pathogenic fungi (Florian Freimoser, Agroscope) Mutualistic interactions with plants I: Endomycorrhiza (Franz Bender, Agroscope and University of Zürich, Department of Plant and Microbial Biology) Mutualistic interactions with plants II: Ectomycorrhiza (Martina Peter-Baltensweiler, WSL Birmensdorf) Mutualistic interactions with algae/cyanobacteria: Lichen (Monica Andrea Garcia Otalora, ETH Zürich, D-USYS) Applications: Fungi in material science (Jonas Staub, Mycrobez) and Mushroom cultivation for food production (Cécile Villiger, Fine Funghi AG) Problem of antifungal/fungicide resistance in fungal pathogens of humans (Alix Coste, CHUV Lausanne) and Answering of student questions (ideally all lecturers)		
Skript	None		
Literatur	Announced by the various lecturers		
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 40.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

---

**752-5102-00L Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome** **W** **4 KP** **2V** **N. Bokulich, A. Greppi, A. Lavrinienko, B. Pugin, M. Stevens**

*Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"*

**Kurzbeschreibung** In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psycho-biotics have on consumer's health.

**Lernziel** In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.

**Inhalt** We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include:

- Metabolic engineering
- Gut microbiota in host health and disease
- Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics
- Impact of food additives on gut microbiota

Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.

At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Verhandlung		geprüft	
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		geprüft	

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0512-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Suter</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				

Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).
Skript	Presentations will be made available after the seminars.
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani (laura.montani@biol.ethz.ch), who helps you with finding an appropriate paper.
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).

<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-4006-00L</b>	<b>Lebensmittel-Mikrobiologie II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von (teilweise vertieften) Basiskennntnissen ueber Methoden fuer Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; kurzer Ueberblick ueber gesetzliche Regelungen und Hygienemassnahmen.				
Lernziel	Der zweite Teil dieser 1 Jahres-Vorlesung vermittelt (teilweise vertiefte) Basiskennntnisse ueber verschiedene Methoden (klassisch und molekularbiologisch)fuer den Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; die Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; verschiedene Ansaetze zur Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; und einen kurzen Ueberblick ueber gesetzliche Regelungen und Hygienemassnahmen.				
Inhalt	Nachweis und Differenzierung von Mikroorganismen Kulturmethoden, Mikroskopischer Nachweis, Anreicherung und Separation, Nachweis intrazellulärer Metaboliten und Enzyme, Immunologische Methoden, Gensonden und Microarrays, Nukleinsäureamplifikation, Expression von Reporter genen, Typisierungsmethoden  Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen Fermentierte pflanzliche Produkte, Brot und Sauerteig, Fermentierte (alkoholische) Getränke, Fermentierte Milchprodukte, Probiotika, Fermentierte Fleischprodukte, Traditionelle Fermentationsprodukte, Kaffee, Tee, Kakao, Tabak; Störungen der Fermentation (Viren, Antibiotika, Desinfektionsmittel)  Haltbarmachung I: Physikalische Verfahren Erniedrigung der Wasseraktivität, Erniedrigung der Temperatur, Hitzebehandlung, Hochdruckbehandlung, Bestrahlung  Haltbarmachung II. Chemische Verfahren Natürliche antimikrobielle Stoffe, Räuchern, Konservierungsstoffe, Erniedrigung des pH Wertes, Schutzgas- und Vakuumverpackung  Haltbarmachung III. Biologische Verfahren Zusatz von Enzymen, Schutzkulturen, Starter- und Reifungskulturen  Qualitätssicherung und Kontrolle Gesetzliche Kriterien & Verordnungen, Betriebs- & Personalhygiene, Reinigung & Desinfektion, GHP & HACCP				
Skript	Elektronische PDF Kopien der Praesentationsfolien werden an die Studenten abgegeben				
Literatur	Hinweise in der ersten Vorlesungsstunde				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung "Lebensmittelmikrobiologie I" (oder eine ähnliche Veranstaltung) wird inhaltlich vorausgesetzt				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>		
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.		
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.		
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.		
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.		
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obtain an overview of global analytical methods</li> <li>- obtain an overview of computational methods in systems biology</li> <li>- understand the concepts of systems biology</li> </ul>		
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.		
Skript	no script		
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005		
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.		



Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.		
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.		
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	geprüft geprüft
		Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Wahlvertiefung: Zellbiologie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project. -To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease. - To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease -To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases -To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues -To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics. -Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations. - To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research -To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses. -To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level. -Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert		

#### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

*Siehe D-BIOL Master-Wegleitung*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				

Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.
Skript	no script
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

551-0320-00L	Cellular Biochemistry (Part II)	W	3 KP	2V	Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert

551-0318-00L	Immunology II	W	3 KP	2V	A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumormimmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

▶▶▶▶ **Wahlpflicht Masterkurse**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-1100-00L	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b> <i>Number of participants limited to 22.</i>		4 KP	2S	W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>				
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.				
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.				
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.				
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.				
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
551-0512-00L	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	2 KP	1S	U. Suter
Kurzbeschreibung	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				
Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.				
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).				
Skript	Presentations will be made available after the seminars.				
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani ( <a href="mailto:laura.montani@biol.ethz.ch">laura.montani@biol.ethz.ch</a> ), who helps you with finding an appropriate paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).				
551-1118-00L	<b>Cutting Edge Topics: Immunology and Infection Biology II</b>	W	2 KP	2S	A. Oxenius, B. Becher, C. Halin Winter, N. C. Joller, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, F. Sallusto, C. Schneider, R. Spörri, M. van den Broek, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Wöchentliches Seminar über aktuelle Themen der Immunologie und Infektionsbiologie. International renommierte Experten referieren über ihre aktuellen Forschungsergebnisse mit anschließender offener Diskussion.				
Lernziel	Wöchentliches Seminar über aktuelle Themen der Immunologie und Infektionsbiologie. International renommierte Experten referieren über ihre aktuellen Forschungsergebnisse mit anschließender offener Diskussion. Ziel der Veranstaltung ist die Konfrontation von Studenten und Doktoranden mit aktuellen Forschungsthemen und mit wissenschaftlicher Vortragsform. Studenten und Doktoranden wird die Gelegenheit geboten, sich mit diversen Themen vertieft auseinander zu setzen, welche oft in den Konzeptkursen nur knapp präsentiert werden und mit Experten auf dem Gebiet zu diskutieren.				
Inhalt	Immunologie und Infektionsbiologie. Die speziellen Themen variieren jedes Semester und hängen von den eingeladenen Experten ab.				
551-0140-00L	<b>Epigenetics</b>	W	4 KP	2V	A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				

Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
	<i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>				
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>551-0338-00L</b>	<b>Current Approaches in Single Cell Analysis (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Bodenmiller, Uni-Dozierende</b>
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: BME327</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html</a></i>				

Kurzbeschreibung	In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell: genomics, transcriptomics, proteomics (CyTOF mass cytometry), metabolomics and highly multiplexed imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.
Lernziel	On completion of this module the students should be able to: - explain the basic principles of single cell analysis techniques - identify and justify the limitations of the current single cell technologies and suggest reasonable improvements - know the basic challenges in data analysis imposed by the complex multi parameter data. Key skills: On completion of this module the students should be able to: - summarize and discuss the impact these technologies have on biology and medicine - design biological and biomedical experiments for which single cell analysis is essential
Inhalt	Currently single cell analysis approaches revolutionize the way we study and understand biological systems. In all biological and biomedical settings, cell populations and tissues are highly heterogeneous; this heterogeneity plays a critical role in basic biological processes such as cell cycle, development and organismic function, but is also a major player in disease, e.g. for cancer development, diagnosis and treatment. Currently, single cell analysis techniques are rapidly developing and find broad application, as the single cell measurements not only enable to study cell specific functions, but often reveal unexpected biological mechanisms in so far (assumed) well understood biological processes. In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell genomics, single cell transcriptomics, single cell proteomics (CyTOF mass cytometry), single cell metabolomics and highly multiplexed single cell imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.

<b>551-1404-00L</b>	<b>RNA and Proteins: Post-Translational Regulation of Gene Expression (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: BCH252</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The course introduces the cellular processes and molecular mechanisms involved in regulating genome expression at the post-transcriptional level. Topics will include : - RNA processing, and transport; - protein synthesis and translational control, trafficking and degradation; - RNA-guided regulation (RNA interference, microRNAs); - molecular surveillance and quality control mechanisms				
Lernziel	-Outline the cellular processes used by eukaryotic and prokaryotic cells to control gene expression at the post-transcriptional level. -Describe the molecular mechanisms underlying post-transcriptional gene regulation -Identify experimental approaches used to study post-transcriptional gene regulation and describe their strengths and weaknesses.				
<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban</b> , D. Böhringer, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>				
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				
Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>551-1700-00L</b>	<b>Introduction to Flow Cytometry</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Mair, M. Kisielow, M. Kopf</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a broad introduction to flow cytometry. We will cover the working principles of cytometry instrumentation, and essential aspects of experimental design and data analysis. Fluorescence-based cytometry (conventional and full spectrum) as well as mass cytometry will be covered.				
Lernziel	The format is a lecture course enriched by a visit to the ETH Flow Cytometry Core Facility. The objective of this course is to provide participants with a strong understanding of the basic principles underlying flow cytometry, equipping them to be self-sufficient for the systematic design, execution and analysis of cytometry experiments.				
Inhalt	The course is centered on explaining the working principles of cytometry instrumentation (conventional, full spectrum and mass cytometry) and associated data analysis. In detail, we will cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Components of Flow Cytometry Instrumentation</li> <li>- Signal processing</li> <li>- Fluorochromes, compensation, and spectral unmixing</li> <li>- Visualization, gating and analysis of data</li> <li>- Fluorescent panel design</li> <li>- Cytometry assays: immunophenotyping, cell signaling, etc.</li> <li>- Cell sorting</li> <li>- Mass cytometry</li> <li>- Computational data analysis techniques</li> </ul>				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will reference key literature on cytometry instrumentation, experimental design, immunophenotyping and other applications. For general reading, we recommend the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maciorowski et al, Basic Multicolor Flow Cytometry, Current Protocols in Immunology 2017: <a href="https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26">https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26</a></li> <li>- Cossarizza et al, Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (third edition), European Journal of Immunology 2021: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126</a></li> <li>- Liechti et al, An updated guide for the perplexed: cytometry in the high-dimensional era, Nature Immunology 2021: <a href="https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z">https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z</a></li> </ul>				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				

Lernziel	<p>Attendees will learn about:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations</li> <li>* the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination</li> <li>* the impact of population structure on disease transmission</li> </ul> <p>Attendees will learn how:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the emergence spread of infectious diseases is described mathematically</li> <li>* the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models</li> <li>* population biological models are parameterized from empirical data</li> <li>* genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease</li> </ul> <p>The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").</p>		
Inhalt	<p>After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.</p>		
Skript	<p>Slides and script of the lecture will be available online.</p>		
Literatur	<p>The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Keeling &amp; Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008</li> <li>* Anderson &amp; May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990</li> <li>* Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3</li> <li>* Nowak &amp; May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000</li> <li>* Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	<p>The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.</p>				
Lernziel	<p>The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.</p>				
Inhalt	<p>Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.</p> <p>List of topics:  Microbial Biochemistry and origin of life  Methanogenesis and methylotrophy  Anaerobic oxidation of methane  Microbial autotrophy  Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy  Challenging: Aromatics and hydrocarbons  Living on a diet and the anaplerotic provocation  20 amino acids: the making of  Extending the genetic code  The 21st and 22nd amino acid  Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors  Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers  Secondary metabolites: playground of evolution</p>				
Literatur	<p>Will be provided during the course.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

<b>701-1480-00L</b>	<b>Evolutionary Developmental Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. La Fortezza</b>
Kurzbeschreibung	<p>Students will be introduced to fundamental concepts and current open questions in the field of evolutionary developmental biology (Evo-Devo) primarily through reading, analysing and jointly discussing key literature.</p>				
Lernziel	<p>The course aims to expose students to major conceptual themes of the Evo-Devo field through discussion of key papers and to active areas of current Evo-Devo research. At the end of the course, students should be able to present, think critically about and discuss key Evo-Devo concepts.</p>				
Inhalt	<p>Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) is a multidisciplinary field that studies the interplay between developmental and evolutionary processes. Major questions include: How do developmental systems evolve and diversify? Do developmental programs influence their own future evolution, and how? How does ecology affect the evolution of developmental programs, and vice versa? Fascinating and experimentally challenging, Evo-Devo first empirically emerged from comparative embryology. However, in recent decades this discipline has grown considerably to interconnect with many other fields, from genetics to sociobiology to microbiology. The course will examine questions such as those above and touch on the ongoing inter-disciplinary integration of Evo-Devo, including its interface with ecology ("Eco-Evo-Devo") and the integration of aggregative microbial developmental systems into the field.</p>				



Literatur	Relevant literature:			
	Müller, G. (2007). Evo–devo: extending the evolutionary synthesis. <i>Nature Reviews Genetics</i> 8, 943-949. <a href="https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219">https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219</a>			
	Abouheif, E., et al (2014). Eco-evo-devo: the time has come. <i>Advances in experimental medicine and biology</i> 781, 107-25. <a href="https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6">https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6</a>			
	Moczek, A et al (2015). The significance and scope of evolutionary developmental biology: a vision for the 21st century. <i>Evolution &amp; development</i> 17, 198-219. <a href="https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125">https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125</a>			
	Gilbert, S. (2019). Evolutionary transitions revisited: Holobiont evo–devo. <i>Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution</i> 12, 117762501877479 - 8. <a href="https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903">https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903</a>			
Voraussetzungen / Besonderes	Significant basic knowledge in especially evolutionary biology and developmental biology, and also cell biology and genetics, will be advantageous for readily understanding the course material.			
<b>551-1310-00L</b>	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>
				<b>G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.			
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.			
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.			
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:				
	Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt:				
	1. Schreiben von Texten für Zielgruppen				
	2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling				
	3. Schreiben von Inhalten				
	4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler				
	5. Aufbau eines Forschungsartikels				
	6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen				
	7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen				
	8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen				
	9. Das wissenschaftliche Verlagswesen				
	10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift				
	11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse				
	12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich				
	13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an <i>Essentials of Writing Biomedical Research Papers</i> , Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Wahlvertiefung: Molekulare Gesundheitswissenschaften

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project. -To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease. - To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease -To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases -To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues -To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics. -Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations. - To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research -To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses. -To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level. -Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

#### ▶▶▶▶ A5-8b Wahlpflicht Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				

Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.		
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.		
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumorimmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

## ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0140-00L	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
551-1100-00L	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b> <i>Number of participants limited to 22.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>				
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.				
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.				
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.				
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.				
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
227-0946-00L	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				

Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>551-1132-00L</b>	<b>Allgemeine Virologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>K. Tobler, C. Fraefel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Virologie, welche die Charakterisierung von Viren, die Interaktionen der Viren mit infizierten Zellen, Wirten und Populationen, die Grundlagen des Schutzes vor Infektion und die Virusdiagnostik beinhaltet.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Virologie.				
Inhalt	Grundlagen der Virologie. Charakterisierung von Viren. Virus-Zell-Interaktionen. Virus-Wirt-Interaktionen. Virus-Population-Interaktionen. Schutz vor Virusinfektion. Virusdiagnostik.				
Skript	Die Vorlesung ist auf dem Lehrbuch "Allgemeine Virologie" von Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel aufgebaut.				
Literatur	Die Präsentationsfolien und ausgewählte Primärliteratur werden 24 bis 48 Stunden vor den Lektionen als .pdf-Dateien bereitgestellt. Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel, Allgemeine Virologie, 2021, 2. Auflage UTB-Band-Nr.:4516 Haupt Verlag Bern ISBN: 978-3-8252-5630-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse in Molekularbiologie, Zellbiologie und Immunologie				
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
Skript	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture14: Concluding lecture and case studies				
Literatur	n/a Topical Scientific Manuscripts				
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>551-0338-00L</b>	<b>Current Approaches in Single Cell Analysis (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: BME327</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Bodenmiller, Uni-Dozierende</b>

<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell: genomics, transcriptomics, proteomics (CyTOF mass cytometry), metabolomics and highly multiplexed imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.
Lernziel	On completion of this module the students should be able to: - explain the basic principles of single cell analysis techniques - identify and justify the limitations of the current single cell technologies and suggest reasonable improvements - know the basic challenges in data analysis imposed by the complex multi parameter data. Key skills: On completion of this module the students should be able to: - summarize and discuss the impact these technologies have on biology and medicine - design biological and biomedical experiments for which single cell analysis is essential
Inhalt	Currently single cell analysis approaches revolutionize the way we study and understand biological systems. In all biological and biomedical settings, cell populations and tissues are highly heterogeneous; this heterogeneity plays a critical role in basic biological processes such as cell cycle, development and organismic function, but is also a major player in disease, e.g. for cancer development, diagnosis and treatment. Currently, single cell analysis techniques are rapidly developing and find broad application, as the single cell measurements not only enable to study cell specific functions, but often reveal unexpected biological mechanisms in so far (assumed) well understood biological processes. In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell genomics, single cell transcriptomics, single cell proteomics (CyTOF mass cytometry), single cell metabolomics and highly multiplexed single cell imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.

---

<b>551-1404-00L</b>	<b>RNA and Proteins: Post-Translational Regulation of Gene Expression (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: BCH252</i>				

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:*  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	The course introduces the cellular processes and molecular mechanisms involved in regulating genome expression at the post-transcriptional level. Topics will include : -RNA processing, and transport; -protein synthesis and translational control, trafficking and degradation; -RNA-guided regulation (RNA interference, microRNAs); -molecular surveillance and quality control mechanisms
Lernziel	-Outline the cellular processes used by eukaryotic and prokaryotic cells to control gene expression at the post-transcriptional level. -Describe the molecular mechanisms underlying post-transcriptional gene regulation -Identify experimental approaches used to study post-transcriptional gene regulation and describe their strengths and weaknesses.

---

<b>551-1700-00L</b>	<b>Introduction to Flow Cytometry</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Mair, M. Kisielow, M. Kopf</b>
---------------------	---------------------------------------	----------	-------------	-----------	--------------------------------------

Kurzbeschreibung	This course provides a broad introduction to flow cytometry. We will cover the working principles of cytometry instrumentation, and essential aspects of experimental design and data analysis. Fluorescence-based cytometry (conventional and full spectrum) as well as mass cytometry will be covered.  The format is a lecture course enriched by a visit to the ETH Flow Cytometry Core Facility.
Lernziel	The objective of this course is to provide participants with a strong understanding of the basic principles underlying flow cytometry, equipping them to be self-sufficient for the systematic design, execution and analysis of cytometry experiments.
Inhalt	The course is centered on explaining the working principles of cytometry instrumentation (conventional, full spectrum and mass cytometry) and associated data analysis. In detail, we will cover the following topics: - Components of Flow Cytometry Instrumentation - Signal processing - Fluorochromes, compensation, and spectral unmixing - Visualization, gating and analysis of data - Fluorescent panel design - Cytometry assays: immunophenotyping, cell signaling, etc. - Cell sorting - Mass cytometry - Computational data analysis techniques
Skript	Updated handouts will be provided during the class.
Literatur	The lecture will reference key literature on cytometry instrumentation, experimental design, immunophenotyping and other applications. For general reading, we recommend the following: - Maciorowski et al, Basic Multicolor Flow Cytometry, Current Protocols in Immunology 2017: <a href="https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26">https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26</a> - Cossarizza et al, Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (third edition), European Journal of Immunology 2021: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126</a> - Liechti et al, An updated guide for the perplexed: cytometry in the high-dimensional era, Nature Immunology 2021: <a href="https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z">https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z</a>

<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>551-1310-00L</b>	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert		
<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ►►► Wahlvertiefung: Biochemie



## ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0320-00L	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	O	3 KP	2V	Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ▶▶▶▶ Obligatorische Masterkurs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-1310-00L	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	O	6 KP	2G	G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

Siehe D-BIOL Master-Wegleitung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	Themen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik</li> <li>- Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation.</li> <li>- DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation</li> <li>- Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis</li> <li>- Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen.</li> <li>- Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern</li> <li>- X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation</li> <li>- Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion</li> <li>- RNA-induziertes Gensilencing</li> <li>- die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>
	<i>Number of participants limited to 22.</i>		<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>		
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.		
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.		
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.		
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.		
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.		
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>
	<i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>		<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".		
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.		
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.		
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.		
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■ W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>
	<i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>		<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).		

Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
	<i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>				
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W Dr</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i>				
	<i>Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i>				

Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.		
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.		
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.		
Skript	Presentation slides, Web links		
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

---

<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stanpanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
---------------------	-------------------------------	----------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				

---

<b>551-0338-00L</b>	<b>Current Approaches in Single Cell Analysis (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Bodenmiller, Uni-Dozierende</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---------------------------------------

*Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.  
UZH Modulkürzel: BME327*

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
[https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline\\_s.html](https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html)*

Kurzbeschreibung	In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell: genomics, transcriptomics, proteomics (CyTOF mass cytometry), metabolomics and highly multiplexed imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.				
Lernziel	On completion of this module the students should be able to: - explain the basic principles of single cell analysis techniques - identify and justify the limitations of the current single cell technologies and suggest reasonable improvements - know the basic challenges in data analysis imposed by the complex multi parameter data. Key skills: On completion of this module the students should be able to: - summarize and discuss the impact these technologies have on biology and medicine - design biological and biomedical experiments for which single cell analysis is essential				
Inhalt	Currently single cell analysis approaches revolutionize the way we study and understand biological systems. In all biological and biomedical settings, cell populations and tissues are highly heterogeneous; this heterogeneity plays a critical role in basic biological processes such as cell cycle, development and organismic function, but is also a major player in disease, e.g. for cancer development, diagnosis and treatment. Currently, single cell analysis techniques are rapidly developing and find broad application, as the single cell measurements not only enable to study cell specific functions, but often reveal unexpected biological mechanisms in so far (assumed) well understood biological processes. In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell genomics, single cell transcriptomics, single cell proteomics (CyTOF mass cytometry), single cell metabolomics and highly multiplexed single cell imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.				

---

<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhringer, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>				
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				
Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
Literatur	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				

Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.		
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>		
Skript	Lecture notes will be made available online.		
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

<b>402-0866-05L</b>	<b>Soft and Living Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. Michaels</b>
Kurzbeschreibung	Soft matter physics is the study of materials that are "soft" and have behaviours between liquids and solids. Many every-day materials around us, like plastics, cosmetics, and food are soft. Soft materials also play a key role in biology: living matter is for the large part soft matter. In this course we will cover the fundamental concepts of soft and living matter physics.				
Lernziel	Soft matter physics is fantastically interdisciplinary, as it borrows concepts from various areas of physics (including statistical physics, thermodynamics, and continuum mechanics) and applies them to problems far afield, including biology, biomedicine, materials science and food technology. As such, the main outcome of this course is the ability to bring together several ideas (from statistical physics, thermodynamics, continuum mechanics and electromagnetism) to capture and predict the physical behaviour of complex soft and living matter systems driven simultaneously by mechanical, electromagnetic, and entropic forces. Students will be able to make order of magnitude estimates for predicting such a behaviour, isolate the main physical factors and discard the less relevant influences that affect such a system. Consolidation of learning will be through examples and solution of exercise problems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elements of fluid dynamics</li> <li>-Viscoelasticity and complex fluids</li> <li>-Brownian motion</li> <li>-Biological matter and elements of non-equilibrium physics</li> <li>-Surfaces and interfaces</li> <li>-Phase separation and multiphase flows</li> <li>-Polymers and biological macromolecules</li> <li>-Molecular self-assembly (including protein aggregation in Alzheimer's)</li> <li>-Surfactants and biological membranes</li> <li>-Colloids</li> <li>-Gels and elastomers</li> <li>-Liquid crystals</li> <li>-Emulsions and foams</li> <li>-Granular matter</li> <li>-Active matter</li> </ul>				
Skript	Lecture notes available in English.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002.</li> <li>- M. Doi, Soft Matter Physics, Oxford University Press, 2013.</li> <li>- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, and H.G. Garcia. Physical biology of the cell, Garland Science, 2012.</li> <li>- S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes, Addison Wesley, 1994.</li> <li>- P. Nelson, Biological Physics, Freeman, 2003.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be familiar with basic thermodynamics, statistical physics, mechanics, and electromagnetism.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien			geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft gefördert

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0326-00L	Cell Biology in Health and Disease	W	6 KP	4V	N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs,

Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obtain an overview of global analytical methods</li> <li>- obtain an overview of computational methods in systems biology</li> <li>- understand the concepts of systems biology</li> </ul>				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				

<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				



Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.		
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumورimmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen		
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle		
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				

Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.
Skript	Updated handouts will be provided during the class.
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Wahlvertiefung: Molekulare Pflanzenbiologie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0120-01L</b>	<b>Plant Biology Colloquium (Spring Semester)</b> <i>This compulsory course is required only once. It may be taken in autumn as course 551-0120-00 "Plant Biology Colloquium (Autumn Semester)" or in spring as course 551-0120-01 "Plant Biology Colloquium (Spring Semester)".</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>S. C. Zeeman</b> , K. Bomblies, O. Voinnet
Kurzbeschreibung	Current topics in Molecular Plant Biology presented by internal and external speakers from academia.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and challenges of Molecular Plant Biology.				
Inhalt	<a href="http://www.impb.ethz.ch/news-and-events/colloquium-impb.html">http://www.impb.ethz.ch/news-and-events/colloquium-impb.html</a>				

#### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

*Siehe D-BIOL Master-Wegleitung*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b> <i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti</b> , P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				

Literatur The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:

- Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				

Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert		
<b>551-0138-00L</b>	<b>Regulation of Plant Primary Metabolism</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>S. C. Zeeman</b>
Kurzbeschreibung	Plants are the primary producers of our ecosystem. This course will survey the pathways of plant metabolism. Emphasis will be placed on the mechanisms of carbon dioxide assimilation, carbohydrate metabolism, and the regulation of metabolic fluxes. The course will also highlight the classical and state-of-the-art research methods.				
Lernziel	The aim of the course is to confer a broad understanding of plant metabolism, to give insight into the methods of plant biology research, and to promote critical evaluation of scientific literature.				
Inhalt	The course will include a combination of lectures and coursework/active-learning exercises (e.g. research paper presentations)				
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
	<i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>				
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes, E. Devers, P. Zu</b>
	<i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>				
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>751-4904-00L</b>	<b>Microbial Pest Control</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Enkerli, G. Grabenweger, J. Mayerhofer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt konzeptionelle, sowie biologische und ökologische Grundlagen in mikrobieller Schädlingsbekämpfung. Anhand von Beispielen werden die Methoden und Techniken zur Entwicklung und Überwachung von mikrobiellen Schädlingsbekämpfungsmitteln erarbeitet.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Gruppen von insektenpathogenen Mikroorganismen und deren Eigenschaften. Vertraut werden mit den nötigen Schritten für die Entwicklung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Verstehen der Techniken und Methoden, die für das Überwachen von Feldapplikationen benützt werden, und Kennen der Registrierungsanforderungen für mikrobielle Schädlingsbekämpfungsmittel.				

Inhalt	Die in der biologischen Schädlingsbekämpfung gebrauchten Definitionen und generell verwendete Ausdrücke werden erarbeitet. Ferner werden biologische und ökologische Aspekte aller Arthropoden-pathogenen Gruppen (Viren, Bakterien Pilze und Nematoden) und ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf biologische Schädlingsbekämpfung diskutiert. Ein Schwergewicht wird dabei auf die Pilzgruppen Hypocreales und Entomophthorales gelegt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie Projekte in biologischer Schädlingsbekämpfung aufgebaut werden können, wie Pathogene appliziert werden und wie die Effizienz, Effekte auf Nicht-Zielorganismen, Persistenz und Verbreitung überwacht werden. Im Weiteren werden die nötigen Schritte in der Entwicklung eines Produktes, kommerzielle Aspekte und die Registrierungsanforderungen besprochen.				
Skript	Die grundlegenden Aspekte werden als Skript (Präsentationsunterlagen) abgegeben.				
Literatur	Hinweise auf zusätzliche Literatur werde in der Lehrveranstaltung gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				
Inhalt	Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
	Lecture Topics and Tentative Schedule				
	Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.				
	Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.				
	Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.				
	Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).				
	Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.				
	Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.				
	Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.				
	Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.				
	Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.				
	Week 10 Easter holiday no class.				
	Week 11 Sechselauten holiday no class.				
	Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.				
	Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.				
	Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.				
	Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.				
Skript	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Literatur	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Voraussetzungen / Besonderes	Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				

Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.			
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution			
Literatur	Will be provided during the course.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert
<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b> <b>C. De Moraes</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.			
Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.			
<b>551-1130-00L</b>	<b>Selected Topics in Mycology ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b> <b>M. Künzler, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture will provide insight into the current knowledge and research on selected aspects of the fungal lifestyle. The various topics will be presented by experts in their fields. The lecture builds on the basic understanding of the fungal lifestyle taught as part of the lecture 'Fundamentals in Biology III-Multicellularity' as well as various blockcourses during the Biology bachelor.			
Lernziel	The students: are able to explain the essence of the fungal lifestyle in the light of its evolution. are aware of current methods for monitoring fungi in the environment. are able to understand the role of fungi in global ecology and ecosystem conservation and restoration. are able to give examples for antagonistic, neutral and mutualistic interactions between fungi and other organisms including animals, plants, algae, bacteria and viruses and explain their significance in ecology, medicine and agriculture. are able to explain the danger of the dual use of antifungals/fungicides in medicine and agriculture. are aware of and can explain human applications of fungi in biocontrol (agriculture) as well as food and materials production.			
Inhalt	Introduction and recapitulation of the fungal lifestyle (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Monitoring and conservation of fungi in the environment (Andrin Gross, WSL Birmensdorf) Global fungal diversity patterns and ecosystem conservation and restoration (Laura van Galen, ETH Zürich, D-USYS) Antagonistic interactions: Fungal defense against animal micropredators and bacterial competitors (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of plants and mycoviruses (Simone Prospero, WSL Birmensdorf) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of insects/Biological control of insects using fungi (Jürg Enkerli, Agroscope) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of humans and animals (Salomé Leibundgut-Landmann, University of Zürich, Vetsuisse) Environmental yeasts and biocontrol of plant pathogenic fungi (Florian Freimoser, Agroscope) Mutualistic interactions with plants I: Endomycorrhiza (Franz Bender, Agroscope and University of Zürich, Department of Plant and Microbial Biology) Mutualistic interactions with plants II: Ectomycorrhiza (Martina Peter-Baltensweiler, WSL Birmensdorf) Mutualistic interactions with algae/cyanobacteria: Lichen (Monica Andrea Garcia Otalora, ETH Zürich, D-USYS) Applications: Fungi in material science (Jonas Staub, Mycrobez) and Mushroom cultivation for food production (Cécile Villiger, Fine Funghi AG) Problem of antifungal/fungicide resistance in fungal pathogens of humans (Alix Coste, CHUV Lausanne) and Answering of student questions (ideally all lecturers)			
Skript	None			
Literatur	Announced by the various lecturers			
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 40.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken		gefördert geprüft
<b>701-1480-00L</b>	<b>Evolutionary Developmental Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b> <b>M. La Fortezza</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to fundamental concepts and current open questions in the field of evolutionary developmental biology (Evo-Devo) primarily through reading, analysing and jointly discussing key literature.			
Lernziel	The course aims to expose students to major conceptual themes of the Evo-Devo field through discussion of key papers and to active areas of current Evo-Devo research. At the end of the course, students should be able to present, think critically about and discuss key Evo-Devo concepts.			

Inhalt	Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) is a multidisciplinary field that studies the interplay between developmental and evolutionary processes. Major questions include: How do developmental systems evolve and diversify? Do developmental programs influence their own future evolution, and how? How does ecology affect the evolution of developmental programs, and vice versa? Fascinating and experimentally challenging, Evo-Devo first empirically emerged from comparative embryology. However, in recent decades this discipline has grown considerably to interconnect with many other fields, from genetics to sociobiology to microbiology. The course will examine questions such as those above and touch on the ongoing inter-disciplinary integration of Evo-Devo, including its interface with ecology ("Eco-Evo-Devo") and the integration of aggregative microbial developmental systems into the field.				
Literatur	Relevant literature:  Müller, G. (2007). Evo–devo: extending the evolutionary synthesis. <i>Nature Reviews Genetics</i> 8, 943-949. <a href="https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219">https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219</a>  Abouheif, E., et al (2014). Eco-evo-devo: the time has come. <i>Advances in experimental medicine and biology</i> 781, 107-25. <a href="https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6">https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6</a>  Moczek, A et al (2015). The significance and scope of evolutionary developmental biology: a vision for the 21st century. <i>Evolution &amp; development</i> 17, 198-219. <a href="https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125">https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125</a>  Gilbert, S. (2019). Evolutionary transitions revisited: Holobiont evo–devo. <i>Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution</i> 12, 117762501877479 - 8. <a href="https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903">https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Significant basic knowledge in especially evolutionary biology and developmental biology, and also cell biology and genetics, will be advantageous for readily understanding the course material.				
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering</b> , B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>751-3606-00L</b>	<b>Molecular Plant Breeding</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Studer</b> , R. Kölliker, M. M. Nay, S. Yates
Kurzbeschreibung	Molecular tools have significantly contributed to improve the process of plant breeding throughout the last decades. This course illustrates - on the basis of lectures, exercises and practical examples - the most important molecular breeding tools (genetic diversity analyses, QTL and association studies) and how these tools are applied to plant breeding by means of genomics-assisted selection.				
Lernziel	At the end of the course Molecular Plant Breeding you will be able to: - understand different molecular marker technologies and genotyping methods, and how the generated data can be used for genetic distance measures and multivariate statistics in experimental and natural populations - use the most important molecular breeding tools such as genetic linkage mapping, QTL analysis, genome-wide association studies and to apply these tools to plant breeding by marker-assisted and genomic selection - apply basic bioinformatics tools for sequence data management and comparative genomics (BLAST, simple assemblies, alignments and gene annotations)				
Inhalt	The course Molecular Plant Breeding is based on complementing lectures, exercises and practical examples. The examples cover a wide range of species and traits and will be taught by four different experts in the field. A detailed program including dates and specific contents will be provided through Moodle.				
Skript	Scripts and slides for each lecture and will be made available through Moodle.				
Literatur	For each lecture, additional literature covering the topic will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held at ETH Zentrum (LFW building). Attendance of the courses Agrargenetik and Pflanzenzüchtung is recommended; basic understanding of R is advantageous.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft			
<b>751-4106-00L</b>	<b>Crop Phenotyping</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Hund, J. Anderegg, B. Keller, J. Leipner, L. Roth, A. Walter</b>
Kurzbeschreibung	Crop phenotyping aims to quantify traits like photosynthesis, development, architecture, biomass or quality of crops using a broad variety of sensors and analysis procedures. The course aims to provide the necessary basic knowledge in agronomy and plant breeding along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning and crop modelling to improve crops and cropping systems.				
Lernziel	<p>The course aims to get you acquainted with different aspects of crop phenotyping.</p> <p>Hands-on-practice: Learn how crops develop throughout the season using wheat as an example. Learn how to apply different sensing technologies to monitor crop development ranging from your own eyes over multi-view imaging to thermal imaging, chlorophyll fluorescence, hyperspectral sensing and laser scanning.</p> <p>Basics in agronomy, physiology and plant breeding: Acquire a basic understanding about the major factors affecting the genetic gain for yield and quality parameters.</p> <p>Carriers and sensors: Acquire the ability to select the appropriate combination of sensor and carrier system given the targeted traits.</p> <p>Feature extraction: Acquire a basic understanding about methods to extract features from images or hyperspectral data using machine learning techniques.</p> <p>Trait definition: Know how to define a plant trait using crop ontology standards (<a href="https://cropontology.org/">https://cropontology.org/</a>).</p> <p>Description of phenotyping experiments: Get acquainted with the "Minimum Information About a Plant Phenotyping Experiment" (<a href="https://www.miappe.org/">https://www.miappe.org/</a>). Data handling: Know the basics about how to organize measurements and data using unique identifiers (UIDs) and relational data tables.</p> <p>Statistical processing: Know how use the Breeders' equation and calculate heritability to judge the benefit of modern phenotyping techniques. Know how to generate sophisticated experimental designs and analyze them to improve the heritability of a trait using mixed linear models.</p> <p>Dynamic modelling: Know how to model the dynamics of growth to characterize the development using penalized splines and non-linear models.</p> <p>Modelling dependence on environmental gradients: Know how to link growth and development with environmental factors to determine a crop-specific response pattern.</p> <p>Target trait prediction: Get a basic understanding how to use all above inputs to improve the prediction of yield and quality using crop models.</p>				
Inhalt	<p>Crops are exposed to different abiotic stress factors during their development. Adaptation of crops to extreme environmental conditions (e.g. cold and heat stress or dry soils) is an important breeding aim. Crop phenotyping includes novel sensors to measure plant traits related to stress response and yield. Examples of such sensors are laser scanners, high-resolution cameras, thermal cameras, or hyperspectral sensors. High-throughput phenotyping includes repeated measurements on hundreds or thousands of experimental plots throughout the growing season. This enables us to quantify environmental effects almost in real-time.</p> <p>The course aims to provide the necessary basic knowledge in crop physiology along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning (random forest, deep learning) and crop modelling (splines, non-linear models, mixed models) to improve crops and cropping systems. It will take place on the field phenotyping platform FIP (<a href="http://kp.ethz.ch/FIP">kp.ethz.ch/FIP</a>) of the ETH research station in Eschikon.</p> <p>The course will provide a step-by-step introduction into the whole phenotyping workflow from sensors to the prediction of yield. We will follow wheat through a major part of its development and evaluate the development of the genotypes included in the Swiss variety list. Later in the season, we will also look at peas, soybeans, buckwheat, oats and other crops. At a whole field day in June, experts from ETH, Agroscope and Syngenta will provide hands-on experience in the field. At this day there will also be the presentation of the group work.</p>				
Literatur	<p>(1) Walter, A.; Liebisch, F.; Hund, A. Plant Phenotyping: From Bean Weighing to Image Analysis. <i>Plant Methods</i> 2015, 11 (1), 14. <a href="https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8">https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8</a>.</p> <p>(2) Araus, J. L.; Kefauver, S. C.; Zaman-Allah, M.; Olsen, M. S.; Cairns, J. E. Translating High-Throughput Phenotyping into Genetic Gain. <i>Trends Plant Sci.</i> 2018, 23 (5), 451–466. <a href="https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001">https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001</a>.</p> <p>(3) van Eeuwijk, F. A.; Bustos-Korts, D.; Millet, E. J.; Boer, M. P.; Kruijer, W.; Thompson, A.; Malosetti, M.; Iwata, H.; Quiroz, R.; Kuppe, C.; Muller, O.; Blazakis, K. N.; Yu, K.; Tardieu, F.; Chapman, S. C. Modelling Strategies for Assessing and Increasing the Effectiveness of New Phenotyping Techniques in Plant Breeding. <i>Plant Science</i> 2019, 282, 23–39. <a href="https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018">https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018</a>.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place in Eschikon as it includes hands-on practice in the field. There will be an additional field day during the summer break in June.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft				



<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Wahlvertiefung: Systembiologie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>

Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.
Skript	no script
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

*Siehe D-BIOL Master-Wegleitung*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse I: Rechnergestütz

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				
Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				

Skript	no				
Literatur	- Airoidi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007. - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004				
<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani				
Voraussetzungen / Besonderes	Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library. This course is targeted at students with a non-math background. Requirements: ===== 1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression) 2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library) An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year). 401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i>				
	<i>Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted.</i> <i>Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.				
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.				
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.				
Skript	Presentation slides, Web links				
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse II: Biologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>

Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html>

Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.

<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einführung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.				
Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugänglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.				
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>				
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugänglich, und enthält weitere relevante Informationen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nützlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nützlich, aber keine Voraussetzung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				

Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regós, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.				
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall				
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Kritisches Denken		geprüft			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert			
<b>551-1310-00L</b>	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert		
<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ►►► Wahlvertiefung: Molekular- und Strukturbiologie

## ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0307-01L	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	O	3 KP	2V	N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

## ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

*Siehe D-BIOL Master-Wegleitung*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0732-00L	<b>Proteins and Lipids</b> <i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>	W	6 KP	3G	K. Lang
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				
551-0320-00L	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	W	3 KP	2V	Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
551-0314-00L	<b>Microbiology (Part II)</b>	W	3 KP	2V	W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli



Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.
Skript	Updated handouts will be provided during the class.
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.
Voraussetzungen / Besonderes	English
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b> <b>W</b> <b>6 KP</b> <b>4V</b> <b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.
Skript	no script
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b> <i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2V</b> <b>C. von Mering, B. Bodenmiller,</b>				

Information for UZH students:  
Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.

M. Gstaiger, H. Rehrauer,  
R. Schlapbach, K. Shimizu,  
N. Zamboni, weitere Dozierende

Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html>

Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.			
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.			
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.			
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.			
<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b> <i>Number of participants limited to 22.</i>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>			
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.			
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.			
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.			
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.			
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.			
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert	

<b>551-1404-00L</b>	<b>RNA and Proteins: Post-Translational Regulation of Gene Expression (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: BCH252</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the cellular processes and molecular mechanisms involved in regulating genome expression at the post-transcriptional level. Topics will include : -RNA processing, and transport; -protein synthesis and translational control, trafficking and degradation; -RNA-guided regulation (RNA interference, microRNAs); -molecular surveillance and quality control mechanisms				

Lernziel	<p>-Outline the cellular processes used by eukaryotic and prokaryotic cells to control gene expression at the post-transcriptional level.</p> <p>-Describe the molecular mechanisms underlying post-transcriptional gene regulation</p> <p>-Identify experimental approaches used to study post-transcriptional gene regulation and describe their strengths and weaknesses.</p>				
<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhringer, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>				
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				
Inhalt	<p>Part I: Historical overview of structural biology.</p> <p>Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications.</p> <p>2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level.</p> <p>Studies of dynamic processes of proteins in solution.</p> <p>Approaches to study large particles.</p> <p>Methods for determination of protein structures in solution.</p> <p>Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes.</p> <p>Part IV: EPR of biomolecules</p>				
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience.</li> <li>2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61.</li> <li>3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.</li> </ol>				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				

Inhalt Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.

List of topics:  
 Microbial Biochemistry and origin of life  
 Methanogenesis and methylotrophy  
 Anaerobic oxidation of methane  
 Microbial autotrophy  
 Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy  
 Challenging: Aromatics and hydrocarbons  
 Living on a diet and the anaplerotic provocation  
 20 amino acids: the making of  
 Extending the genetic code  
 The 21st and 22nd amino acid  
 Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors  
 Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers  
 Secondary metabolites: playground of evolution

Literatur Will be provided during the course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

**529-0059-00L Nanoscale Molecular Imaging W 3 KP 2G N. Kumar, R. Zenobi**

Kurzbeschreibung This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.

Lernziel This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.

Inhalt Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:  
 - Stimulated emission depletion microscopy (STED)  
 - Saturated structured illumination microscopy (SSIM)  
 - Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)  
 - Photoactivated localization microscopy (PALM)

Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:  
 - Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)  
 - Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) & scanning tunnelling microscopy (STM)

Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:  
 - Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)  
 - Photo-induced force microscopy (AFM-IR)

Nanoscale molecular imaging using ions:  
 - Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)

Single molecule imaging techniques:  
 - Scanning probe microscopy: STM & AFM  
 - Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS  
 - Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)

Skript Lecture notes will be made available online.

Literatur Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

**Nummer Titel Typ ECTS Umfang Dozierende**

**529-0079-00L Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry W 1 KP 1V G. M. Cannarozzi-Bossard**

Kurzbeschreibung Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.

Lernziel In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.

Inhalt Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:

Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt:

1. Schreiben von Texten für Zielgruppen
2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling
3. Schreiben von Inhalten
4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler
5. Aufbau eines Forschungsartikels
6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen
7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen
8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen
9. Das wissenschaftliche Verlagswesen
10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift
11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse
12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich
13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien

Skript Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.

Literatur Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kundenorientierung	gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

551-0575-00L	Writing Scientific Reports for MSc Biology	W	2 KP	1G	R. Taylor
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded. Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Wahlvertiefung: Biologische Chemie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0732-00L	<b>Proteins and Lipids</b> <i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>	O	6 KP	3G	K. Lang
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				

#### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-1402-00L	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b> <i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>	W	4 KP	2V	E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wiczorek

Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
<b>529-0941-00L</b>	<b>Introduction to Macromolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Opris, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	Basic definitions, types of polyreactions, constitution of homo- and copolymers, networks, configurative and conformational aspects, contour length, coil formation, mobility, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of and examples for polyreactions.				
Lernziel	Understanding the significance of molecular size, constitution, configuration and conformation of synthetic and natural macromolecules for their specific physical and chemical properties.				
Inhalt	This introductory course on macromolecular chemistry discusses definitions, introduces types of polyreactions, and compares chain and step-growth polymerizations. It also treats the constitution of polymers, homo- and copolymers, networks, configuration and conformation of polymers. Topics of interest are contour length, coil formation, the mobility in polymers, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of polyreactions, and examples for polyreactions (polyadditions, polycondensations, polymerizations). Selected polymerization mechanisms and procedures are discussed whenever appropriate throughout the course. Some methods of molecular weight determination are introduced.				
Skript	Course materials (consisting of personal notes and distributed paper copies) are sufficient for exam preparation.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be taught in English. Complicated expressions will also be given in German. Questions are welcome in English or German. The written examination will be in English, answers in German are acceptable. A basic chemistry knowledge is required.				
	PhD students who need recognized credit points are required to pass the written exam.				
<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.				
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.				
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.				
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.				
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.				
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
	<i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>				
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhlinger, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>				
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				
Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.		
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.		
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.		
	List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems		
Skript	Updated handouts will be provided during the class.		
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.		
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)		
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.		
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.		
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.		
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution		
Literatur	Will be provided during the course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
	<i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>		
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>		
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.		
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.		



Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.			
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.			
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.			
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.			
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.			
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.			
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall			
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
		Kundenorientierung		gefördert
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>402-0866-05L</b>	<b>Soft and Living Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>T. Michaels</b>
Kurzbeschreibung	Soft matter physics is the study of materials that are "soft" and have behaviours between liquids and solids. Many every-day materials around us, like plastics, cosmetics, and food are soft. Soft materials also play a key role in biology: living matter is for the large part soft matter. In this course we will cover the fundamental concepts of soft and living matter physics.			
Lernziel	Soft matter physics is fantastically interdisciplinary, as it borrows concepts from various areas of physics (including statistical physics, thermodynamics, and continuum mechanics) and applies them to problems far afield, including biology, biomedicine, materials science and food technology. As such, the main outcome of this course is the ability to bring together several ideas (from statistical physics, thermodynamics, continuum mechanics and electromagnetism) to capture and predict the physical behaviour of complex soft and living matter systems driven simultaneously by mechanical, electromagnetic, and entropic forces. Students will be able to make order of magnitude estimates for predicting such a behaviour, isolate the main physical factors and discard the less relevant influences that affect such a system. Consolidation of learning will be through examples and solution of exercise problems.			
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elements of fluid dynamics</li> <li>-Viscoelasticity and complex fluids</li> <li>-Brownian motion</li> <li>-Biological matter and elements of non-equilibrium physics</li> <li>-Surfaces and interfaces</li> <li>-Phase separation and multiphase flows</li> <li>-Polymers and biological macromolecules</li> <li>-Molecular self-assembly (including protein aggregation in Alzheimer's)</li> <li>-Surfactants and biological membranes</li> <li>-Colloids</li> <li>-Gels and elastomers</li> <li>-Liquid crystals</li> <li>-Emulsions and foams</li> <li>-Granular matter</li> <li>-Active matter</li> </ul>			
Skript	Lecture notes available in English.			
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002.</li> <li>- M. Doi, Soft Matter Physics, Oxford University Press, 2013.</li> <li>- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, and H.G. Garcia. Physical biology of the cell, Garland Science, 2012.</li> <li>- S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes, Addison Wesley, 1994.</li> <li>- P. Nelson, Biological Physics, Freeman, 2003.</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be familiar with basic thermodynamics, statistical physics, mechanics, and electromagnetism.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				

Lernziel	-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project. -To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease. - To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease -To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases -To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues -To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics. -Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations. - To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research -To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses. -To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level. -Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				

Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

## ►► Projektarbeiten (für alle Master Vertiefungen)

*Research projects neither accepted nor registered nor approved will not be credited.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1801-00L</b>	<b>Research Project I ■</b> <i>Nur für Biologie MSc, Studienreglement 2018</i>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>34A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Projektarbeiten dienen dazu, sich innerhalb des Themenbereichs der gewählten Vertiefung mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und dem methodischen Vorgehen anhand eines aktuellen Forschungsprojekts unter Anleitung vertraut zu machen.				
Lernziel	Projektarbeiten dienen dazu, sich innerhalb des Themenbereichs der gewählten Vertiefung mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und dem methodischen Vorgehen anhand eines aktuellen Forschungsprojekts unter Anleitung vertraut zu machen.				
<b>551-1801-01L</b>	<b>Research Project II ■</b> <i>Nur für Biologie MSc, Studienreglement 2018</i>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>34A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Projektarbeiten dienen dazu, sich innerhalb des Themenbereichs der gewählten Vertiefung mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und dem methodischen Vorgehen anhand eines aktuellen Forschungsprojekts unter Anleitung vertraut zu machen.				
Lernziel	Projektarbeiten dienen dazu, sich innerhalb des Themenbereichs der gewählten Vertiefung mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und dem methodischen Vorgehen anhand eines aktuellen Forschungsprojekts unter Anleitung vertraut zu machen.				

## ►► Master-Arbeit

*A Master's thesis neither accepted nor registered nor approved will not be credited.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1800-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat;</i> <i>c. in der Kategorie Projektarbeiten mindestens 30 KP erworben haben.</i>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit wird im Themenbereich der gewählten Vertiefung ausgeführt und ist innerhalb von sechs Monaten mit einem schriftlichen Bericht abzuschließen				

## ►► Master-Prüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1800-01L</b>	<b>Master's Examination ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat.</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		Dozent/innen
Kurzbeschreibung	In der Master-Prüfung muss ein Student einen Nachweis des Allgemeinwissens im Gebiet der gewählten Vertiefung erbringen. Ausgehend von einer Diskussion, die auf der Masterarbeit basiert, sollten weitere Experimente und experimentelle Strategien diskutiert werden, um das allgemeine Verständnis zu überprüfen.				

## ► Master-Studium (Studienreglement 2023)

### ►► Vertiefungen

#### ►►► Vertiefung in Biochemie

#### ►►►► Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0320-00L	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	O	3 KP	2V	Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ▶▶▶▶ Obligatorische Masterkurs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-1310-00L	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	O	6 KP	2G	G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

*Siehe D-BIOL Master-Wegleitung*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0326-00L	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	W	6 KP	4V	N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner,

Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
	<i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>				
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0338-00L</b>	<b>Current Approaches in Single Cell Analysis (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Bodenmiller, Uni-Dozierende</b>

Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.  
UZH Modulkürzel: BME327

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell: genomics, transcriptomics, proteomics (CyTOF mass cytometry), metabolomics and highly multiplexed imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.
Lernziel	On completion of this module the students should be able to: - explain the basic principles of single cell analysis techniques - identify and justify the limitations of the current single cell technologies and suggest reasonable improvements - know the basic challenges in data analysis imposed by the complex multi parameter data. Key skills: On completion of this module the students should be able to: - summarize and discuss the impact these technologies have on biology and medicine - design biological and biomedical experiments for which single cell analysis is essential
Inhalt	Currently single cell analysis approaches revolutionize the way we study and understand biological systems. In all biological and biomedical settings, cell populations and tissues are highly heterogeneous; this heterogeneity plays a critical role in basic biological processes such as cell cycle, development and organismic function, but is also a major player in disease, e.g. for cancer development, diagnosis and treatment. Currently, single cell analysis techniques are rapidly developing and find broad application, as the single cell measurements not only enable to study cell specific functions, but often reveal unexpected biological mechanisms in so far (assumed) well understood biological processes. In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell genomics, single cell transcriptomics, single cell proteomics (CyTOF mass cytometry), single cell metabolomics and highly multiplexed single cell imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.

<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			geprüft geprüft gefördert

<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i>  <i>Students have to apply for acceptance. To apply a</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	-------------------------------

curriculum vitae and an application letter need to be submitted.  
Further information can be found at: [www.excite.ethz.ch](http://www.excite.ethz.ch).

Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.		
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.		
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.		
Skript	Presentation slides, Web links		
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.		
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.		
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.		
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.		

<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b> <i>Number of participants limited to 22.</i>  <i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
---------------------	---	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.		
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.		
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.		
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.		
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.		



Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
		Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				

Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analysis of genes, genomes and transcriptomes</li> <li>- Analysis of proteins, proteomes and microbial systems</li> </ul>				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhlinger, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				

Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>

---

<b>402-0866-05L</b>	<b>Soft and Living Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. Michaels</b>
---------------------	---------------------------------------	----------	-------------	--------------	--------------------

**Kurzbeschreibung** Soft matter physics is the study of materials that are "soft" and have behaviours between liquids and solids. Many every-day materials around us, like plastics, cosmetics, and food are soft. Soft materials also play a key role in biology: living matter is for the large part soft matter. In this course we will cover the fundamental concepts of soft and living matter physics.

**Lernziel** Soft matter physics is fantastically interdisciplinary, as it borrows concepts from various areas of physics (including statistical physics, thermodynamics, and continuum mechanics) and applies them to problems far afield, including biology, biomedicine, materials science and food technology. As such, the main outcome of this course is the ability to bring together several ideas (from statistical physics, thermodynamics, continuum mechanics and electromagnetism) to capture and predict the physical behaviour of complex soft and living matter systems driven simultaneously by mechanical, electromagnetic, and entropic forces. Students will be able to make order of magnitude estimates for predicting such a behaviour, isolate the main physical factors and discard the less relevant influences that affect such a system. Consolidation of learning will be through examples and solution of exercise problems.

**Inhalt**

- Elements of fluid dynamics
- Viscoelasticity and complex fluids
- Brownian motion
- Biological matter and elements of non-equilibrium physics
- Surfaces and interfaces
- Phase separation and multiphase flows
- Polymers and biological macromolecules
- Molecular self-assembly (including protein aggregation in Alzheimer's)
- Surfactants and biological membranes
- Colloids
- Gels and elastomers
- Liquid crystals
- Emulsions and foams
- Granular matter
- Active matter

**Skript** Lecture notes available in English.

**Literatur**

- R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002.
- M. Doi, Soft Matter Physics, Oxford University Press, 2013.
- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, and H.G. Garcia. Physical biology of the cell, Garland Science, 2012.
- S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes, Addison Wesley, 1994.
- P. Nelson, Biological Physics, Freeman, 2003.

**Voraussetzungen / Besonderes** Participants should be familiar with basic thermodynamics, statistical physics, mechanics, and electromagnetism.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

▶▶▶▶ **Zusätzliche Konzeptkurse**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	---

**Kurzbeschreibung** This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene?</li> <li>- Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten.</li> <li>- Abwehr von Tumoren.</li> <li>- Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle.</li> <li>- Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen.</li> <li>- Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.</li> </ul>				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden</li> <li>&gt; Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden</li> <li>&gt; Immunantworten der Haut, Lung, und Darms</li> <li>&gt; Tumorimmunologie</li> <li>&gt; Migration von Immunzellen</li> <li>&gt; Toleranz und Autoimmunität</li> <li>&gt; das Gedächtnis von T Zellen</li> </ul>				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				

Voraussetzungen / Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.  
Besonderes

<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Vertiefung in Biologischer Chemie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				

#### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
	<i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>				
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>529-0941-00L</b>	<b>Introduction to Macromolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Opris, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	Basic definitions, types of polyreactions, constitution of homo- and copolymers, networks, configurative and conformational aspects, contour length, coil formation, mobility, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of and examples for polyreactions.				
Lernziel	Understanding the significance of molecular size, constitution, configuration and conformation of synthetic and natural macromolecules for their specific physical and chemical properties.				
Inhalt	This introductory course on macromolecular chemistry discusses definitions, introduces types of polyreactions, and compares chain and step-growth polymerizations. It also treats the constitution of polymers, homo- and copolymers, networks, configuration and conformation of polymers. Topics of interest are contour length, coil formation, the mobility in polymers, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of polyreactions, and examples for polyreactions (polyadditions, polycondensations, polymerizations). Selected polymerization mechanisms and procedures are discussed whenever appropriate throughout the course. Some methods of molecular weight determination are introduced.				
Skript	Course materials (consisting of personal notes and distributed paper copies) are sufficient for exam preparation.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be taught in English. Complicated expressions will also be given in German. Questions are welcome in English or German. The written examination will be in English, answers in German are acceptable. A basic chemistry knowledge is required.  PhD students who need recognized credit points are required to pass the written exam.				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.  List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b> <i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhringer, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>				
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				
Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				



Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.
Inhalt	<p>Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using ions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> <p>Single molecule imaging techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>
Skript	Lecture notes will be made available online.
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

---

<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
---------------------	---------------------------------	----------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.

---

<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
---------------------	----------------------------	----------	-------------	-----------	------------------------------

Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
				Kooperation und Teamarbeit	geprüft
				Kundenorientierung	gefördert
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>402-0866-05L</b>	<b>Soft and Living Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. Michaels</b>
Kurzbeschreibung	Soft matter physics is the study of materials that are "soft" and have behaviours between liquids and solids. Many every-day materials around us, like plastics, cosmetics, and food are soft. Soft materials also play a key role in biology: living matter is for the large part soft matter. In this course we will cover the fundamental concepts of soft and living matter physics.				
Lernziel	Soft matter physics is fantastically interdisciplinary, as it borrows concepts from various areas of physics (including statistical physics, thermodynamics, and continuum mechanics) and applies them to problems far afield, including biology, biomedicine, materials science and food technology. As such, the main outcome of this course is the ability to bring together several ideas (from statistical physics, thermodynamics, continuum mechanics and electromagnetism) to capture and predict the physical behaviour of complex soft and living matter systems driven simultaneously by mechanical, electromagnetic, and entropic forces. Students will be able to make order of magnitude estimates for predicting such a behaviour, isolate the main physical factors and discard the less relevant influences that affect such a system. Consolidation of learning will be through examples and solution of exercise problems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elements of fluid dynamics</li> <li>-Viscoelasticity and complex fluids</li> <li>-Brownian motion</li> <li>-Biological matter and elements of non-equilibrium physics</li> <li>-Surfaces and interfaces</li> <li>-Phase separation and multiphase flows</li> <li>-Polymers and biological macromolecules</li> <li>-Molecular self-assembly (including protein aggregation in Alzheimer's)</li> <li>-Surfactants and biological membranes</li> <li>-Colloids</li> <li>-Gels and elastomers</li> <li>-Liquid crystals</li> <li>-Emulsions and foams</li> <li>-Granular matter</li> <li>-Active matter</li> </ul>				
Skript	Lecture notes available in English.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002.</li> <li>- M. Doi, Soft Matter Physics, Oxford University Press, 2013.</li> <li>- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, and H.G. Garcia. Physical biology of the cell, Garland Science, 2012.</li> <li>- S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes, Addison Wesley, 1994.</li> <li>- P. Nelson, Biological Physics, Freeman, 2003.</li> </ul>				

Voraussetzungen / Participants should be familiar with basic thermodynamics, statistical physics, mechanics, and electromagnetism.

Besonderes

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt</b> , L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto</b> , H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral</b> , R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>		<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Vertiefung in Mikrobiologie und Immunologie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumormunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				

►►►► **Wahlpflicht Masterkurse**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1132-00L</b>	<b>Allgemeine Virologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>K. Tobler, C. Fraefel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Virologie, welche die Charakterisierung von Viren, die Interaktionen der Viren mit infizierten Zellen, Wirten und Populationen, die Grundlagen des Schutzes vor Infektion und die Virusdiagnostik beinhaltet.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Virologie.				
Inhalt	Grundlagen der Virologie. Charakterisierung von Viren. Virus-Zell-Interaktionen. Virus-Wirt-Interaktionen. Virus-Population-Interaktionen. Schutz vor Virusinfektion. Virusdiagnostik.				
Skript	Die Vorlesung ist auf dem Lehrbuch "Allgemeine Virologie" von Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel aufgebaut.				
Literatur	Die Präsentationsfolien und ausgewählte Primärliteratur werden 24 bis 48 Stunden vor den Lektionen als .pdf-Dateien bereitgestellt. Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel, Allgemeine Virologie, 2021, 2. Auflage UTB-Band-Nr.:4516 Haupt Verlag Bern ISBN: 978-3-8252-5630-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse in Molekularbiologie, Zellbiologie und Immunologie				
<b>551-1118-00L</b>	<b>Cutting Edge Topics: Immunology and Infection Biology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Oxenius, B. Becher, C. Halin Winter, N. C. Joller, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, F. Sallusto, C. Schneider, R. Spörrli, M. van den Broek, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Wöchentliches Seminar über aktuelle Themen der Immunologie und Infektionsbiologie. International renommierte Experten referieren über ihre aktuellen Forschungsergebnisse mit anschließender offener Diskussion.				
Lernziel	Wöchentliches Seminar über aktuelle Themen der Immunologie und Infektionsbiologie. International renommierte Experten referieren über ihre aktuellen Forschungsergebnisse mit anschließender offener Diskussion. Ziel der Veranstaltung ist die Konfrontation von Studenten und Doktoranden mit aktuellen Forschungsthemen und mit wissenschaftlicher Vortragsform. Studenten und Doktoranden wird die Gelegenheit geboten, sich mit diversen Themen vertieft auseinander zu setzen, welche oft in den Konzeptkursen nur knapp präsentiert werden und mit Experten auf dem Gebiet zu diskutieren.				
Inhalt	Immunologie und Infektionsbiologie. Die speziellen Themen variieren jedes Semester und hängen von den eingeladenen Experten ab.				
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>701-1310-00L</b>	<b>Environmental Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, H. Bürgmann, M. Schoelmerich</b>
Kurzbeschreibung	Microorganisms catalyze a large number of reactions that are of great importance to terrestrial and aquatic environments. To improve our understanding of the dynamics of a specific environment, it is important to gain a better understanding of microbial structures and their functions under varying environmental conditions.				
Lernziel	Students will learn basic concepts in microbial ecology. Qualitative and quantitative concepts will be presented to assess microbial communities and associated processes in terrestrial and aquatic environments. Microbial diversity in such ecosystems will be illustrated in discussions of selected habitats.				
Inhalt	Lectures will cover general concepts of environmental microbiology including (i) quantification of microbial processes, (ii) energy fluxes in microbial ecosystems, (iii) application of state-of-the-art microbiological and molecular tools, and (iv) use of isotope methods for identification of microbial structures and functions. Topics to illustrate the microbial diversity of terrestrial and aquatic ecosystems will include (i) interactions between microbes and mineral/metallic solid phases, (ii) microbial carbon and nutrient cycling, (iii) microbial processes involved in the turnover of greenhouse gases, (iv) biofilms and microbial mats, (v) bioremediation, (vi) microorganisms in extreme habitats, and (vii) microbial evolution and astrobiology.				
Skript	available at time of lecture - will be distributed electronically as pdf's				
Literatur	Brock Biology of Microorganisms, Madigan M. et al., Pearson, 14th ed., 2015				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				

Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Number of participants limited to 22.</i>  <i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures.</i> <i>(if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>			
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.			
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.			
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.			
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.			
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.			
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>
	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>			
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.			
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").			
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.			
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.			

Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>551-1700-00L</b>	<b>Introduction to Flow Cytometry</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Mair</b> , M. Kisielow, M. Kopf
Kurzbeschreibung	This course provides a broad introduction to flow cytometry. We will cover the working principles of cytometry instrumentation, and essential aspects of experimental design and data analysis. Fluorescence-based cytometry (conventional and full spectrum) as well as mass cytometry will be covered.				
	The format is a lecture course enriched by a visit to the ETH Flow Cytometry Core Facility.				
Lernziel	The objective of this course is to provide participants with a strong understanding of the basic principles underlying flow cytometry, equipping them to be self-sufficient for the systematic design, execution and analysis of cytometry experiments.				
Inhalt	The course is centered on explaining the working principles of cytometry instrumentation (conventional, full spectrum and mass cytometry) and associated data analysis. In detail, we will cover the following topics: - Components of Flow Cytometry Instrumentation - Signal processing - Fluorochromes, compensation, and spectral unmixing - Visualization, gating and analysis of data - Fluorescent panel design - Cytometry assays: immunophenotyping, cell signaling, etc. - Cell sorting - Mass cytometry - Computational data analysis techniques				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will reference key literature on cytometry instrumentation, experimental design, immunophenotyping and other applications. For general reading, we recommend the following: - Maciorowski et al, Basic Multicolor Flow Cytometry, Current Protocols in Immunology 2017: <a href="https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26">https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26</a> - Cossarizza et al, Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (third edition), European Journal of Immunology 2021: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126</a> - Liechti et al, An updated guide for the perplexed: cytometry in the high-dimensional era, Nature Immunology 2021: <a href="https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z">https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z</a>				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli</b> , J. Piel
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.  List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-4904-00L</b>	<b>Microbial Pest Control</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Enkerli</b> , G. Grabenweger, J. Mayerhofer
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt konzeptionelle, sowie biologische und ökologische Grundlagen in mikrobieller Schädlingsbekämpfung. Anhand von Beispielen werden die Methoden und Techniken zur Entwicklung und Überwachung von mikrobiellen Schädlingsbekämpfungsmitteln erarbeitet.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Gruppen von insektenpathogenen Mikroorganismen und deren Eigenschaften. Vertraut werden mit den nötigen Schritten für die Entwicklung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Verstehen der Techniken und Methoden, die für das Überwachen von Feldapplikationen benützt werden, und Kennen der Registrierungsanforderungen für mikrobielle Schädlingsbekämpfungsmittel.				



Inhalt	Die in der biologischen Schädlingsbekämpfung gebrauchten Definitionen und generell verwendete Ausdrücke werden erarbeitet. Ferner werden biologische und ökologische Aspekte aller Arthropoden-pathogenen Gruppen (Viren, Bakterien Pilze und Nematoden) und ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf biologische Schädlingsbekämpfung diskutiert. Ein Schwergewicht wird dabei auf die Pilzgruppen Hypocreales und Entomophthorales gelegt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie Projekte in biologischer Schädlingsbekämpfung aufgebaut werden können, wie Pathogene appliziert werden und wie die Effizienz, Effekte auf Nicht-Zielorganismen, Persistenz und Verbreitung überwacht werden. Im Weiteren werden die nötigen Schritte in der Entwicklung eines Produktes, kommerzielle Aspekte und die Registrierungsanforderungen besprochen.				
Skript	Die grundlegenden Aspekte werden als Skript (Präsentationsunterlagen) abgegeben.				
Literatur	Hinweise auf zusätzliche Literatur werde in der Lehrveranstaltung gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>551-0216-00L</b>	<b>Mykologischer Feldkurs</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>R. Berndt, M. A. Garcia Otalora</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Arten- und Formenvielfalt der Asco- und Basidiomyceten bei mehreren Tagesexkursionen und durch die Bearbeitung der Funde im Labor kennen. Sie lernen, wie man Pilze für wissenschaftliche Zwecke sammelt, mikroskopiert und bestimmt. Die Teilnehmer/innen erhalten zudem eine theoretische Einführung in die behandelten Pilzgruppen und die Praxis der Pilzmikroskopie.				
Lernziel	Erwerb von Artenkenntnis bei Pilzen. Sammeln, Dokumentieren und Herbarisieren von Pilzen für wissenschaftliche Zwecke. Methoden der Pilzmikroskopie. Umgang mit mykologischer Bestimmungsliteratur. Erlernen der bestimmungswichtigen makroskopischen und mikroskopischen Merkmale der Pilze und der notwendigen Fachterminologie.				
Inhalt	Einführung in die Systematik der Asco- und Basidiomyceten. Exkursionen zum Kennenlernen von Pilzen am Standort. Untersuchung und Bestimmung der Funde im Kursraum. Makroskopische und mikroskopische Merkmale von Lichenisierten Pilzen (Flechten), Basidiomyceten, Grossgruppen der pflanzenparasitischen Pilze (v. a. Rostpilze).				
Skript	Kursunterlagen werden abgegeben				
Literatur	Spezialliteratur für die Bestimmung wird bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs ist auf maximal acht Teilnehmende beschränkt. Schriftliche definitive Anmeldung bei den Dozierenden erforderlich. Voraussetzung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lesen vor dem Kurs das Kursskriptum u/o ausgewählte Lehrbuchkapitel (nach Vereinbarung) und erarbeiten sich die für den Kurs erforderlichen mykologischen Basiskenntnisse. Fahrtkosten von ca. 100-150 CHF (mit Halbtax) fallen für die Exkursionen an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:				
	- Stimulated emission depletion microscopy (STED)				
	- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)				
	- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)				
	- Photoactivated localization microscopy (PALM)				
	Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:				
	- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)				
	- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) & scanning tunnelling microscopy (STM)				
	Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:				
	- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)				
- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)					
Nanoscale molecular imaging using ions:					
- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)					
Single molecule imaging techniques:					
- Scanning probe microscopy: STM & AFM					
- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS					
- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)					
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		

<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				
Inhalt	Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
	Lecture Topics and Tentative Schedule				
	Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.				
	Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.				
	Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.				
	Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).				
	Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.				
	Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.				
	Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.				
	Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.				
	Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.				
	Week 10 Easter holiday no class.				
	Week 11 Sechselauten holiday no class.				
	Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.				
	Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.				
	Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.				
	Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.				
Skript	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Literatur	Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.				
Voraussetzungen / Besonderes	Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. De Moraes</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.				
Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.				
<b>551-1126-00L</b>	<b>Technologies in Molecular Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis. Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.				
	List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				

Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>551-1130-00L</b>	<b>Selected Topics in Mycology ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Künzler</b> , weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	The lecture will provide insight into the current knowledge and research on selected aspects of the fungal lifestyle. The various topics will be presented by experts in their fields. The lecture builds on the basic understanding of the fungal lifestyle taught as part of the lecture 'Fundamentals in Biology III-Multicellularity' as well as various blockcourses during the Biology bachelor.				
Lernziel	The students: are able to explain the essence of the fungal lifestyle in the light of its evolution. are aware of current methods for monitoring fungi in the environment. are able to understand the role of fungi in global ecology and ecosystem conservation and restoration. are able to give examples for antagonistic, neutral and mutualistic interactions between fungi and other organisms including animals, plants, algae, bacteria and viruses and explain their significance in ecology, medicine and agriculture. are able to explain the danger of the dual use of antifungals/fungicides in medicine and agriculture. are aware of and can explain human applications of fungi in biocontrol (agriculture) as well as food and materials production.				
Inhalt	Introduction and recapitulation of the fungal lifestyle (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Monitoring and conservation of fungi in the environment (Andrin Gross, WSL Birmensdorf) Global fungal diversity patterns and ecosystem conservation and restoration (Laura van Galen, ETH Zürich, D-USYS) Antagonistic interactions: Fungal defense against animal micropredators and bacterial competitors (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of plants and mycoviruses (Simone Prospero, WSL Birmensdorf) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of insects/Biological control of insects using fungi (Jürg Enkerli, Agroscope) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of humans and animals (Salomé Leibundgut-Landmann, University of Zürich, Vetsuisse) Environmental yeasts and biocontrol of plant pathogenic fungi (Florian Freimoser, Agroscope) Mutualistic interactions with plants I: Endomycorrhiza (Franz Bender, Agroscope and University of Zürich, Department of Plant and Microbial Biology) Mutualistic interactions with plants II: Ectomycorrhiza (Martina Peter-Baltensweiler, WSL Birmensdorf) Mutualistic interactions with algae/cyanobacteria: Lichen (Monica Andrea Garcia Otalora, ETH Zürich, D-USYS) Applications: Fungi in material science (Jonas Staub, Mycrobez) and Mushroom cultivation for food production (Cécile Villiger, Fine Funghi AG) Problem of antifungal/fungicide resistance in fungal pathogens of humans (Alix Coste, CHUV Lausanne) and Answering of student questions (ideally all lecturers)				
Skript	None				
Literatur	Announced by the various lecturers				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 40.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>752-5102-00L</b>	<b>Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Bokulich</b> , A. Greppi, A. Lavrinienko, B. Pugin, M. Stevens
	<i>Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"</i>				
Kurzbeschreibung	In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psycho-biotics have on consumer's health.				
Lernziel	In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.				
Inhalt	We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering</li> <li>• Gut microbiota in host health and disease</li> <li>• Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics</li> <li>• Impact of food additives on gut microbiota</li> </ul> <p>Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.</p> <p>At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0326-00L	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto</b> , H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

  

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0320-00L	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral</b> , R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>752-4006-00L</b>	<b>Lebensmittel-Mikrobiologie II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von (teilweise vertieften) Basiskonzepten über Methoden für Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; kurzer Überblick über gesetzliche Regelungen und Hygienemaßnahmen.				
Lernziel	Der zweite Teil dieser 1 Jahres-Vorlesung vermittelt (teilweise vertiefte) Basiskonzepte über verschiedene Methoden (klassisch und molekularbiologisch) für den Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; die Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; verschiedene Ansätze zur Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; und einen kurzen Überblick über gesetzliche Regelungen und Hygienemaßnahmen.				
Inhalt	Nachweis und Differenzierung von Mikroorganismen Kulturmethoden, Mikroskopischer Nachweis, Anreicherung und Separation, Nachweis intrazellulärer Metaboliten und Enzyme, Immunologische Methoden, Gensonden und Microarrays, Nukleinsäureamplifikation, Expression von Reportergenen, Typisierungsmethoden  Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen Fermentierte pflanzliche Produkte, Brot und Sauerteig, Fermentierte (alkoholische) Getränke, Fermentierte Milchprodukte, Probiotika, Fermentierte Fleischprodukte, Traditionelle Fermentationsprodukte, Kaffee, Tee, Kakao, Tabak; Störungen der Fermentation (Viren, Antibiotika, Desinfektionsmittel)  Haltbarmachung I: Physikalische Verfahren Erniedrigung der Wasseraktivität, Erniedrigung der Temperatur, Hitzebehandlung, Hochdruckbehandlung, Bestrahlung  Haltbarmachung II. Chemische Verfahren Natürliche antimikrobielle Stoffe, Räuchern, Konservierungsstoffe, Erniedrigung des pH Wertes, Schutzgas- und Vakuumverpackung  Haltbarmachung III. Biologische Verfahren Zusatz von Enzymen, Schutzkulturen, Starter- und Reifungskulturen  Qualitätssicherung und Kontrolle Gesetzliche Kriterien & Verordnungen, Betriebs- & Personahygiene, Reinigung & Desinfektion, GHP & HACCP				
Skript	Elektronische PDF Kopien der Präsentationsfolien werden an die Studenten abgegeben				
Literatur	Hinweise in der ersten Vorlesungsstunde				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung "Lebensmittelmikrobiologie I" (oder eine ähnliche Veranstaltung) wird inhaltlich vorausgesetzt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hostenenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
Kurzbeschreibung	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i> This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
Kurzbeschreibung	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i> An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				

Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using bakers yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>551-0512-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Suter</b>
Kurzbeschreibung	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				
Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.				
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).				
Skript	Presentations will be made available after the seminars.				
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani (laura.montani@biol.ethz.ch), who helps you with finding an appropriate paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).				

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>

Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.		
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.		
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien		
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

## ▶▶▶ Vertiefung in Molekular- und Strukturbiologie

### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban</b> , M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.				
	Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				



Literatur The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  
- Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b> <i>Number of participants limited to 22.</i>		<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>				
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.				
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.				
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.				
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.				
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
	<i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>				
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
<b>551-1412-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology IV: Visualizing Macromolecules by X-Ray Crystallography and EM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, D. Böhringer, M. Hospenthal, T. Ishikawa, M. A. Leibundgut, M. Pilhofer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth discussion of two main methods to determine the 3D structures of macromolecules and complexes at high resolution: X-ray crystallography and cryo-electron microscopy. Both techniques result in electron density maps that are interpreted by atomic models.				
Lernziel	Students will obtain the theoretical background to understand structure determination techniques employed in X-ray crystallography and electron microscopy, including diffraction theory, crystal growth and analysis, reciprocal space calculations, interpretation of electron density, structure building and refinement as well as validation. The course will also provide an introduction into the use of cryo-electron tomography to visualize complex cellular substructures at sub-nanometer resolutions, effectively bridging the resolution gap between optical microscopy and single particle cryo-electron microscopy. Lectures will be complemented with practical sessions where students will have a chance to gain hands on experience with sample preparation, data processing and structure building and refinement.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- History of Structural Molecular Biology</li> <li>- X-ray diffraction from macromolecular crystals</li> <li>- Data collection and statistics, phasing methods</li> <li>- Crystal symmetry and space groups</li> <li>- X-ray data processing</li> <li>- Principle of cryo-EM for biological macromolecules I, including hardware of TEM and detectors, image formation principle (phase contrast, spherical aberration, CTF), 3D reconstruction (central-section theorem, backprojection, missing information)</li> <li>- Single particle analysis, including principle (projection matching, random conical tilt, angular reconstitution)</li> <li>- Tomography I, including basics and subtomogram averaging</li> <li>- Tomography - recent techniques, including cryo-FIB</li> <li>- EM specimen preparation (cryo, negative stain), initial EM data processing</li> <li>- EM and X-ray structure building, refinement, validation and interpretation</li> <li>- Model building and refinement</li> </ul>				
<b>551-1414-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology V: Studying Macromolecules by NMR and EPR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Allain, A. D. Gossert, G. Jeschke, K. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of experimental methods for studying function and structure of macromolecules at atomic resolution in solution. The two main methods used are Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy and Electron Paramagnetic Resonance (EPR) spectroscopy.				
Lernziel	Insight into the methodology, areas of application and limitations of these two methods for studying biological macromolecules. Practical exercises with spectra to have hands on understanding of the methodology.				
Inhalt	Part I: Historical overview of structural biology. Part II: Basic concepts of NMR and initial examples of applications. 2D NMR and isotope labeling for studying protein function and molecular interactions at atomic level. Studies of dynamic processes of proteins in solution. Approaches to study large particles. Methods for determination of protein structures in solution. Part III: NMR methods for structurally characterizing RNA and protein-RNA complexes. Part IV: EPR of biomolecules				
Literatur	1) Wüthrich, K. NMR of Proteins and Nucleic Acids, Wiley-Interscience. 2) Dominguez et al, Prog Nucl Magn Reson Spectrosc. 2011 Feb;58(1-2):1-61. 3) Duss O et al, Methods Enzymol. 2015;558:279-331.				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
<b>551-1404-00L</b>	<b>RNA and Proteins: Post-Translational Regulation of Gene Expression (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Uni-Dozierende</b>
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i>				
	<i>UZH Modulkürzel: BCH252</i>				

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html>

Kurzbeschreibung	The course introduces the cellular processes and molecular mechanisms involved in regulating genome expression at the post-transcriptional level. Topics will include : -RNA processing, and transport; -protein synthesis and translational control, trafficking and degradation; -RNA-guided regulation (RNA interference, microRNAs); -molecular surveillance and quality control mechanisms
Lernziel	-Outline the cellular processes used by eukaryotic and prokaryotic cells to control gene expression at the post-transcriptional level. -Describe the molecular mechanisms underlying post-transcriptional gene regulation -Identify experimental approaches used to study post-transcriptional gene regulation and describe their strengths and weaknesses.

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Vertiefung in Molekularen Mechanismen der Krankheitsentstehung

## ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0326-00L	Cell Biology in Health and Disease	O	6 KP	4V	N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0320-00L	Cellular Biochemistry (Part II)	W	3 KP	2V	Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	<p>The full-year course (551-0319-00 &amp; 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry.</p> <p>The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.</p>				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English.				
	In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
551-0318-00L	Immunology II	W	3 KP	2V	A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				

Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.		
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumorimmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen		
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle		
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

### ►►►► Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschließender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft
<b>551-1132-00L</b>	<b>Allgemeine Virologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>K. Tobler, C. Fraefel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Virologie, welche die Charakterisierung von Viren, die Interaktionen der Viren mit infizierten Zellen, Wirt und Populationen, die Grundlagen des Schutzes vor Infektion und die Virusdiagnostik beinhaltet.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Virologie.				

Inhalt	Grundlagen der Virologie. Charakterisierung von Viren. Virus-Zell-Interaktionen. Virus-Wirt-Interaktionen. Virus-Population-Interaktionen. Schutz vor Virusinfektion. Virusdiagnostik.				
Skript	Die Vorlesung ist auf dem Lehrbuch "Allgemeine Virologie" von Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel aufgebaut.				
Literatur	Die Präsentationsfolien und ausgewählte Primärliteratur werden 24 bis 48 Stunden vor den Lektionen als .pdf-Dateien bereitgestellt. Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel, Allgemeine Virologie, 2021, 2. Auflage UTB-Band-Nr.:4516 Haupt Verlag Bern ISBN: 978-3-8252-5630-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse in Molekularbiologie, Zellbiologie und Immunologie				
<b>551-0338-00L</b>	<b>Current Approaches in Single Cell Analysis (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: BME327</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Bodenmiller</b> , Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a> In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell: genomics, transcriptomics, proteomics (CyTOF mass cytometry), metabolomics and highly multiplexed imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.				
Lernziel	On completion of this module the students should be able to: - explain the basic principles of single cell analysis techniques - identify and justify the limitations of the current single cell technologies and suggest reasonable improvements - know the basic challenges in data analysis imposed by the complex multi parameter data. Key skills: On completion of this module the students should be able to: - summarize and discuss the impact these technologies have on biology and medicine - design biological and biomedical experiments for which single cell analysis is essential				
Inhalt	Currently single cell analysis approaches revolutionize the way we study and understand biological systems. In all biological and biomedical settings, cell populations and tissues are highly heterogeneous; this heterogeneity plays a critical role in basic biological processes such as cell cycle, development and organismic function, but is also a major player in disease, e.g. for cancer development, diagnosis and treatment. Currently, single cell analysis techniques are rapidly developing and find broad application, as the single cell measurements not only enable to study cell specific functions, but often reveal unexpected biological mechanisms in so far (assumed) well understood biological processes. In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell genomics, single cell transcriptomics, single cell proteomics (CyTOF mass cytometry), single cell metabolomics and highly multiplexed single cell imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.				
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz</b> , U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			geprüft geprüft gefördert
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students:</i> <i>Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering</b> , B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-</a></i>				

Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.

<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Number of participants limited to 22.</i>			
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>			
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.			
Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.			
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.			
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.			
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.			
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert	

<b>551-1700-00L</b>	<b>Introduction to Flow Cytometry</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Mair, M. Kisielow, M. Kopf</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a broad introduction to flow cytometry. We will cover the working principles of cytometry instrumentation, and essential aspects of experimental design and data analysis. Fluorescence-based cytometry (conventional and full spectrum) as well as mass cytometry will be covered.				
	The format is a lecture course enriched by a visit to the ETH Flow Cytometry Core Facility.				
Lernziel	The objective of this course is to provide participants with a strong understanding of the basic principles underlying flow cytometry, equipping them to be self-sufficient for the systematic design, execution and analysis of cytometry experiments.				
Inhalt	The course is centered on explaining the working principles of cytometry instrumentation (conventional, full spectrum and mass cytometry) and associated data analysis. In detail, we will cover the following topics: - Components of Flow Cytometry Instrumentation - Signal processing - Fluorochromes, compensation, and spectral unmixing - Visualization, gating and analysis of data - Fluorescent panel design - Cytometry assays: immunophenotyping, cell signaling, etc. - Cell sorting - Mass cytometry - Computational data analysis techniques				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				



Literatur	The lecture will reference key literature on cytometry instrumentation, experimental design, immunophenotyping and other applications. For general reading, we recommend the following: - Maciorowski et al, Basic Multicolor Flow Cytometry, Current Protocols in Immunology 2017: <a href="https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26">https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26</a> - Cossarizza et al, Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (third edition), European Journal of Immunology 2021: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126</a> - Liechti et al, An updated guide for the perplexed: cytometry in the high-dimensional era, Nature Immunology 2021: <a href="https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z">https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z</a>				
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.  Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture 14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.  List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				

<b>551-1404-00L</b>	<b>RNA and Proteins: Post-Translational Regulation of Gene Expression (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: BCH252</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the cellular processes and molecular mechanisms involved in regulating genome expression at the post-transcriptional level. Topics will include : -RNA processing, and transport; -protein synthesis and translational control, trafficking and degradation; -RNA-guided regulation (RNA interference, microRNAs); -molecular surveillance and quality control mechanisms				
Lernziel	-Outline the cellular processes used by eukaryotic and prokaryotic cells to control gene expression at the post-transcriptional level. -Describe the molecular mechanisms underlying post-transcriptional gene regulation -Identify experimental approaches used to study post-transcriptional gene regulation and describe their strengths and weaknesses.				
<b>551-1310-00L</b>	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Droogen, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				

Inhalt Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:

Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt:

1. Schreiben von Texten für Zielgruppen
2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling
3. Schreiben von Inhalten
4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler
5. Aufbau eines Forschungsartikels
6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen
7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen
8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen
9. Das wissenschaftliche Verlagswesen
10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift
11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse
12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich
13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien

Skript Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.

Literatur Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.				
	Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

## ▶▶▶ Vertiefung in Molekularer Pflanzenbiologie

### ▶▶▶▶ Obligatorische Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0120-01L</b>	<b>Plant Biology Colloquium (Spring Semester)</b> <i>This compulsory course is required only once. It may be taken in autumn as course 551-0120-00 "Plant Biology Colloquium (Autumn Semester)" or in spring as course 551-0120-01 "Plant Biology Colloquium (Spring Semester)".</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>S. C. Zeeman, K. Bomblies, O. Voinnet</b>
Kurzbeschreibung	Current topics in Molecular Plant Biology presented by internal and external speakers from academia.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and challenges of Molecular Plant Biology.				
Inhalt	<a href="http://www.impb.ethz.ch/news-and-events/colloquium-impb.html">http://www.impb.ethz.ch/news-and-events/colloquium-impb.html</a>				

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

Siehe D-BIOL Master-Wegleitung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				

Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b> <i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.				
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.				
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.				
	Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.				
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				

Literatur The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  
- Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	Themen - Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik - Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation. - DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation - Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis - Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen. - Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern - X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation - Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion - RNA-induziertes Gensilencing - die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b> <i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes, E. Devers, P. Zu</b>
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>

Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.				
	List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>751-4904-00L</b>	<b>Microbial Pest Control</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Enkerli, G. Grabenweger, J. Mayerhofer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt konzeptionelle, sowie biologische und ökologische Grundlagen in mikrobieller Schädlingsbekämpfung. Anhand von Beispielen werden die Methoden und Techniken zur Entwicklung und Überwachung von mikrobiellen Schädlingsbekämpfungsmitteln erarbeitet.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Gruppen von insektenpathogenen Mikroorganismen und deren Eigenschaften. Vertraut werden mit den nötigen Schritten für die Entwicklung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Verstehen der Techniken und Methoden, die für das Überwachen von Feldapplikationen benutzt werden, und Kennen der Registrierungsanforderungen für mikrobielle Schädlingsbekämpfungsmittel.				
Inhalt	Die in der biologischen Schädlingsbekämpfung gebrauchten Definitionen und generell verwendete Ausdrücke werden erarbeitet. Ferner werden biologische und ökologische Aspekte aller Arthropoden-pathogenen Gruppen (Viren, Bakterien Pilze und Nematoden) und ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf biologische Schädlingsbekämpfung diskutiert. Ein Schwergewicht wird dabei auf die Pilzgruppen Hypocreales und Entomophthorales gelegt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie Projekte in biologischer Schädlingsbekämpfung aufgebaut werden können, wie Pathogene appliziert werden und wie die Effizienz, Effekte auf Nicht-Zielorganismen, Persistenz und Verbreitung überwacht werden. Im Weiteren werden die nötigen Schritte in der Entwicklung eines Produktes, kommerzielle Aspekte und die Registrierungsanforderungen besprochen.				
Skript	Die grundlegenden Aspekte werden als Skript (Präsentationsunterlagen) abgegeben.				
Literatur	Hinweise auf zusätzliche Literatur werde in der Lehrveranstaltung gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				

Inhalt	<p>Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.</p> <p>Lecture Topics and Tentative Schedule</p> <p>Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.</p> <p>Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.</p> <p>Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.</p> <p>Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).</p> <p>Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.</p> <p>Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.</p> <p>Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.</p> <p>Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.</p> <p>Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.</p> <p>Week 10 Easter holiday no class.</p> <p>Week 11 Sechselauten holiday no class.</p> <p>Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.</p> <p>Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.</p> <p>Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.</p> <p>Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.</p>
--------	---

Skript Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.

Literatur Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.

Voraussetzungen / Besonderes Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. De Moraes</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.				
Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.				
<b>551-0138-00L</b>	<b>Regulation of Plant Primary Metabolism</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>S. C. Zeeman</b>
Kurzbeschreibung	Plants are the primary producers of our ecosystem. This course will survey the pathways of plant metabolism. Emphasis will be placed on the mechanisms of carbon dioxide assimilation, carbohydrate metabolism, and the regulation of metabolic fluxes. The course will also highlight the classical and state-of-the-art research methods.				
Lernziel	The aim of the course is to confer a broad understanding of plant metabolism, to give insight into the methods of plant biology research, and to promote critical evaluation of scientific literature.				
Inhalt	The course will include a combination of lectures and coursework/active-learning exercises (e.g. research paper presentations)				
<b>551-1130-00L</b>	<b>Selected Topics in Mycology ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Künzler, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture will provide insight into the current knowledge and research on selected aspects of the fungal lifestyle. The various topics will be presented by experts in their fields. The lecture builds on the basic understanding of the fungal lifestyle taught as part of the lecture 'Fundamentals in Biology III-Multicellularity' as well as various blockcourses during the Biology bachelor.				
Lernziel	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>are able to explain the essence of the fungal lifestyle in the light of its evolution.</li> <li>are aware of current methods for monitoring fungi in the environment.</li> <li>are able to understand the role of fungi in global ecology and ecosystem conservation and restoration.</li> <li>are able to give examples for antagonistic, neutral and mutualistic interactions between fungi and other organisms including animals, plants, algae, bacteria and viruses and explain their significance in ecology, medicine and agriculture.</li> <li>are able to explain the danger of the dual use of antifungals/fungicides in medicine and agriculture.</li> <li>are aware of and can explain human applications of fungi in biocontrol (agriculture) as well as food and materials production.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Introduction and recapitulation of the fungal lifestyle (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL)  Monitoring and conservation of fungi in the environment (Andrin Gross, WSL Birmensdorf)  Global fungal diversity patterns and ecosystem conservation and restoration (Laura van Galen, ETH Zürich, D-USYS)  Antagonistic interactions: Fungal defense against animal micropredators and bacterial competitors (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL)  Antagonistic interactions: Fungal pathogens of plants and mycoviruses (Simone Prospero, WSL Birmensdorf)  Antagonistic interactions: Fungal pathogens of insects/Biological control of insects using fungi (Jürg Enkerli, Agroscope)  Antagonistic interactions: Fungal pathogens of humans and animals (Salomé Leibundgut-Landmann, University of Zürich, Vetsuisse)  Environmental yeasts and biocontrol of plant pathogenic fungi (Florian Freimoser, Agroscope)  Mutualistic interactions with plants I: Endomycorrhiza (Franz Bender, Agroscope and University of Zürich, Department of Plant and Microbial Biology)  Mutualistic interactions with plants II: Ectomycorrhiza (Martina Peter-Baltensweiler, WSL Birmensdorf)  Mutualistic interactions with algae/cyanobacteria: Lichen (Monica Andrea Garcia Otalora, ETH Zürich, D-USYS)  Applications: Fungi in material science (Jonas Staub, Mycrobez) and Mushroom cultivation for food production (Cécile Villiger, Fine Funghi AG)  Problem of antifungal/fungicide resistance in fungal pathogens of humans (Alix Coste, CHUV Lausanne) and Answering of student questions (ideally all lecturers)</p>				
Skript	None				
Literatur	Announced by the various lecturers				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 40.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft		
<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. De Moraes</b>	
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.				
Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.				
<b>701-1480-00L</b>	<b>Evolutionary Developmental Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. La Fortezza</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to fundamental concepts and current open questions in the field of evolutionary developmental biology (Evo-Devo) primarily through reading, analysing and jointly discussing key literature.				
Lernziel	The course aims to expose students to major conceptual themes of the Evo-Devo field through discussion of key papers and to active areas of current Evo-Devo research. At the end of the course, students should be able to present, think critically about and discuss key Evo-Devo concepts.				
Inhalt	Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) is a multidisciplinary field that studies the interplay between developmental and evolutionary processes. Major questions include: How do developmental systems evolve and diversify? Do developmental programs influence their own future evolution, and how? How does ecology affect the evolution of developmental programs, and vice versa? Fascinating and experimentally challenging, Evo-Devo first empirically emerged from comparative embryology. However, in recent decades this discipline has grown considerably to interconnect with many other fields, from genetics to sociobiology to microbiology. The course will examine questions such as those above and touch on the ongoing inter-disciplinary integration of Evo-Devo, including its interface with ecology ("Eco-Evo-Devo") and the integration of aggregative microbial developmental systems into the field.				
Literatur	Relevant literature:  Müller, G. (2007). Evo–devo: extending the evolutionary synthesis. <i>Nature Reviews Genetics</i> 8, 943-949. <a href="https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219">https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219</a>  Abouheif, E., et al (2014). Eco-evo-devo: the time has come. <i>Advances in experimental medicine and biology</i> 781, 107-25. <a href="https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6">https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6</a>  Moczek, A et al (2015). The significance and scope of evolutionary developmental biology: a vision for the 21st century. <i>Evolution &amp; development</i> 17, 198-219. <a href="https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125">https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125</a>  Gilbert, S. (2019). Evolutionary transitions revisited: Holobiont evo–devo. <i>Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution</i> 12, 117762501877479 - 8. <a href="https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903">https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Significant basic knowledge in especially evolutionary biology and developmental biology, and also cell biology and genetics, will be advantageous for readily understanding the course material.				
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>	
	<i>Information for UZH students:  Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				



Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.

<b>751-3606-00L</b>	<b>Molecular Plant Breeding</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Studer, R. Kölliker, M. M. Nay, S. Yates</b>
Kurzbeschreibung	Molecular tools have significantly contributed to improve the process of plant breeding throughout the last decades. This course illustrates - on the basis of lectures, exercises and practical examples - the most important molecular breeding tools (genetic diversity analyses, QTL and association studies) and how these tools are applied to plant breeding by means of genomics-assisted selection.				
Lernziel	At the end of the course Molecular Plant Breeding you will be able to: - understand different molecular marker technologies and genotyping methods, and how the generated data can be used for genetic distance measures and multivariate statistics in experimental and natural populations - use the most important molecular breeding tools such as genetic linkage mapping, QTL analysis, genome-wide association studies and to apply these tools to plant breeding by marker-assisted and genomic selection - apply basic bioinformatics tools for sequence data management and comparative genomics (BLAST, simple assemblies, alignments and gene annotations)				
Inhalt	The course Molecular Plant Breeding is based on complementing lectures, exercises and practical examples. The examples cover a wide range of species and traits and will be taught by four different experts in the field. A detailed program including dates and specific contents will be provided through Moodle.				
Skript	Scripts and slides for each lecture and will be made available through Moodle.				
Literatur	For each lecture, additional literature covering the topic will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be held at ETH Zentrum (LFW building). Attendance of the courses Agrargenetik and Pflanzenzüchtung is recommended; basic understanding of R is advantageous.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>751-4106-00L</b>	<b>Crop Phenotyping</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Hund, J. Anderegg, B. Keller, J. Leipner, L. Roth, A. Walter</b>
Kurzbeschreibung	Crop phenotyping aims to quantify traits like photosynthesis, development, architecture, biomass or quality of crops using a broad variety of sensors and analysis procedures. The course aims to provide the necessary basic knowledge in agronomy and plant breeding along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning and crop modelling to improve crops and cropping systems.				
Lernziel	The course aims to get you acquainted with different aspects of crop phenotyping. Hands-on-practice: Learn how crops develop throughout the season using wheat as an example. Learn how to apply different sensing technologies to monitor crop development ranging from your own eyes over multi-view imaging to thermal imaging, chlorophyll fluorescence, hyperspectral sensing and laser scanning. Basics in agronomy, physiology and plant breeding: Acquire a basic understanding about the major factors affecting the genetic gain for yield and quality parameters. Carriers and sensors: Acquire the ability to select the appropriate combination of sensor and carrier system given the targeted traits. Feature extraction: Acquire a basic understanding about methods to extract features from images or hyperspectral data using machine learning techniques. Trait definition: Know how to define a plant trait using crop ontology standards ( <a href="https://cropontology.org/">https://cropontology.org/</a> ). Description of phenotyping experiments: Get acquainted with the "Minimum Information About a Plant Phenotyping Experiment" ( <a href="https://www.miappe.org/">https://www.miappe.org/</a> ). Data handling: Know the basics about how to organize measurements and data using unique identifiers (UIDs) and relational data tables. Statistical processing: Know how use the Breeders' equation and calculate heritability to judge the benefit of modern phenotyping techniques. Know how to generate sophisticated experimental designs and analyze them to improve the heritability of a trait using mixed linear models. Dynamic modelling: Know how to model the dynamics of growth to characterize the development using penalized splines and non-linear models. Modelling dependence on environmental gradients: Know how to link growth and development with environmental factors to determine a crop-specific response pattern. Target trait prediction: Get a basic understanding how to use all above inputs to improve the prediction of yield and quality using crop models.				

Inhalt	<p>Crops are exposed to different abiotic stress factors during their development. Adaptation of crops to extreme environmental conditions (e.g. cold and heat stress or dry soils) is an important breeding aim. Crop phenotyping includes novel sensors to measure plant traits related to stress response and yield. Examples of such sensors are laser scanners, high-resolution cameras, thermal cameras, or hyperspectral sensors. High-throughput phenotyping includes repeated measurements on hundreds or thousands of experimental plots throughout the growing season. This enables us to quantify environmental effects almost in real-time.</p> <p>The course aims to provide the necessary basic knowledge in crop physiology along with knowledge in image acquisition, computer vision, machine learning (random forest, deep learning) and crop modelling (splines, non-linear models, mixed models) to improve crops and cropping systems. It will take place on the field phenotyping platform FIP (kp.ethz.ch/FIP) of the ETH research station in Eschikon.</p> <p>The course will provide a step-by-step introduction into the whole phenotyping workflow from sensors to the prediction of yield. We will follow wheat through a major part of its development and evaluate the development of the genotypes included in the Swiss variety list. Later in the season, we will also look at peas, soybeans, buckwheat, oats and other crops. At a whole field day in June, experts from ETH, Agroscope and Syngenta will provide hands-on experience in the field. At this day there will also be the presentation of the group work.</p>		
Literatur	<p>(1) Walter, A.; Liebisch, F.; Hund, A. Plant Phenotyping: From Bean Weighing to Image Analysis. <i>Plant Methods</i> 2015, 11 (1), 14. <a href="https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8">https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8</a>.</p> <p>(2) Araus, J. L.; Kefauver, S. C.; Zaman-Allah, M.; Olsen, M. S.; Cairns, J. E. Translating High-Throughput Phenotyping into Genetic Gain. <i>Trends Plant Sci.</i> 2018, 23 (5), 451–466. <a href="https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001">https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.02.001</a>.</p> <p>(3) van Eeuwijk, F. A.; Bustos-Korts, D.; Millet, E. J.; Boer, M. P.; Kruijer, W.; Thompson, A.; Malosetti, M.; Iwata, H.; Quiroz, R.; Kuppe, C.; Muller, O.; Blazakis, K. N.; Yu, K.; Tardieu, F.; Chapman, S. C. Modelling Strategies for Assessing and Increasing the Effectiveness of New Phenotyping Techniques in Plant Breeding. <i>Plant Science</i> 2019, 282, 23–39. <a href="https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018">https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.018</a>.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place in Eschikon as it includes hands-on practice in the field. There will be an additional field day during the summer break in June.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft

<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stamanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				

### Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an <i>Essentials of Writing Biomedical Research Papers</i> , Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

## ▶▶▶ Vertiefung in Ökologie und Evolution

### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani				
	Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted at students with a non-math background.  Requirements: =====				
	1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression) 2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library)				
	An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year).				
	401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				

<b>701-0362-00L</b>	<b>Böden und Vegetation der Alpen (Exkursion)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Widmer, R. Kretschmar</b>
Kurzbeschreibung	<i>Diese Exkursion (max. 24 Plätze) gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Boden- und Wasserchemie» (701-0533-00L; R. Kretschmar, D.I. Christl, L. Winkel) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretschmar).</i>				
Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Gestein, Relief, Klima und Vegetation die Bodenbildungsprozesse und resultierende Bodeneigenschaften (z.B. Nährstoffe, Wasser) in den Alpen beeinflussen. - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe. - kennen charakteristische Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen.				

Inhalt	4-tägige Exkursion (Sonntag, 2.-Mittwoch, 5. Juli 2023) in der Region Davos mit Begehung von Standorten auf verschiedenen Ausgangsgesteinen (Dolomit, Gneis/Glimmerschiefer, Amphibolit, Serpentin) in der subalpinen und alpinen Stufe. Aufbau, Entwicklung und Eigenschaften der Böden, sowie deren Auswirkungen auf die Pflanzen; charakteristische Pflanzenarten und -gesellschaften auf den unterschiedlichen Böden.				
Skript	Ein Exkursionsführer wird abgegeben.				
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Exkursion gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Bodenchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar). Falls gleichwertige Voraussetzungen (z.B. von anderen Hochschulen) vorliegen, muss eine Teilnahme zuvor mit den Dozenten abgesprochen werden.				
	Besonderes Die Lehrveranstaltung umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 2. bis 5. Juli 2023 statt. Die Reisekosten werden von der ETH Zürich übernommen; die Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen Beitrag an die Unterkunftskosten; die restlichen Kosten (Unterkunft inkl. Vollpension und Exkursionsführer) von 250 Fr. müssen von den Teilnehmenden übernommen werden. Die Exkursionen finden in den Bergen statt. Die Teilnehmenden müssen deshalb geländegängig sein, auch in steilem Gelände. Bei Bedenken bitten wir um rechtzeitige Kontaktaufnahme, damit wir die Situation vorgängig analysieren und besprechen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1450-00L</b>	<b>Conservation Genetics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Holderegger</b> , M. Fischer, F. Gugerli
Kurzbeschreibung	The course deals with conservation genetics and its practical applications. It introduces the genetic theories of conservation genetics, such as inbreeding depression, adaptive genetic diversity or fragmentation. The course also shows how genetic methods such as eDNA and metabarcoding are used in conservation management, and it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics.				
Lernziel	Genetic and evolutionary argumentation is an important feature of conservation biology. The course equips students with knowledge on conservation genetics and its applications in conservation management. The course introduces some of the main theories of conservation genetics and shows how genetic methods are used in conservation management. In addition, it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics. Practical examples dealing with animals and plants are presented.				
Inhalt	There are 4 hours of lectures, presentations and group work per week. Students also have to spend about 3 hours per week on preparatory work for the following week. Every week, one subject will be presented by one of three lecturers.  Overview of themes: Barcoding, eDNA metabarcoding and genetic monitoring; effects of small population size, genetic drift and inbreeding; neutral and adaptive genetic diversity; hybridization; gene flow, fragmentation and connectivity.  Specific topics: (1) Species and individual identification: barcoding; metabarcoding; eDNA; estimation of census population size and habitat use. (2) Inbreeding and inbreeding depression: small population size; bottlenecks; genetic drift; inbreeding and inbreeding depression; effective population size. (3) Adaptive genetic diversity: neutral and adaptive genetic variation; importance of adaptive genetic diversity; methods to measure adaptive genetic variation. (4) Hybridization and monitoring of genetic diversity: gene introgression; gene flow across species boundaries; demographic swamping; monitoring of genetic diversity. (5) Half day excursion: practical example of connectivity measures in fragmented landscape, in relation to conservation genetic inferences. (6) Discussion and evaluation of excursion; gene flow: historical and contemporary gene flow and dispersal; fragmentation and connectivity. (7) Written examination.				
Skript	No script; handouts and material for downloading will be provided.				
Literatur	There is no textbook for this course, but the following book is recommended: Allendorf F.W., Funk W.C., Aitken S.N., Byrne M., Luikart G. 2022. Conservation and the genomics of populations (3rd edition). Oxford University Press, Oxford.  The following book and booklets in German are targeted to conservation practitioners: Holderegger R., Segelbacher G. (eds.). 2016. Naturschutzgenetik. Ein Handbuch für die Praxis. Haupt, Bern. Csencsics D., Gugerli F. 2017. Naturschutzgenetik. WSL Berichte 60: 1-82. (free download at <a href="https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF">https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Students must have a good background in genetics as well as in ecology and evolution, e.g., courses "Population and Quantitative Genetics" or "Evolutionary Genetics".  Examination: A final written examination on the content of the course and of the excursion is an integral part of the course.  Teaching forms: The course needs the active participation of students! It consists of lectures, group work, presentations, discussions, reading and a half-day excursion.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1462-00L</b>	<b>Evolution of Social Behavior and Biological Communication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Mescher</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses core concepts in the study of behavior and biological communication from a Darwinian perspective, with a focus on the evolution of sociality and the emergence of higher-level biological organization. It will entail lectures and discussion of selected readings from relevant primary and secondary literature.				

Lernziel	Students will become familiar with the application of Darwinian evolutionary theory to the study of behavior, communication, and social organization. They will also gain insight into the relevance of these topics for broader intellectual questions in biology, as well as for the organization of human societies.				
Inhalt	This course will begin with an exploration of key concepts, including the central role of information in biology and Darwinian explanations for the emergence of adaptation and functional complexity in biological systems. We will then discuss the application of these concepts to the study of behavior and communication, with a focus on the evolution of social interactions. Significant attention will also be given to the evolution of cooperation among individual organisms and the emergence and maintenance of complex social organization. Finally, we will discuss the implications of the material covered for understanding human behavior and for the organization of human societies, including implications for implementing collective action to address global environmental challenges. These topics will be covered by lectures and discussion of relevant readings selected by the instructor. Evaluations will be based on in-class or take-home examinations, as well as participation in classroom discussions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>701-1480-00L</b>	<b>Evolutionary Developmental Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. La Fortezza</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to fundamental concepts and current open questions in the field of evolutionary developmental biology (Evo-Devo) primarily through reading, analysing and jointly discussing key literature.				
Lernziel	The course aims to expose students to major conceptual themes of the Evo-Devo field through discussion of key papers and to active areas of current Evo-Devo research. At the end of the course, students should be able to present, think critically about and discuss key Evo-Devo concepts.				
Inhalt	Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) is a multidisciplinary field that studies the interplay between developmental and evolutionary processes. Major questions include: How do developmental systems evolve and diversify? Do developmental programs influence their own future evolution, and how? How does ecology affect the evolution of developmental programs, and vice versa? Fascinating and experimentally challenging, Evo-Devo first empirically emerged from comparative embryology. However, in recent decades this discipline has grown considerably to interconnect with many other fields, from genetics to sociobiology to microbiology. The course will examine questions such as those above and touch on the ongoing inter-disciplinary integration of Evo-Devo, including its interface with ecology ("Eco-Evo-Devo") and the integration of aggregative microbial developmental systems into the field.				
Literatur	Relevant literature:				
	Müller, G. (2007). Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. <i>Nature Reviews Genetics</i> 8, 943-949. <a href="https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219">https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219</a>				
	Abouheif, E., et al (2014). Eco-evo-devo: the time has come. <i>Advances in experimental medicine and biology</i> 781, 107-25. <a href="https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6">https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6</a>				
	Moczek, A et al (2015). The significance and scope of evolutionary developmental biology: a vision for the 21st century. <i>Evolution &amp; development</i> 17, 198-219. <a href="https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125">https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125</a>				
	Gilbert, S. (2019). Evolutionary transitions revisited: Holobiont evo-devo. <i>Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution</i> 12, 117762501877479 - 8. <a href="https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903">https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Significant basic knowledge in especially evolutionary biology and developmental biology, and also cell biology and genetics, will be advantageous for readily understanding the course material.				
<b>701-1427-00L</b>	<b>Experimental Evolution</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Wielgoss, A. Hall, M. La Fortezza, Y.-T. N. Yu</b>
Kurzbeschreibung	Students will read, present on and discuss experimental evolution literature covering a wide range of evolutionary topics, utilising a range of model species as experimental systems and employing a variety of methods for studying experimental-evolution outcomes.				
Lernziel	Course objectives: i) become familiar with a diverse sample of the surging experimental-evolution literature, ii) gain insight into the strengths and limitations of experimental evolution for addressing evolutionary questions relative to other forms of evolutionary analysis, iii) gain insight into developing fundamental and applied questions that can be addressed with experimental evolution and into how to design and analyze effective evolution experiments, and iv) improve scientific presentation and discussion skills.				
Inhalt	Experimental evolution is a powerful and increasingly prominent approach to investigating evolutionary processes. Students will read, present on and collectively discuss experimental-evolution literature covering a diverse range of topics, species and types of analysis. Contributing instructors from diverse training backgrounds will share perspectives on the course material.				
Literatur	Primary research papers and review articles.				
Voraussetzungen / Besonderes	701-0245-00 Evolutionary Analysis (or equivalent).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-0364-00L</b>	<b>Flora und Vegetation der Alpen</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Widmer</b>
	<i>Zur dieser Vorlesung gehört eine 4-tägige Exkursion (max. 24 Plätze) nach Davos. Für eine Teilnahme an der Exkursion muss die Lehrveranstaltung «Böden und Vegetation der Alpen» (Nr. 701-0362-00) separat belegt</i>				

	werden.				
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die Flora und Vegetation der Alpen. Dazu gehören die klimatischen Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen, die Herkunft der Alpenpflanzen, Diversitätszentren, ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen, sowie charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Höhenstufen und Bodentypen.				
Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - kennen charakteristische Pflanzenarten der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe.				
Inhalt	Klimatische Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen in den Alpen; Herkunft und Verbreitungsmuster; Diversitätszentren; ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen; Höhenstufen; charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen (Dolomit, saures und basisches Silikat, Serpentin).				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solide Grundkenntnisse in systematischer Botanik und erfolgreiche Absolvierung der Lehrveranstaltung "Systematische Biologie: Pflanzen" (Nr. 701-0360-00). Im Weiteren ist die vorgängige Teilnahme am Blockkurs "Pflanzendiversität" (Nr. 701-2314-00L), resp. der beiden Einzelkurse "Pflanzendiversität: kollin / montan" (701-0314-00L) und "Pflanzendiversität: subalpin / alpin" (701-0314-01L), empfohlen.				
	<b>Besonderes:</b> Zu dieser Vorlesung gehört der Kurs "Böden und Vegetation der Alpen" (Nr. 701-0362-00). Dieser umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 1. bis 4. Juli 2024 statt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1424-00L</b>	<b>Guarda-Workshop in Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>S. Bonhoeffer</b>
	<i>Der Kurs hat eine Teilnehmerbeschränkung. Um sich für den Kurs anzumelden, müssen Sie sich sowohl über mystudies als auch über die Webseite der Universität Basel <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> einschreiben.</i>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist fuer Studenten mit grossem Interesse an evolutionärer Biologie. Das Ziel des Kurses ist es in kleinen Teams von 4-5 Studenten eigenstaendig wissenschaftliche Projekte zu entwickeln. Die Studenten werden angeleitet von Prof. D. Ebert (Basel) und Prof. S. Bonhoeffer (ETHZ). Zusätzlich werden jedes Jahr zwei international angesehene Experten eingeladen.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist es, in kleinen Teams zu arbeiten, um zunächst eine Forschungsfrage zu identifizieren, dann einen Forschungsplan zu entwickeln und schließlich einen kurzen Förderantrag zu schreiben. Was Sie über das einzelne Forschungsprojekt hinaus lernen werden, sind äußerst übertragbare Fähigkeiten, wie z. B. die Entwicklung von Ideen in einem Team, die kritische Reflexion Ihrer eigenen Ideen sowie der Ideen anderer, und die Ausarbeitung einer Idee zu einem Forschungsantrag. Für weitere Informationen siehe <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Inhalt	Siehe link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Skript	keines				
Literatur	keine				
Voraussetzungen / Besonderes	Da der Kurs nur eine begrenzte Teilnehmerzahl erlaubt, ist die Anmeldung fuer den Kurs notwendig. Bitte melden Sie sich ueber die Kurs-Website (siehe Link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> ) an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			gefördert
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regős, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				

Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes, E. Devers, P. Zu</b>
	<i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>				
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einführung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.				
Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugänglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.				
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>				
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugänglich, und enthält weitere relevante Informationen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nützlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nützlich, aber keine Voraussetzung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0216-00L</b>	<b>Mykologischer Feldkurs</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>R. Berndt, M. A. Garcia Otorla</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Arten- und Formenvielfalt der Asco- und Basidiomyceten bei mehreren Tagesexkursionen und durch die Bearbeitung der Funde im Labor kennen. Sie lernen, wie man Pilze für wissenschaftliche Zwecke sammelt, mikroskopiert und bestimmt. Die Teilnehmer/innen erhalten zudem eine theoretische Einführung in die behandelten Pilzgruppen und die Praxis der Pilzmikroskopie.				
Lernziel	Erwerb von Artenkenntnis bei Pilzen. Sammeln, Dokumentieren und Herbarisieren von Pilzen für wissenschaftliche Zwecke. Methoden der Pilzmikroskopie. Umgang mit mykologischer Bestimmungsliteratur. Erlernen der bestimmungswichtigen makroskopischen und mikroskopischen Merkmale der Pilze und der notwendigen Fachterminologie.				
Inhalt	Einführung in die Systematik der Asco- und Basidiomyceten. Exkursionen zum Kennenlernen von Pilzen am Standort. Untersuchung und Bestimmung der Funde im Kursraum. Makroskopische und mikroskopische Merkmale von Lichenisierten Pilzen (Flechten), Basidiomyceten, Grossgruppen der pflanzenparasitischen Pilze (v. a. Rostpilze).				
Skript	Kursunterlagen werden abgegeben				
Literatur	Spezialliteratur für die Bestimmung wird bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs ist auf maximal acht Teilnehmende beschränkt. Schriftliche definitive Anmeldung bei den Dozierenden erforderlich. Voraussetzung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lesen vor dem Kurs das Kursskriptum u/o ausgewählte Lehrbuchkapitel (nach Vereinbarung) und erarbeiten sich die für den Kurs erforderlichen mykologischen Basiskenntnisse. Fahrkosten von ca. 100-150 CHF (mit Halbtax) fallen für die Exkursionen an.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
<b>701-0310-00L</b>	<b>Naturschutz und Naturschutzbiologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Knaus</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung setzen sich die Studierenden mit biologisch-ökologischen Konzepten, philosophischen Grundlagen und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten des Naturschutzes auseinander. Anhand konkreter Beispiele werden sie sich unterschiedlicher Betrachtungsweisen und Wertvorstellungen im Zusammenhang mit naturschützerischen Aktivitäten bewusst.				
Lernziel	Studierende dieser Vorlesung können: - die zeitliche Entwicklung und den aktuellen Zustand der Biodiversität nachvollziehen und mögliche weitere Entwicklungen abschätzen - die ökonomischen, rechtlichen, politischen und philosophischen Grundlagen des Naturschutzes darlegen - verschiedene Möglichkeiten aufzeigen, wie Naturschutz in der Praxis umgesetzt werden kann - normative Elemente im Naturschutz identifizieren und kritisch hinterfragen - ein Naturschutzprojekt von A-Z analysieren und evaluieren				
Inhalt	Die Vorlesung deckt folgende Inhalte ab: - Beschreiben und analysieren des historischen, aktuellen und zukünftigen menschlichen Einflusses auf die Biodiversität. - Erkunden unterschiedlicher Ansätze des Naturschutzes und deren Umsetzungsinstrumente wie Arten- und Lebensraumschutz, Vertragsnaturschutz, Renaturierungen, Natur- und Nationalparks. - Betrachten von ethisch-moralischen, gesetzlichen, ökonomischen, praktischen und anderen Beweggründen für den Naturschutz. - Kennenlernen von relevanten Theorien rund um den Naturschutz, z.B. Verletzlichkeit von kleinen Populationen, Ecosystem Services, Biodiversität, etc. - Kennenlernen von praktischen Beispielen auf Exkursionen, selbständiges analysieren und bewerten von konkreten Naturschutzprojekten.				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Küster H. 1999: Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. Beck, München, Germany. 424p. Piechocki R. 2010: Landschaft, Heimat, Wildnis. Schutz der Natur - aber welcher und warum? Beck'sche Reihe, Beck, München, Germany. 266p. Primack R.B. 2008: A primer of Conservation Biology. Fourth Edition. Sinauer Associates, Sunderland MA, USA. 349p.				
Voraussetzungen / Besonderes	Kenntnisse aus den folgenden LV sind vorausgesetzt: - Allgemeine Biologie I - Allgemeine Biologie II - Biologie III: Ökologie - Biologie IV: Diversität der Pflanzen und Tiere				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>701-0314-00L</b>	<b>Pflanzendiversität: kollin/montan</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>R. Berndt</b>
	<i>Voraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an der LV 701-0360-00L (Systematische Biologie: Pflanzen) oder vergleichbare Kenntnisse (nach Absprache mit dem Dozenten).</i> <i>Das Anmeldeformular muss bis 1.3.2024 zurückgeschickt werden. Nicht bestätigte Plätze werden an Studierende auf der Warteliste vergeben.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Blockkurs "Pflanzendiversität" (Kursteil kollin/montan) widmet sich der Vegetation und Flora der kollinen und montanen Höhenstufe im Wallis. Während einer fünftägigen Exkursion nach Visp lernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die wichtigsten Vegetationseinheiten und deren standörtliche Besonderheiten kennen und vertiefen ihre Artenkenntnis.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Vegetationstypen, ihrer Pflanzenarten und ökologischen Bedingungen in der kollinen und montanen Stufe des Wallis. Vertiefung taxonomischer und pflanzenmorphologischer Kenntnisse.				
Inhalt	Das Praktikum gibt eine Einführung in die Pflanzenwelt der kollinen und montanen Stufe des Wallis. Auf fünf Tagesexkursionen lernen die Studierenden die aussergewöhnliche Artenvielfalt und botanische Besonderheiten der wichtigsten Lebensräume im Gebiet kennen. Schwerpunkte: Erweiterung der Arten- und Familienkenntnis und Vertiefung der Kenntnisse in Blütenbiologie und Pflanzenmorphologie. Abhängigkeit der Vegetation von den herrschenden Standortbedingungen; Anpassungen der Pflanzen an ihren Standort. Entstehung und Veränderung der Kulturlandschaft.				
Skript	Die Studierenden erhalten ein Skript, um sich vorgängig auf die Exkursion vorzubereiten. Die Inhalte des Skripts sind Teil des Prüfungsstoffes.				
Literatur	- Stützel T. 2021. Botanische Bestimmungsübungen (4. Aufl.). UTB, Ulmer Verlag.  - Hess H.E., Landolt E., Hirzel R. & Baltisberger M. 2015: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. 7., aktualisierte und überarbeitete Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin.				



Voraussetzungen / Besonderes	Die Inhalte der einführenden Vorlesung zur Systematischen Botanik (LV 701 0360 00L) sowie der zugehörigen Exkursionen und Übungen werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende anderer Universitäten nehmen bitte Kontakt mit dem Dozenten auf.				
	Es wird erwartet, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den grundlegenden Umgang mit einer Bestimmungsflora beherrschen (Hess et al. 2015. Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz) und mit der notwendigen botanischen Terminologie vertraut sind (z. B. Stützel 2021).				
	Programm: 11.-15.6.: Exkursion im Wallis (Standort Visp) 18.6. (9-11 Uhr vorm.): Prüfung (Raum wird noch bekannt gegeben).				
	Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt und verlaufen z. T. auf rauen und steilen Wegen. Sie erfordern deshalb Geländegängigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und an Wetter und Terrain angepasste Ausrüstung. Feste Bergschuhe sind Pflicht!				
	Kosten: Voraussichtlich CHF 250.- für Unterkunft im Doppelzimmer mit Vollverpflegung; inkl. Reisekosten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
<b>701-0314-01L</b>	<b>Pflanzendiversität: subalpin/alpin</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
	<i>Voraussetzung: Teilnahme und bestandene Prüfung an der LV 701-0360-00L (Systematische Biologie: Pflanzen) oder vergleichbare Kenntnisse (nach Absprache mit der Dozierenden). Das Anmeldeformular muss bis 01.03.2024 eingereicht werden. Nicht bestätigte Plätze werden an Studierenden auf der Warteliste vergeben.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Kurs beschäftigen wir uns mit der Flora und Vegetation der Nordalpen von der hochmontanen bis in die untere alpine Stufe. Den Studierenden wird eine Mischung von individuellen Aktivitäten und geführten Exkursionen im Rahmen eines Geländepraktikums angeboten, um ihre Artenkenntnis zu vertiefen und wichtige Vegetationseinheiten und deren standörtliche Besonderheiten kennen zu lernen.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Vegetationstypen, deren Pflanzenarten und ökologischen Bedingungen in den nördlichen Randalpen. Vertiefung taxonomischer und pflanzenmorphologischer Kenntnisse und Erwerb von Bestimmungspraxis mit einer wissenschaftlichen Bestimmungsflora.				
Inhalt	Dieses Praktikum gibt eine Einführung in die Pflanzenwelt der nördlichen Randalpen. Die Studierenden lernen nicht nur die Artenvielfalt der Alpen kennen, sondern auch die Besonderheiten der jeweiligen Standorte. Sie sollen zum einen ihre Artenkenntnis vertiefen, zum anderen lernen, unter welchen Bedingungen die Pflanzen an ihren Standorten leben und wie sie mit diesen Bedingungen zurechtkommen.				
	Folgende Themen werden in diesem Kurs angesprochen:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimatische und geologische Gliederung der Alpen</li> <li>- Auswirkung der lokalen Standortbedingungen auf die Vegetation verschiedenen Höhenstufen</li> <li>- Anpassungen der Pflanzen an unterschiedliche alpine Standorte</li> <li>- Charakteristische Vegetationstypen der subalpinen und alpinen Stufe (z.B. subalpiner Nadelwald, Hochstaudenfluren und Grünerleengebüsche, alpine Rasen- und Schuttfuren, Grauerlen-Auenwald, sowie Hoch- und Flachmoore) und deren ökologischen Bedingungen</li> <li>- Interaktion von Pflanzen mit ihrer Umwelt: Beispiele aus der Blüten-, Fortpflanzungs- und Verbreitungsbiologie.</li> </ul>				
Skript	Ein Skript wird via Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baltisberger M., Nyffeler R. &amp; Widmer A. 2013: Systematische Botanik. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. v/d/f Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.</li> <li>- Stützel T. 2015. Botanische Bestimmungsübungen (3. Aufl.). UTB, Ulmer Verlag.</li> <li>- Hess H.E., Landolt E., Hirzel R. &amp; Baltisberger M. 2015: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. 7., aktualisierte und überarbeitete Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Am Praktikum können nur Studierende teilnehmen, die die einführenden Vorlesungen zur Systematischen Botanik sowie die zugehörigen Exkursionen und Übungen erfolgreich absolviert haben (siehe LV 701-0360-00L Systematische Biologie: Pflanzen). Wir erwarten ferner, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den grundlegenden Umgang mit einer Bestimmungsflora (Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz) beherrschen und mit der dazu notwendigen pflanzenmorphologischen Terminologie vertraut sind.				
	Studierende anderer Universitäten nehmen bitte Kontakt mit den Dozierenden auf.				
	Die LV findet wie folgt zwischen So. 23.06. und Sa. 29.06. statt: - So. 23.06. bis Do. 27.06.: ausgewählte Exkursionen im Kandertal/BE, Lötschental/VS und Entlebuch/LU inkl. 3 Übernachtungen in Kandersteg/BE - Fr. 28.06: Ruhetag - Sa. 29.06 (9-12 Uhr): Bestimmungstest und Prüfung am ETH Zentrum				
	Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt. Sie erfordert deshalb Geländegängigkeit und angepasste Ausrüstung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Feste Bergschuhe sind Pflicht!				
	Kosten: Die ETH Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen substanziellen finanziellen Beitrag an die Exkursionskosten. Der Beitrag der Studierenden beträgt CHF 200.- (inkl. Transport, Unterkunft & Vollverpflegung).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert

<b>701-0323-00L</b>	<b>Plant Ecology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Alexander, J. Hille Ris Lambers</b>
Kurzbeschreibung	This class focuses on ecological processes involved with plant life, mechanisms of plant adaptation, plant-animal and plant-soil interactions, plant strategies and implications for the structure and function of plant communities. The discussion of original research examples familiarises students with research questions and methods, and how to evaluate results and interpretations.				
Lernziel	After attending this course, you will be able to: 1. Use your understanding of plant ecological theory to interpret primary data (tables, graphs) from ecological studies. 2. Critically evaluate evidence and conclusions presented in ecological studies based on your understanding of plant ecological processes. 3. Apply your knowledge of plant ecology to make general predictions about major responses of plant communities to biotic and environmental perturbations. 4. Evaluate the main methodological approaches used to study ecological processes in plants, and decide when they should be applied to address a research question.				
Inhalt	Plant communities can be spectacularly diverse, which has long puzzled ecologists since all plants compete for the same few limiting resources. Plants also represent the matrix of ecological communities, and the structure and dynamics of plant populations drives the functioning of terrestrial ecosystems. This course provides insight into these broad themes by providing an introduction to the essential ecological processes involved with plant life. We use original research examples to discuss how ecological questions are studied and how results are interpreted. Specific topics include:  - Plant functional traits (e.g. leaf economics, phenology), and how they determine interactions between plants and their physical environment. - Plant life-history, and the different ecological strategies plants have developed to grow, survive and reproduce. - Intra- and interspecific competition as regulators of plant population dynamics and multispecies coexistence. - Interactions between plants and their friends (e.g. symbiotic fungi, pollinators) and enemies (e.g. herbivores, pathogens) above- and below-ground. - Plant functional types and rules in the assembly of plant communities.				
Skript	Handouts and further reading will be available electronically through the course Moodle at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites - General knowledge of plant biology - Basic knowledge of plant systematics - General ecological concepts				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>751-4505-00L</b>	<b>Plant Pathology II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McDonald</b>
Kurzbeschreibung	Plant Pathology II focuses on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.				
Lernziel	An understanding of the how biological control, pesticides and plant breeding can be used to achieve sustainable disease control. An understanding of the genetic basis of pathogen-plant interactions and appropriate methods for using resistance to control diseases in agroecosystems.				

Inhalt	<p>Plant Pathology II will focus on disease control in agroecosystems based on biological control, pesticide applications and breeding of resistant crop cultivars. The genetics of pathogen-plant interactions will be explored in detail as a basis for understanding the development of boom-and-bust cycles and methods that may be used to prevent the evolution of pathogen virulence and fungicide resistance.</p> <p>Lecture Topics and Tentative Schedule</p> <p>Week 1 Biological control: biofumigation, disease declines, suppressive soils.</p> <p>Week 2 Biological control: competitive exclusion, hyperparasitism.</p> <p>Week 3 Chemical control: History of fungicides in Europe, fungicide properties, application methods.</p> <p>Week 4 Fungicide categories and modes of action, antibiotics, fungicide development, fungicide safety and risk assessment (human health).</p> <p>Week 5 Resistance to fungicides. Genetics of fungicide resistance, ABC transporters, risk assessment, fitness costs. FRAC risk assessment model vs. population genetic risk assessment model.</p> <p>Week 6 Genetics of pathogen-plant interaction: genetics of pathogens, genetics of plant resistance, major gene and quantitative resistance, acquired resistance. Flor's GFG hypothesis and the quadratic check, the receptor and elicitor model of GFG, the guard model of GFG.</p> <p>Week 7 Resistance gene structure and genome distribution, conservation of LRR motifs across eukaryotes. Genetic basis of quantitative resistance. QTLs and QRLs. Connections between MGR and QR. Durability of QR.</p> <p>Week 8 Genetic resistance: Costs, benefits and risks.</p> <p>Week 9 Non-host resistance. Types of NHR. NHR in Arabidopsis with powdery mildews. NHR in maize and rice. Avirulence genes and pathogen elicitors. PAMPs, effectors, type-III secretion systems, harpins in bacteria. Fungal avirulence genes.</p> <p>Week 10 Easter holiday no class.</p> <p>Week 11 Sechselauten holiday no class.</p> <p>Week 12 Host-specific toxins. GFG for toxins and connection to apoptosis. Fitness costs of virulence alleles. Diversifying selection in NIP1.</p> <p>Week 13 Boom and bust cycles for resistance genes and fungicides and coevolutionary processes. Pathogen genetic structure and evolutionary potential. Genetic structure of pathogen populations in agroecosystems, risk assessment for pathogen evolution and breeding strategies for durable resistance.</p> <p>Week 14 Resistance gene and fungicide deployment strategies for agroecosystems.</p> <p>Week 15 Genetic engineering approaches to achieve disease resistant crops.</p>
--------	---

Skript Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.  
Literatur Lecture notes will be available for purchase at the cost of reproduction.  
Voraussetzungen / Besonderes Plant Pathology I provides a good preparation for Plant Pathology II, but is not a prerequisite for this course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien 				geprüft geprüft
<b>701-1410-01L</b>	<b>Quantitative Approaches to Plant Population and Community Ecology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Alexander, R. Delgado Manzanedo, J. Hille Ris Lambers</b>
Kurzbeschreibung	This course presents leading problems in plant ecology and the quantitative tools to address them. Example topics include plant population models to assess population viability; quantifying invasive species spread; and assessing the robustness of biological networks to perturbations. Exact topics depend on emerging problems in the field and existing expertise within the Plant Ecology Group.				
Lernziel	Students will attain deep insight into topics at the cutting edge of plant ecological research, whilst developing specific skills that can later be applied to basic and applied ecological problems.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kritisches Denken			geprüft geprüft geprüft geprüft
<b>551-1130-00L</b>	<b>Selected Topics in Mycology ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Künzler, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lecture will provide insight into the current knowledge and research on selected aspects of the fungal lifestyle. The various topics will be presented by experts in their fields. The lecture builds on the basic understanding of the fungal lifestyle taught as part of the lecture 'Fundamentals in Biology III-Multicellularity' as well as various blockcourses during the Biology bachelor.				
Lernziel	The students: are able to explain the essence of the fungal lifestyle in the light of its evolution. are aware of current methods for monitoring fungi in the environment. are able to understand the role of fungi in global ecology and ecosystem conservation and restoration. are able to give examples for antagonistic, neutral and mutualistic interactions between fungi and other organisms including animals, plants, algae, bacteria and viruses and explain their significance in ecology, medicine and agriculture. are able to explain the danger of the dual use of antifungals/fungicides in medicine and agriculture. are aware of and can explain human applications of fungi in biocontrol (agriculture) as well as food and materials production.				

Inhalt	Introduction and recapitulation of the fungal lifestyle (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Monitoring and conservation of fungi in the environment (Andrin Gross, WSL Birmensdorf) Global fungal diversity patterns and ecosystem conservation and restoration (Laura van Galen, ETH Zürich, D-USYS) Antagonistic interactions: Fungal defense against animal micropredators and bacterial competitors (Markus Künzler, ETH Zürich, D-BIOL) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of plants and mycoviruses (Simone Prospero, WSL Birmensdorf) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of insects/Biological control of insects using fungi (Jürg Enkerli, Agroscope) Antagonistic interactions: Fungal pathogens of humans and animals (Salomé Leibundgut-Landmann, University of Zürich, Vetsuisse) Environmental yeasts and biocontrol of plant pathogenic fungi (Florian Freimoser, Agroscope) Mutualistic interactions with plants I: Endomycorrhiza (Franz Bender, Agroscope and University of Zürich, Department of Plant and Microbial Biology) Mutualistic interactions with plants II: Ectomycorrhiza (Martina Peter-Baltensweiler, WSL Birmensdorf) Mutualistic interactions with algae/cyanobacteria: Lichen (Monica Andrea Garcia Otalora, ETH Zürich, D-USYS) Applications: Fungi in material science (Jonas Staub, Mycrobez) and Mushroom cultivation for food production (Cécile Villiger, Fine Funghi AG) Problem of antifungal/fungicide resistance in fungal pathogens of humans (Alix Coste, CHUV Lausanne) and Answering of student questions (ideally all lecturers)		
Skript	None		
Literatur	Announced by the various lecturers		
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 40.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

### ▶▶▶▶ Zusätzliche Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0314-00L	Microbiology (Part II)	W	3 KP	2V	W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

### ▶▶▶▶ Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0079-00L	Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry	W	1 KP	1V	G. M. Cannarozzi-Bossard
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

### ▶▶▶ Vertiefung in Systembiologie

#### ▶▶▶▶ Obligatorische Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

#### ▶▶▶▶ Wahlpflicht Konzeptkurse

*Siehe D-BIOL Master-Wegleitung*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English.  In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				

### ▶▶▶ Wahlpflicht Masterkurse I: Rechnergestütz

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani				
Voraussetzungen / Besonderes	Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library. This course is targeted at students with a non-math background.  Requirements: =====				
	1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression) 2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library)				
	An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year).				
	401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				

<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i>				
	<i>Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted.</i> <i>Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.				
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.				
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.				
Skript	Presentation slides, Web links				
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				
Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	- Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007. - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004				

### ►►► Wahlpflicht Masterkurse II: Biologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0224-00L</b>	<b>Advanced Proteomics ■</b> <i>Für Masterstudierende ab 2. Semester, Doktorierende und Postdoktorierende</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>P. Picotti, V. Cappelletti, L. Gillet, A. Leitner, P. Pedrioli</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieses Kurses ist es, etablierte und neue Technologien der Protein- und Proteom-Analyse kennenzulernen in Bezug auf ihre Anwendung in Biologie, Biotechnologie und Medizin. Format: Einführung durch Dozent mit anschliessender Diskussion (vormittags), unterstützt durch Literaturarbeit und Übungen (nachmittags).				
Lernziel	Im Kurs werden sowohl die bereits etablierten als auch die neuesten derzeit entstehenden Technologien und Methoden in der Protein- und Proteomanalyse diskutiert im Hinblick auf ihre Anwendung in der Biologie, Biotechnologie, Medizin und Systembiologie.				
Inhalt	Block course teaching current methods for the acquisition and processing of proteomic datasets.				
Skript	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Literatur	Course material (literature, presentations of the lecturers) will be provided via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of people: Not exceeding 30. Students from ETHZ, Uni Zurich and University of Basel may enrol. Non-ETH students must register at ETH Zurich as special/external students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				

Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>551-1103-00L</b>	<b>Microbial Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Vorholt-Zambelli, J. Piel</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms. Emphasis is on processes that are specific to bacteria and archaea and that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest.				
Lernziel	The lecture course aims at providing an advanced understanding of the physiology and metabolism of microorganisms.				
Inhalt	Important biochemical processes specific to bacteria and archaea will be presented that contribute to the widespread occurrence of prokaryotes. Applied aspects of microbial biochemistry will be pointed out as well as research fields of current scientific interest. Emphasis is on concepts of energy generation and assimilation.  List of topics: Microbial Biochemistry and origin of life Methanogenesis and methylotrophy Anaerobic oxidation of methane Microbial autotrophy Complex: (Ligno-)Cellulose and in demand for bioenergy Challenging: Aromatics and hydrocarbons Living on a diet and the anaplerotic provocation 20 amino acids: the making of Extending the genetic code The 21st and 22nd amino acid Some exotic biochemistry: nucleotides, cofactors Ancient biochemistry? Iron-sulfur clusters, polymers Secondary metabolites: playground of evolution				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>



Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einfuehrung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.		
Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugaenglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.		
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>		
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusaetzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugaenglich, und enthaelt weitere relevante Informationen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nuetzlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nuetzlich, aber keine Voraussetzung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert

636-0111-00L	Synthetic Biology I	W	4 KP	3G	S. Panke, J. Stelling
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.				
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall				
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

551-1126-00L	Technologies in Molecular Microbiology	W	4 KP	2V	B. Nguyen, W.-D. Hardt, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	The lecture course provides an advanced understanding of modern techniques used in molecular microbiology. Current technologies and research directions in molecular microbiology including applied aspects will be illustrated with paper discussions. The format is a lecture course enriched by group activities.				
Lernziel	The lecture course aims at providing principles of modern techniques used in molecular microbiology. Emphasis is on genetic, biochemical, cellular, and community analysis . Discussion of a set of commonly applied technologies will assist students in evaluating current research in molecular microbiology and choosing appropriate methods for their own demands.				
Inhalt	Important genetic, biochemical, biophysical, and community analysis methods will be presented that are used to gain a deeper understanding of the molecular principles and mechanisms underlying basic physiological processes in prokaryotes. Applied aspects of molecular microbiology and current research in this area will also be covered.  List of topics: - Analysis of genes, genomes and transcriptomes - Analysis of proteins, proteomes and microbial systems				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references, relevant papers and handouts will be provided during the lectures.				

Voraussetzungen / Besonderes	The following lecturers will contribute to the course: Dr. Alex Brachmann (ETH) Prof. Hans-Martin Fischer (ETH) Dr. Florian Freimoser (Agroscope) Dr. Jonas Grossmann (FGCZ) Annika Hausmann (ETH) Dr. Bidong Nguyen (ETH) Dr. Bernd Roschitzki (FGCZ) Dr. Roman Spörri (ETH)				
<b>551-1310-00L</b>	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ►►►► Empfohlene Masterkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0575-00L</b>	<b>Writing Scientific Reports for MSc Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to accompany MSc students in writing their first reports in English, providing input on scientific writing in English as well as feedback on drafts sections of the report.				
Lernziel	Students will learn to: - Plan, draft, structure, and edit scientific reports - Produce reader-friendly sentences - Establish a clear and logical flow between sentences and paragraphs - Select formal vocabulary and use it in a generally accurate and correct manner - Choose and use generally suitable grammatical structures, punctuation, and identify areas in which further development is needed				
Inhalt	The course covers the process of writing reports in biology, helping students to focus on the language and communicative aspects of these reports. Topics covered include structuring sentences, paragraphs, and longer sections (introductions, methods, etc.); presenting and integrating non-textual elements such as graphs and tables; reviewing common grammar problems for advanced writers in English; and editing drafts and proofs. Sessions will consist of a mix of specialist input, group and pair work, and editing sessions.  Students who attend this course will turn in three sections of a report (approx. 500 words each) for feedback, revising these texts for a final portfolio that is graded.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be at a stage in their research where they can already start drafting parts of the report.				

## ►► Projektarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1801-10L</b>	<b>Research Project I ■</b> <i>Nur für Biologie MSc, Studienreglement 2023</i>	<b>O</b>	<b>16 KP</b>	<b>34A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Projektarbeiten dienen dazu, sich innerhalb des Themenbereichs der gewählten Vertiefung mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und dem methodischen Vorgehen anhand eines aktuellen Forschungsprojekts unter Anleitung vertraut zu machen.				
<b>551-1801-11L</b>	<b>Research Project II ■</b> <i>Nur für Biologie MSc, Studienreglement 2023</i>	<b>O</b>	<b>16 KP</b>	<b>34A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Projektarbeiten dienen dazu, sich innerhalb des Themenbereichs der gewählten Vertiefung mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und dem methodischen Vorgehen anhand eines aktuellen Forschungsprojekts unter Anleitung vertraut zu machen.				

## ►► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1800-10L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Nur für Biologie MSc, Studienreglement 2023</i>	<b>O</b>	<b>32 KP</b>	<b>69D</b>	Dozent/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat; c. in der Kategorie Projektarbeiten mindestens 30 KP erworben haben.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit wird im Themenbereich der gewählten Vertiefung ausgeführt und ist innerhalb von sechs Monaten mit einem schriftlichen Bericht abzuschließen				

### Biologie Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Biomedical Engineering Master

## ► Vertiefungsfächer

### ►► Bioelectronics

### ►►► Kernfächer der Vertiefung

Während des Studiums müssen mindestens 12 KP aus Kernfächern einer Vertiefung (Track) erreicht werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1032-00L	<b>Neuromorphic Engineering II</b> <i>Information für UZH Studierende: Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>	W	6 KP	5G	T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".				
Lernziel	Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.				
Inhalt	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".				
	The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.				
Literatur	S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
227-0427-10L	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	W	6 KP	4G	H.-A. Loeliger
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: - hidden-Markov models - factor graphs and message passing algorithms - linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares - Gibbs sampling, particle filter - recursive local polynomial fitting for signal analysis - parameter learning by expectation maximization - linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps - binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
227-0973-00L	<b>Translational Neuromodeling</b>	W	8 KP	3V+2U+1A	K. Stephan
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.				
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.				

Inhalt This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.

Lecture topics include:

1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics
2. Psychiatric nosology
3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms
4. Principles of Bayesian inference and generative modeling
5. Variational Bayes (VB)
6. Bayesian model selection
7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)
8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases
9. Generative models of fMRI data
10. Generative models of electrophysiological data
11. Generative models of behavioural data
12. Computational concepts of schizophrenia and depression
13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients

Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.

PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of \*both\* MATLAB and Julia is required.

Literatur See TNU website:  
<https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching>

Voraussetzungen / Besonderes Good knowledge of principles of statistics, programming skills in \*both\* MATLAB and Julia.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ►►► Wahlfächer der Vertiefung

*Diese Fächer sind für die Vertiefung in Bioelectronics besonders empfohlen. Bei abweichender Fächerwahl konsultieren Sie bitte den Track Adviser.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.				
	Transducer fundamentals and test structures Pressure sensors and accelerometers Resonators and gyroscopes RF MEMS Acoustic transducers and energy harvesters Thermal transducers and energy harvesters Optical and magnetic transducers Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS Nanosystem concepts Basic electronic circuits for sensors and microsystems				
Skript	Handouts (on-line)				
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				

Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
Sensibilität für Vielfalt		gefördert			
Verhandlung		gefördert			
Persönliche Kompetenzen		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>151-0622-00L</b>		<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design				
	Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge				
	Step 2: Select soft robotic actuator material				
	Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge				
	Step 4: Basic controller for robotic functionality				
	Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios				
	Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario				
	Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario				
	Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario				
	Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation				
	Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills				
	Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains				
	Step 1: Identify the moving aspects of the problem				
Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom					
Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge					
Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain					
Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings					
Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions					
Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials					
Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material					
Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material					
Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material					
Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach					
Inhalt	Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.				
	Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications				
	Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors				
	Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering				
	Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering				
	Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models				
	Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks				
Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control					
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.				
	All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				

Literatur	1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." <i>Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst.</i> (2023). 6:1–29. 2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." <i>Advanced Engineering Materials</i> 19.12 (2017): 1700016. 3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." <i>Nature Reviews Materials</i> 3.6 (2018): 143-153. 4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." <i>Science Robotics</i> 2.12 (2017). 5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." <i>Chemical Society Reviews</i> 49.12 (2020): 4043-4069.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls. - Designed for students at the master's or PhD level. - Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.  To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.  On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Medien und digitale Technologien				gefördert
Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung				gefördert
		Kommunikation				gefördert
		Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b> <i>Number of participants limited to 45.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Nelson, Q. Boehler</b>	
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>					
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.					
Lernziel	An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.					
Inhalt	The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.					
	The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following: 0. Course Introduction 1. C Programming 2. Sensors 3. Data Acquisition 4. Signal Processing 5. Digital Filtering 6. Actuators 7. Computer Vision and Kinematics 8. Modeling and Control 9. Review and Outlook					
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website ( <a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a> ) The students are expected to be familiar with C programming.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung				gefördert
		Problemlösung				gefördert
Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>	
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.					
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.					



Inhalt	<p>I- INTRODUCTORY CONCEPTS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics</li> <li>2. The optical near field</li> <li>3. Reminders on light-matter interaction</li> <li>4. Reminders on optical resonators</li> </ol> <p>II- PLASMONICS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Surface plasmon polaritons</li> <li>2. Localized surface plasmons</li> <li>3. Hot carriers</li> <li>4. Thermoplasmonics</li> </ol> <p>III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mie resonances in subwavelength particles</li> <li>2. Electric versus magnetic resonances</li> <li>3. Mode engineering and directional scattering</li> <li>4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics</li> </ol> <p>IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Photonic crystals</li> <li>2. Metamaterials</li> <li>3. Topological photonics</li> <li>4. Flat optics, metasurfaces &amp; metalenses</li> </ol> <p>V- APPLICATIONS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renewable energy</li> <li>2. Biomedicine</li> <li>3. Information and Communication Technology</li> </ol>				
Skript	Class notes and handouts				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet &amp; Lalanne</li> <li>- Absorption and scattering of light by small particles - Bohren &amp; Huffman</li> <li>- Thermoplasmonics - Baffou</li> <li>- Plasmonics - Maier</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft	geprüft
<b>151-0964-00L</b>	<b>Medical Technology Innovation for Underrepresented Groups</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>I. Herrmann</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses the unique engineering challenges in designing medical technology for underrepresented groups. The course aims to bridge the gap between technological advancement and equitable access. It emphasizes understanding the specific needs of these groups, cultural competency, and designing with inclusivity.				
Lernziel	By the end of the course, students will: Grasp the specific engineering and technological challenges faced by underrepresented groups. Design and prototype medical technologies that cater to the unique needs of these groups. Appreciate the importance of inclusive and equitable engineering solutions.				
Inhalt	The course aspires to instill in budding engineers a sense of responsibility, the skills, and the motivation to engineer medical solutions that are genuinely inclusive, addressing the needs and challenges faced by underrepresented groups in society.				
Skript	Available on the moodle.				
Literatur	"Frugal Innovation: How to Do More with Less" by Navi Radjou and Jaideep Prabhu.				
Voraussetzungen / Besonderes	Completed BSc.				
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be taught. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, couplers (MMI-couplers,...), Holograms,...				
Inhalt	<p>Chapter 1: Ray Optics</p> <p>Chapter 2: Electromagnetic Optics</p> <p>Chapter 3: Polarization</p> <p>Chapter 4: Coherence and Interference</p> <p>Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction</p> <p>Chapter 6: Guided Wave Optics</p> <p>Chapter 7: Optical Fibers</p> <p>Chapter 8: The Laser</p>				
Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
<b>227-0395-00L</b>	<b>Neural Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
Lernziel	This course introduces <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>				
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).  As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>227-0622-00L</b>	<b>Applications of Thermal Modeling: From Hot Atoms to W Heated Tissues</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Neufeld, M. Luisier</b>
Kurzbeschreibung	How about leveraging heat to cure cancer or to solve today's energy crisis? Computational simulation of heat-related phenomena from the atomic-scale to living organisms is key to achieve these goals and will be at the core of this multidisciplinary course. The necessary physics, modeling, and computing background will be covered, from theory to practical implementations in concrete applications.				
Lernziel	During this course students will: <ul style="list-style-type: none"> <li>- learn the physics governing the formation and propagation of heat in solids and living human tissues;</li> <li>- discover how heat can be used in personalised cancer therapies or in thermoelectric applications to produce reusable energy;</li> <li>- develop computational models describing electromagnetically-induced heating;</li> <li>- get familiar with computational simulation techniques across a wide range of spatial scales, incl. methods for simulating in vivo heating, considering thermoregulation and perfusion, or more fundamental approaches that consider heat at the level of atomic vibrations;</li> <li>- implement and apply simulation techniques within a state-of-the-art open-source simulation platform for computational life sciences, and a framework for computer-aided design of nanoscale electronic devices;</li> <li>- learn about practical aspects related to performance-critical coding and numerics for computational simulations;</li> <li>- work on two small projects applying the theoretical concepts presented during the lectures to two specific real-world applications where heat modeling is required;</li> </ul>				
Inhalt	- learn about current challenges of high social relevance associated with heat modeling. The following topics will be covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to electromagnetic heating, from its social relevance and history to its application in biology and electronics;</li> <li>- personalised therapies relying on local heating;</li> <li>- thermoelectricity (production of electricity from heat gradients);</li> <li>- microscopic/macroscopic thermal transport including governing equations, numerical methods to solve them, and applications;</li> <li>- numerical algorithms and their implementation, shared and distributed parallelization approaches and pitfalls, use of graphics processing units (GPUs) for hardware acceleration, and solutions for high performance computing;</li> <li>- usage of the Sim4Life simulation platform (therapy planning) and of the OMEN technology computer aided design tool (device simulation) as practical examples;</li> <li>- odel verification and validation.</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/</a>				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is ideal for students who have an interest in computational sciences, a passion for interdisciplinarity, and generally enjoy problem-solving.				
	The course requires a basic knowledge of Python scripting and C/C++ coding skills, undergraduate entry-level familiarity with electric and magnetic fields/forces, differential equations, calculus, and basic knowledge of biology and physics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>
Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.				
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking.				
	Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints.				
	Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.				
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects.				
	The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study).				
	To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.				
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.				
<b>227-0690-11L</b>	<b>Large-Scale Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Mühlebach</b>
Kurzbeschreibung	Convex optimization has revolutionized modern decision making and underpins many scientific and engineering disciplines. To enable its use in modern large-scale applications, we require new analytical methods that address limitations of existing solutions. This course is intended to provide a comprehensive overview of convex analysis and numerical methods for large-scale optimization.				
Lernziel	Students should be able to apply the fundamental results in convex analysis and numerical methods to analyze and solve large-scale convex optimization problems.				
Inhalt	Convex analysis and methods for large-scale optimization. Topics will include: convex sets and functions ; duality theory ; optimality and infeasibility conditions ; structured optimization problems ; gradient-based methods ; operator splitting methods ; distributed and decentralized optimization ; applications in various research areas.				
Skript	Available on the course Moodle platform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and analysis.				
<b>227-0690-12L</b>	<b>Advanced Topics in Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising</b>
Kurzbeschreibung	Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.				
Lernziel	By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.				
Inhalt	Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.				
Skript	A complete set of lecture notes and slides will be provided.				
Literatur	The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors: <a href="http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/">http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.				
<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on the challenging task of extracting robust, quantitative metrics from imaging data and is intended to bridge the gap between pure signal processing and the experimental science of imaging. The course will focus on techniques, scalability, and science-driven analysis.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction of applied image processing for research science covering basic image processing, quantitative methods, and statistics.</li> <li>2. Understanding of imaging as a means to accomplish a scientific goal.</li> <li>3. Ability to apply quantitative methods to complex 3D data to determine the validity of a hypothesis</li> </ol>				

**Inhalt** Imaging is a well established field and is rapidly growing as technological improvements push the limits of resolution in space, time, material and functional sensitivity. These improvements have meant bigger, more diverse datasets being acquired at an ever increasing rate. With methods varying from focused ion beams to X-rays to magnetic resonance, the sources for these images are exceptionally heterogeneous; however, the tools and techniques for processing these images and transforming them into quantitative, biologically or materially meaningful information are similar.

The course consists of equal parts theory and practical analysis of first synthetic and then real imaging datasets. Basic aspects of image processing are covered such as filtering, thresholding, and morphology. From these concepts a series of tools will be developed for analyzing arbitrary images in a very generic manner. Specifically a series of methods will be covered, e.g. characterizing shape, thickness, tortuosity, alignment, and spatial distribution of material features like pores. From these metrics the statistics aspect of the course will be developed where reproducibility, robustness, and sensitivity will be investigated in order to accurately determine the precision and accuracy of these quantitative measurements. A major emphasis of the course will be scalability and the tools of the 'Big Data' trend will be discussed and how cluster, cloud, and new high-performance large dataset techniques can be applied to analyze imaging datasets. In addition, given the importance of multi-scale systems, a data-management and analysis approach based on modern databases will be presented for storing complex hierarchical information in a flexible manner. Finally as a concluding project the students will apply the learned methods on real experimental data from the latest 3D experiments taken from either their own work / research or partnered with an experimental imaging group.

The course provides the necessary background to perform the quantitative evaluation of complicated 3D imaging data in a minimally subjective or arbitrary manner to answer questions coming from the fields of physics, biology, medicine, material science, and paleontology.

**Skript** Available online. <https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html>

**Literatur** Will be indicated during the lecture.

**Voraussetzungen / Besonderes** Ideally, students will have some familiarity with basic manipulation and programming in languages like Python, Matlab, or R. Interested students who are worried about their skill level in this regard are encouraged to contact Anders Kaestner directly ([anders.kaestner@psi.ch](mailto:anders.kaestner@psi.ch)).

More advanced students who are familiar with Python, C++, (or in some cases Java) will have to opportunity to develop more of their own tools.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

---

**227-0973-00L Translational Neuromodeling W 8 KP 3V+2U+1A K. Stephan**

**Kurzbeschreibung** This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.

**Lernziel** To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.

**Inhalt** This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.

Lecture topics include:

1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics
2. Psychiatric nosology
3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms
4. Principles of Bayesian inference and generative modeling
5. Variational Bayes (VB)
6. Bayesian model selection
7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)
8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases
9. Generative models of fMRI data
10. Generative models of electrophysiological data
11. Generative models of behavioural data
12. Computational concepts of schizophrenia and depression
13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients

Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.

PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of \*both\* MATLAB and Julia is required.

**Literatur** See TNU website: <https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching>

**Voraussetzungen / Besonderes** Good knowledge of principles of statistics, programming skills in \*both\* MATLAB and Julia.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Medien und digitale Technologien				geprüft
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>227-0976-00L</b>	<b>Computational Psychiatry &amp; Computational Psychosomatics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>		<b>K. Stephan</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>					
	<i>Information for UZH students:</i>					
	<i>Enrolment to this course unit only possible at ETH Zurich.</i>					
	<i>No enrolment to module BMT20002.</i>					
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>					
Kurzbeschreibung	This seminar deals with the development of clinically relevant computational tools and/or their application to psychiatry and psychosomatics. Complementary to the annual Computational Psychiatry Course, it serves to build bridges between computational scientists and clinicians and is designed to foster in-depth exchange, with ample time for discussion					
Lernziel	Understanding strengths and weaknesses of current trends in the development of clinically relevant computational tools and their application to problems in psychiatry and psychosomatics.					
Inhalt	This seminar deals with the development of computational tools (e.g. generative models, machine learning) and/or their application to psychiatry and psychosomatics. The seminar includes (i) presentations by computational scientists and clinicians, (ii) group discussion with focus on methodology and clinical utility, (iii) self-study based on literature provided by presenters.					
Literatur	Literature for additional self-study of the topics presented in this seminar will be provided by the presenters and will be available online at <a href="https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching">https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching</a>					
Voraussetzungen / Besonderes	Participants are expected to be familiar with general principles of statistics (including Bayesian statistics) and have successfully completed the course "Computational Psychiatry" (Course number 227-0971-00L).					
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>		<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>					
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.					
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>					
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				geprüft
		Medien und digitale Technologien				geprüft
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert

<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.				
Inhalt	<p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul> <p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p>				
Skript	Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.				
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				

Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Data Structures &amp; Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.</p> <p>Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	<p>Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.</p>				
Lernziel	<p>The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.</p>				
Inhalt	<p>Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.</p>				

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

376-1308-00L

**Development Strategies for Medical Implants**

**W**

**3 KP**

**2V+1U**

**J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan**

Kurzbeschreibung

Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).

Lernziel

Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.



Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.		
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)		
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)		
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading		
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.		
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition		
	Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.		
	Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft gefördert

---

<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
---------------------	---------------------------------	----------	-------------	-----------	----------------------------------

Kurzbeschreibung	This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.		
Lernziel	The learning objectives include 1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics 2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it 3. Review materials commonly used in orthopaedic applications 4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices		
Inhalt	The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.		
Skript	Stored on Moodle.		
Literatur	Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems		
	Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090		
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

---

<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.		
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.		

Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1712-00L</b>	<b>Finite Element Analysis in Biomedical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Ferguson, B. Helgason</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering.				
Lernziel	Finite element analysis is a powerful simulation method for the (approximate) solution of boundary value problems. While its traditional roots are in the realm of structural engineering, the methods have found wide use in the biomedical engineering domain for the simulation of the mechanical response of the human body and medical devices. This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering. This domain offers many unique challenges, including multi-scale problems, multi-physics simulation, complex and non-linear material behaviour, rate-dependent response, dynamic processes and fluid-solid interactions. Theories taught are reinforced through practical applications in self-programmed and commercial simulation software, using e.g. MATLAB, ANSYS, FEBIO.				
Inhalt	<p>(Theory) The Finite Element and Finite Difference methods Galerkin, weighted residuals, discretization</p> <p>(Theory) Mechanical analysis of structures Trusses, beams, solids and shells, DOFs, hand calculations of simple FE problems, underlying PDEs</p> <p>(Application) Mechanical analysis of structures Truss systems, beam systems, 2D solids, meshing, organ level analysis of bones</p> <p>(Theory and Application) Mechanical analysis of structures Micro- and multi-scale analysis, voxel models, solver limitations, large scale solvers</p> <p>(Theory) Non-linear mechanical analysis of structures Large strain, Newton-Raphson, plasticity</p> <p>(Application) Non-linear mechanical analysis of structures Plasticity (bone), hyperelasticity, viscoelasticity</p> <p>(Theory and Application) Contact analysis Friction, bonding, rough contact, implants, bone-cement composites, pushout tests</p> <p>(Theory) Flow in Porous Media Potential problems, Terzaghi's consolidation</p> <p>(Application) Flow in Porous Media Confined and unconfined compression of cartilage</p> <p>(Theory) Heat Transfer and Mass Transport Diffusion, conduction and convection, equivalency of equations</p> <p>(Application) Heat Transfer and Mass Transport Sequentially-coupled poroelastic and transport models for solute transport</p> <p>(Theory) Computational Biofluid Dynamics Newtonian vs. Non-Newtonian fluid, potential flow</p> <p>(Application) Computational Biofluid Dynamics Flow between micro-rough parallel plates</p>				
Skript	Handouts consisting of (i) lecturers' script, (ii) selected excerpts from relevant textbooks, (iii) selected excerpts from theory manuals of commercial simulation software, (iv) relevant scientific publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with basic numerical methods. Programming experience with MATLAB.				
<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.				
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.				

Inhalt	<p>The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomo) therapy approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.</p>				
<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	<p>The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.</p>				
Lernziel	<p>The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.</p> <p>In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.</p> <p>Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.</p> <p>Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.</p> <p>For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.</p> <p>The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.</p>				
Inhalt	<p>Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  How to compare the performance of laboratory-based tomography  Physical approaches in medicine and medical imaging  Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  Shape memory alloy-based medical implants  From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  Artificial muscles for treating severe incontinence  Applying physics in medicine: Benefitting patients</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.  No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				

Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.
Skript	will be provided via Internet (Ilias)
Literatur	- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press - B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc. - O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press - J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag - M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag - A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".

## ▶▶▶ Biologiefächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0398-10L</b>	<b>Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.				
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology				
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs				
Skript	Lecture notes and handouts				
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014				
<b>227-0949-00L</b>	<b>Biological Methods for Engineers ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	The course during 8 afternoons (13h to 18h) covers basic laboratory skills and safety, cell culture, protein analysis, RNA/DNA Isolation and RT-PCR. Each topic will be introduced, followed by practical work at the bench. Presence during the course is mandatory.				
Lernziel	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Inhalt	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment is limited and students from the Master's programme in Biomedical Engineering (BME) have priority.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert geprüft geprüft gefördert
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				

Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.		
	In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.		
Skript	Scripts of all lectures will be available.		
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ►► Bioimaging

### ►►► Kernfächer der Vertiefung

*Während des Studiums müssen mindestens 12 KP aus Kernfächern einer Vertiefung (Track) erreicht werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				

### ►►► Wahlfächer der Vertiefung

*Diese Fächer sind für die Vertiefung in Bioimaging besonders empfohlen. Bei abweichender Fächerwahl konsultieren Sie bitte den Track Adviser.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0967-00L</b>	<b>Computational Neuroimaging Clinic</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	This seminar teaches problem solving skills for computational neuroimaging (incl. associated computational analyses of behavioural data). It deals with a variety of real-life problems that are brought to this meeting from the neuroimaging community at Zurich, e.g., concerning mass-univariate and multivariate analyses of fMRI/EEG/OPM data, or generative models of fMRI/EEG/OPM, or behavioural data.				
Lernziel	1. Consolidation of theoretical knowledge (obtained in one of the following courses: Methods & models for fMRI data analysis, Translational Neuromodeling, Computational Psychiatry) in a practical setting. 2. Acquisition of practical problem solving strategies for computational modeling of neuroimaging data.				
Inhalt	This seminar teaches problem solving skills for computational neuroimaging (incl. associated computational analyses of behavioural data). It deals with a variety of real-life problems that are brought to this meeting from the neuroimaging community at Zurich, e.g., concerning mass-univariate and multivariate analyses of fMRI/EEG/OPM data, or generative models of fMRI/EEG/OPM or behavioural data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants are expected to be familiar with general principles of statistics and have successfully completed at least one of the following courses: Methods & models for fMRI data analysis, Translational Neuromodeling, Computational Psychiatry				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be taught. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, couplers (MMI-couplers,...), Holograms,...				
Inhalt	Chapter 1: Ray Optics				
	Chapter 2: Electromagnetic Optics				
	Chapter 3: Polarization				
	Chapter 4: Coherence and Interference				
	Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction				
	Chapter 6: Guided Wave Optics				
	Chapter 7: Optical Fibers				
	Chapter 8: The Laser				
Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level.				
	The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy.				
	During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	<i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i> It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.				
	Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.				
	The course will be held in English.				
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				

The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.

Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted.

Further information can be found at: [www.excite.ethz.ch](http://www.excite.ethz.ch).

Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.		
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.		
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.		
Skript	Presentation slides, Web links		
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

---

<b>227-0424-00L</b>	<b>Model- and Learning-Based Inverse Problems in Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1P</b>	<b>V. Vishnevskiy</b>
Kurzbeschreibung	Reconstruction is an inverse problem which estimates images from noisy measurements. Model-based reconstructions use analytical models of the imaging process and priors. Data-based methods directly approximate inversion using training data. Combining these two approaches yields physics-aware neural nets and state-of-the-art imaging accuracy (MRI, US, CT, microscopy, non-destructive imaging).				
Lernziel	The goal of this course is to introduce the mathematical models of imaging experiments and practice implementation of numerical methods to solve the corresponding inverse problem. Students will learn how to improve reconstruction accuracy by introducing prior knowledge in the form of regularization models and training data. Furthermore, students will practice incorporating imaging model knowledge into deep neural networks.				

Inhalt	<p>The course is based on following fundamental fields: (i) numerical linear algebra, (ii) mathematical statistics and learning theory, (iii) convex optimization and (iv) signal processing. The first part of the course introduces classical linear and nonlinear methods for image reconstruction. The second part considers data-based regularization and covers modern deep learning approaches to inverse problems in imaging. Finally, we introduce advances in the actively developing field of experimental design in biomedical imaging (i.e. how to conduct an experiment in a way to enable the most accurate reconstruction).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: Examples of inverse problems, general introduction. Refresh prerequisites.</li> <li>2. Linear algebra in imaging: Refresh prerequisites. Demonstrate properties of operators employed in imaging.</li> <li>3. Linear inverse problems and regularization: Classical theory of inverse problems. Introduce notion of ill-posedness and regularization.</li> <li>3. Compressed sensing: Sparsity, basis-CS, TV-CS. Notion of analysis and synthesis forms of reconstruction problems. Application of PGD and ADMM to reconstruction.</li> <li>4. Advanced priors and model selection: Total generalized variation, GMM priors, vectorial TV, low-rank, and tensor models. Stein's unbiased risk estimator.</li> <li>5. Dictionary and prior learning: Classical dictionary learning. Gentle intro to machine learning. A lot of technical details about patch-models.</li> <li>6. Deep learning in image reconstruction: Generic convolutional-NN models (automap, residual filtering, u-nets). Talk about the data generation process. Characterized difference between model- and data-based reconstruction methods. Mode averaging.</li> <li>7. Loop unrolling and physics-aware networks for reconstruction: Autograd, Variational Networks, a lot of examples and intuition. Show how to use them efficiently, e.g. adding preconditioners, attention, etc.</li> <li>8. Generative models and uncertainty quantification: Amortized posterior, variational autoencoders, adversarial learning. Estimation uncertainty quantification.</li> <li>9. Inversible networks for estimation: Gradient flows in networks, invertible neural networks for estimation problems.</li> <li>10. Experimental design in imaging: Acquisition optimization for continuous models. How far can we exploit autograd?</li> <li>11. Signal sampling optimization in MRI. Reinforcement learning: Acquisition optimization for discrete models. Reinforce and policy gradients, variance minimization for discrete variables (RELAX, REBAR). Cartesian under-sampling pattern design</li> <li>12. Summary and exam preparation.</li> </ol>
Skript	Lecture slides with references will be provided during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to know the basics of (i) numerical linear algebra, (ii) applied methods of convex optimization, (iii) computational statistics, (iv) Matlab and Python.

<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.			
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.			
Inhalt	<p>The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.</p> <p>PART 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INTRODUCTION -</li> <li>Chapter 1: Introduction to THz Physics</li> <li>Chapter 2: Components of THz Technology</li> <li>- THz TECHNOLOGY MODULES -</li> <li>Chapter 3: THz Generation</li> <li>Chapter 4: THz Detection</li> <li>Chapter 5: THz Manipulation</li> <li>- APPLICATIONS -</li> <li>Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication</li> <li>Chapter 7: THz Non-destructive Testing</li> <li>Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</li> </ul> <p>PART 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PROJECT WORK -</li> <li>Short project work related to the topics covered in the lecture.</li> <li>Short presentation of the learnings from the project work.</li> <li>Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</li> </ul>			
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.			
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009</li> <li>- Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required.</p> <p>Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.</p>			
<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>





Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>227-0976-00L</b>	<b>Computational Psychiatry &amp; Computational Psychosomatics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Information for UZH students:</i> <i>Enrolment to this course unit only possible at ETH Zurich.</i> <i>No enrolment to module BMT20002.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	<b>K. Stephan</b>
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This seminar deals with the development of clinically relevant computational tools and/or their application to psychiatry and psychosomatics. Complementary to the annual Computational Psychiatry Course, it serves to build bridges between computational scientists and clinicians and is designed to foster in-depth exchange, with ample time for discussion				
Lernziel	Understanding strengths and weaknesses of current trends in the development of clinically relevant computational tools and their application to problems in psychiatry and psychosomatics.				
Inhalt	This seminar deals with the development of computational tools (e.g. generative models, machine learning) and/or their application to psychiatry and psychosomatics. The seminar includes (i) presentations by computational scientists and clinicians, (ii) group discussion with focus on methodology and clinical utility, (iii) self-study based on literature provided by presenters.				
Literatur	Literature for additional self-study of the topics presented in this seminar will be provided by the presenters and will be available online at <a href="https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching">https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants are expected to be familiar with general principles of statistics (including Bayesian statistics) and have successfully completed the course "Computational Psychiatry" (Course number 227-0971-00L).				
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				
<b>327-2144-00L</b>	<b>Microscopy Training Cryogenic Electron Microscopy ■ W</b> <i>Please register here:</i> <i><a href="https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42cKFpFVjPyA38BGrok_Y/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42cKFpFVjPyA38BGrok_Y/edit#responses</a></i>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Peterek, B. Qureshi, E. J. Barthazy Meier, S. Handschin, M. S. Lucas-Droste, P. Zeng</b>	
Kurzbeschreibung	The introductory course on cryogenic electron microscopy (cryoEM) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of cryoEM theory, instrumentation, operation and applications</li> <li>- Prepare cryoEM sample (vitrification using Vitrobot)</li> <li>- Set-up, align and operate a cryoTEM successfully and safely</li> <li>- Set up automated data collection</li> <li>- Basic processing steps to analyze/interpret the data e.g., reconstruction 3D volumes</li> </ul>		
Inhalt	<p>This course introduces and gives an overview of cryoEM and its applications. At the end of the course, students will be familiar with how to prepare vitrified probe and how to use a cryoTEM to collect and analyze data for exemplary techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on cryoEM and instrumentation</li> <li>- Lectures on cryoEM theory</li> <li>- Lectures on cryoEM applications</li> <li>- Practicals/demonstration on vitrification, grid preparation</li> <li>- Practicals/demonstration on data collection</li> <li>- Lecture and practicals/demonstration on reconstruction of 3D volumes from 2D cryoEM projections/images</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Course slides</li> <li>- EM-University: (<a href="https://em-learning.com/">https://em-learning.com/</a>)</li> <li>- Book: CryoEM Methods and Protocols edited by T Gonen, B B Nannenga</li> <li>- Book: Single-particle Cryo-eM of Biological Macromolecules edited by R M Glaeser, E Nogales, W Chiu</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The students should fulfil one or more of these prerequisites:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training TEM I</li> <li>- Prior TEM experience</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
Kurzbeschreibung	This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.				
Lernziel	<p>The learning objectives include</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics</li> <li>2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it</li> <li>3. Review materials commonly used in orthopaedic applications</li> <li>4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices</li> </ol>				
Inhalt	<p>The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.</p>				
Skript	Stored on Moodle.				
Literatur	<p>Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems</p> <p>Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny  Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007  ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		

<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.				

Lernziel	<p>The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.</p> <p>In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.</p> <p>Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.</p> <p>Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.</p> <p>For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.</p>				
Inhalt	<p>The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.</p> <p>Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  How to compare the performance of laboratory-based tomography  Physical approaches in medicine and medical imaging  Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  Shape memory alloy-based medical implants  From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  Artificial muscles for treating severe incontinence  Applying physics in medicine: Benefitting patients</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.  No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation and its interaction with tissue. The lecture gives insight into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press</li> <li>- B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc.</li> <li>- O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press</li> <li>- J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag</li> <li>- M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag</li> <li>- A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>

Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.		
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.		
Inhalt	<p>Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using ions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> <p>Single molecule imaging techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>		
Skript	Lecture notes will be made available online.		
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

## ►►► Biologiefächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0398-10L</b>	<b>Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.				
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology				
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs				
Skript	Lecture notes and handouts				
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014				
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.				
	In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert

<b>227-0949-00L</b>	<b>Biological Methods for Engineers ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	The course during 8 afternoons (13h to 18h) covers basic laboratory skills and safety, cell culture, protein analysis, RNA/DNA Isolation and RT-PCR. Each topic will be introduced, followed by practical work at the bench. Presence during the course is mandatory.				
Lernziel	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Inhalt	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment is limited and students from the Master's programme in Biomedical Engineering (BME) have priority.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert		

## ►► Biomechanics

### ►►► Kernfächer der Vertiefung

Während des Studiums müssen mindestens 12 KP aus Kernfächern einer Vertiefung (Track) erreicht werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b> <i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.  Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.  The course will be held in English.				

<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.  Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture 14: Concluding lecture and case studies				

Skript	n/a			
Literatur	Topical Scientific Manuscripts			
<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b> <b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
Kurzbeschreibung	This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.			
Lernziel	The learning objectives include 1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics 2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it 3. Review materials commonly used in orthopaedic applications 4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices			
Inhalt	The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.			
Skript	Stored on Moodle.			
Literatur	Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems  Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090			
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>376-1712-00L</b>	<b>Finite Element Analysis in Biomedical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b> <b>S. J. Ferguson, B. Helgason</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering.			
Lernziel	Finite element analysis is a powerful simulation method for the (approximate) solution of boundary value problems. While its traditional roots are in the realm of structural engineering, the methods have found wide use in the biomedical engineering domain for the simulation of the mechanical response of the human body and medical devices. This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering. This domain offers many unique challenges, including multi-scale problems, multi-physics simulation, complex and non-linear material behaviour, rate-dependent response, dynamic processes and fluid-solid interactions. Theories taught are reinforced through practical applications in self-programmed and commercial simulation software, using e.g. MATLAB, ANSYS, FEBIO.			

Inhalt	(Theory) The Finite Element and Finite Difference methods Galerkin, weighted residuals, discretization
	(Theory) Mechanical analysis of structures Trusses, beams, solids and shells, DOFs, hand calculations of simple FE problems, underlying PDEs
	(Application) Mechanical analysis of structures Truss systems, beam systems, 2D solids, meshing, organ level analysis of bones
	(Theory and Application) Mechanical analysis of structures Micro- and multi-scale analysis, voxel models, solver limitations, large scale solvers
	(Theory) Non-linear mechanical analysis of structures Large strain, Newton-Rhapson, plasticity
	(Application) Non-linear mechanical analysis of structures Plasticity (bone), hyperelasticity, viscoelasticity
	(Theory and Application) Contact analysis Friction, bonding, rough contact, implants, bone-cement composites, pushout tests
	(Theory) Flow in Porous Media Potential problems, Terzhagi's consolidation
	(Application) Flow in Porous Media Confined and unconfined compression of cartilage
	(Theory) Heat Transfer and Mass Transport Diffusion, conduction and convection, equivalency of equations
	(Application) Heat Transfer and Mass Transport Sequentially-coupled poroelastic and transport models for solute transport
	(Theory) Computational Biofluid Dynamics Newtonian vs. Non-Newtonian fluid, potential flow
	(Application) Computational Biofluid Dynamics Flow between micro-rough parallel plates
Skript	Handouts consisting of (i) lecturers' script, (ii) selected excerpts from relevant textbooks, (iii) selected excerpts from theory manuals of commercial simulation software, (iv) relevant scientific publications.
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with basic numerical methods. Programming experience with MATLAB.

### ►►► Wahlfächer der Vertiefung

*Diese Fächer sind für die Vertiefung in Biomechanics besonders empfohlen. Bei abweichender Fächerwahl konsultieren Sie bitte den Track Adviser.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0513-00L</b>	<b>Mechanics of Soft Materials and Tissues</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. E. Ehret</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to concepts for the constitutive modelling of highly deformable materials with non-linear properties is given in application to rubber-like materials and soft biological tissues. Related experimental methods for materials characterization and computational aspects of simulation are also briefly addressed.				
Lernziel	After successful completion of the course students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• name important examples of the wide range of non-linear mechanical behaviours displayed by soft materials and tissues.</li> <li>• describe typical experimental set-ups for characterization soft materials and to critically interpret the corresponding experimental data.</li> <li>• explain basic physical concepts to relate the structure and mechanical properties of rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• discuss and safely apply mathematical concepts for modelling these materials.</li> <li>• explain, select and define suitable material models for rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• evaluate the response predicted by constitutive models in simple load cases.</li> </ul>				
Inhalt	Soft solids: rubber-like materials, gels, soft biological tissues Non-linear continuum mechanics: kinematics, stress, balance laws Mechanical characterization: experiments and their interpretation Constitutive modeling: basic principles Large strain elasticity: hyperelastic materials Rubber-elasticity: statistical vs. phenomenological models Biomechanics of soft tissues: composites, anisotropy, heterogeneity Dissipative behavior: examples and the concept of internal variables.				
Skript	Accompanying learning materials will be provided or made available for download during the course.				
Literatur	Recommended text: G.A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics - A continuum approach for engineering, 2000 L.R.G. Treloar, The physics of rubber elasticity, 3rd ed., 2005 P. Haupt, Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2nd ed., 2002				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in continuum mechanics is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				



Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design				
	Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge Step 2: Select soft robotic actuator material Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge Step 4: Basic controller for robotic functionality				
Lernziel	Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios				
	Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills				
Lernziel	Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains				
	Step 1: Identify the moving aspects of the problem Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions				
Lernziel	Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials				
	Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach				
Inhalt	Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.				
Skript	Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications				
	Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors				
	Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering				
	Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering				
	Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models				
	Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks				
	Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control				
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.				
	All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				
Literatur	1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29.				
	2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016.				
	3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153.				
	4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017).				
	5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.				

Voraussetzungen / Besonderes	<p>- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls.  - Designed for students at the master's or PhD level.  - Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<p><i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i></p> <p><i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.</p>				
Lernziel	<p>Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.</p>				
Inhalt	<p>This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO<sub>2</sub> sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.</p>				
Skript	<p>Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.</p> <p>Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.</p> <p>To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.</p> <p>On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	<p>Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).</p>				

Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.			
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.			
Skript	Lecture notes are provided electronically.			
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.			
<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on the challenging task of extracting robust, quantitative metrics from imaging data and is intended to bridge the gap between pure signal processing and the experimental science of imaging. The course will focus on techniques, scalability, and science-driven analysis.			
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction of applied image processing for research science covering basic image processing, quantitative methods, and statistics.</li> <li>2. Understanding of imaging as a means to accomplish a scientific goal.</li> <li>3. Ability to apply quantitative methods to complex 3D data to determine the validity of a hypothesis</li> </ol>			
Inhalt	<p>Imaging is a well established field and is rapidly growing as technological improvements push the limits of resolution in space, time, material and functional sensitivity. These improvements have meant bigger, more diverse datasets being acquired at an ever increasing rate. With methods varying from focused ion beams to X-rays to magnetic resonance, the sources for these images are exceptionally heterogeneous; however, the tools and techniques for processing these images and transforming them into quantitative, biologically or materially meaningful information are similar.</p> <p>The course consists of equal parts theory and practical analysis of first synthetic and then real imaging datasets. Basic aspects of image processing are covered such as filtering, thresholding, and morphology. From these concepts a series of tools will be developed for analyzing arbitrary images in a very generic manner. Specifically a series of methods will be covered, e.g. characterizing shape, thickness, tortuosity, alignment, and spatial distribution of material features like pores. From these metrics the statistics aspect of the course will be developed where reproducibility, robustness, and sensitivity will be investigated in order to accurately determine the precision and accuracy of these quantitative measurements. A major emphasis of the course will be scalability and the tools of the 'Big Data' trend will be discussed and how cluster, cloud, and new high-performance large dataset techniques can be applied to analyze imaging datasets. In addition, given the importance of multi-scale systems, a data-management and analysis approach based on modern databases will be presented for storing complex hierarchical information in a flexible manner. Finally as a concluding project the students will apply the learned methods on real experimental data from the latest 3D experiments taken from either their own work / research or partnered with an experimental imaging group.</p> <p>The course provides the necessary background to perform the quantitative evaluation of complicated 3D imaging data in a minimally subjective or arbitrary manner to answer questions coming from the fields of physics, biology, medicine, material science, and paleontology.</p>			
Skript	Available online. <a href="https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html">https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html</a>			
Literatur	Will be indicated during the lecture.			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students will have some familiarity with basic manipulation and programming in languages like Python, Matlab, or R. Interested students who are worried about their skill level in this regard are encouraged to contact Anders Kaestner directly (<a href="mailto:anders.kaestner@psi.ch">anders.kaestner@psi.ch</a>).</p> <p>More advanced students who are familiar with Python, C++, (or in some cases Java) will have to opportunity to develop more of their own tools.</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
<b>151-0964-00L</b>	<b>Medical Technology Innovation for Underrepresented Groups</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>I. Herrmann</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses the unique engineering challenges in designing medical technology for underrepresented groups. The course aims to bridge the gap between technological advancement and equitable access. It emphasizes understanding the specific needs of these groups, cultural competency, and designing with inclusivity.			
Lernziel	By the end of the course, students will: Grasp the specific engineering and technological challenges faced by underrepresented groups. Design and prototype medical technologies that cater to the unique needs of these groups. Appreciate the importance of inclusive and equitable engineering solutions.			
Inhalt	The course aspires to instill in budding engineers a sense of responsibility, the skills, and the motivation to engineer medical solutions that are genuinely inclusive, addressing the needs and challenges faced by underrepresented groups in society.			
Skript	Available on the moodle.			
Literatur	"Frugal Innovation: How to Do More with Less" by Navi Radjou and Jaideep Prabhu.			
Voraussetzungen / Besonderes	Completed BSc.			
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b> <b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>			
Lernziel	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data. The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.			

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert		
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.				
	High-level: <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul>				
	Lower-level: <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>				
Inhalt	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.				
	The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.				
Skript	Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft		
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				

Lernziel	Die Studierenden können...																																				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>																																				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ul> <p>Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.</p>																																				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.																																				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistenten zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.																																				
Kompetenzen	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 40%;">Verfahren und Technologien</td> <td style="width: 20%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	gefördert		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft																																			
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																			
	Entscheidungsfindung	gefördert																																			
	Medien und digitale Technologien	gefördert																																			
	Problemlösung	geprüft																																			
	Projektmanagement	gefördert																																			
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																			
	Kreatives Denken	gefördert																																			
	Kritisches Denken	gefördert																																			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																			

---

<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				

Literatur

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>376-1150-00L</b>	<b>Clinical Challenges in Musculoskeletal Disorders</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Leunig, S. J. Ferguson, Z.-M. Manjaly</b>
Kurzbeschreibung	This course reviews musculoskeletal disorders focusing on the clinical presentation, current treatment approaches and future challenges and opportunities to overcome failures.				
Lernziel	Appreciation of the surgical and technical challenges, and future perspectives offered through advances in surgical technique, new biomaterials and advanced medical device construction methods.				
Inhalt	Foot deformities, knee injuries, knee OA, hip disorders in the child and adolescent, hip OA, spine deformities, degenerative spine disease, shoulder in-stability, hand, rheumatoid diseases, neuromuscular diseases, sport injuries and prevention				

<b>376-1168-00L</b>	<b>Sports Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Lorenzetti</b>
Kurzbeschreibung	Various types of sport are studied from a mechanical point of view. Of particular interest are the key parameters of a sport as well as the performance relevant indicators.				
Lernziel	The aim of this lecture is to enable the students to study a sport from a biomechanical viewpoint and to carry out a small project including planing, measurement set-up, analysis and discussion.				

Inhalt	Sport biomechanics is concerned with the physical and mechanical basic principles of sports. The lecture requires an in-depth mechanical understanding on the side of the student. In this respect, the pre-attendance of the lectures Biomechanics II and Movement and Sports Biomechanics or an equivalent course is expected. The human body is treated as a mechanical system during sport. The interaction of the active and passive movements and outside influences is analysed. Using sports such as ski-jumping, cycling, or weight training, applicable models are created, analyzed and suitable measuring methods are introduced. In particular, the constraints as well as the limitations of the models are of great relevance. The students work on their own project, develop their own models for different sport types, critically discuss the advantages and disadvantages and evaluate applicable measurement methods.				
Skript	Handout will be distributed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
	Menschenführung und Verantwortung		geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
Kreatives Denken		geprüft			
Kritisches Denken		geprüft			
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
<b>376-1308-00L</b>	<b>Development Strategies for Medical Implants</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).				
Lernziel	Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.				
Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.				
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)				
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)				
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading				
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition				
	Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.				
	Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
			Kundenorientierung	geprüft	
		Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
	Kreatives Denken		geprüft		
	Kritisches Denken		gefördert		
	<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				

Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1620-00L</b>	<b>Skeletal Repair</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Grad, M. D'Este, F. Moriarty, M. Stoddart</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into traumatic and degenerative pathologies of skeletal tissues. Emphasis is put on bone, cartilage and intervertebral disc. Established and new treatments are described, including cell, gene and molecular therapy, biomaterials, tissue engineering and infection prevention. In vitro/in vivo models are explained.				
Lernziel	The objectives of this course are to acquire a basic understanding of (1) important pathologies of skeletal tissues and their consequences for the patient and the public health (2) current surgical approaches for skeletal repair, their advantages and drawbacks (3) recent advances in biological strategies for skeletal repair, such as (stem) cell therapy, gene therapy, biomaterials and tissue engineering (4) pathology, prevention and treatment of implant associated infections (5) in vitro and in vivo models for basic, translational and pre-clinical studies				
Inhalt	According to the expected background knowledge, the cellular and extracellular composition and the structure of the skeletal tissues, including bone, cartilage, intervertebral disc, ligament and tendon will briefly be recapitulated. The functions of the healthy tissues and the impact of acute injury (e.g. bone fracture) or progressive degenerative failure (e.g. osteoarthritis) will be demonstrated. Physiological self-repair mechanisms, their limitations, and current (surgical) treatment options will be outlined. Particular emphasis will be put on novel approaches for biological repair or regeneration of critical bone defects, damaged hyaline cartilage of major articulating joints, and degenerative intervertebral disc tissues. These new treatment options include autologous cell therapies, stem cell applications, bioactive factors, gene therapy, biomaterials or biopolymers; while tissue engineering / regenerative medicine is considered as a combination of some of these factors. In vitro bioreactor systems and in vivo animal models will be described for preclinical testing of newly developed materials and techniques. Bacterial infection as a major complication of invasive treatment will be explained, covering also established and new methods for its effective inhibition. Finally, the translation of new therapies for skeletal repair from the laboratory to the clinical application will be illustrated by recent developments.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in the cellular and molecular composition, structure and function of healthy skeletal tissues, especially bone, cartilage and intervertebral disc are required; furthermore, basic understanding of biomaterial properties, cell-surface interactions, and bacterial infection are necessary to follow this course.				
<b>376-1719-00L</b>	<b>Statistics for Experimental Research</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Students will learn the necessary statistical concepts and skills to independently (1) design experiments (2) analyse experimental data and (3) report analyses and results in a scientifically appropriate manner.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: 1. Determine appropriate experimental designs and choose, justify and perform the appropriate statistical analyses using R. 2. Report analyses and results in a scientifically appropriate manner, as laid out by the Publication Manual of the American Psychological Association (APA, sixth edition).				
Inhalt	We will cover basic statistical concepts (e.g., central tendency, variability, data distribution), the t-test (dependent and independent), ANOVA (univariate, factorial and repeated measures), correlation, multiple regression, nonparametric techniques, validity and reliability tests, effect size, data transformation, power and sample size estimation.				
Skript	Lecture notes will be delivered in the form of commented presentations in Microsoft Powerpoint (i.e. pptx) format. R practical session assignments will be delivered in pdf-format.				
Literatur	Both in the lectures and in the tutorials and practical sessions, we will refer students to the following publication:  Field A, Miles J, Field Z (2013) Discovering Statistics Using R. Sage Publications Ltd, London, UK				
<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	J. Goldhahn
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				
<b>376-1974-00L</b>	<b>Colloquium in Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>B. Helgason, B. de Wildt, S. J. Ferguson, J. Kimenai, R. Müller, X.-H. Qin, J. G. Snedeker, W. R. Taylor, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Current topics in biomechanics presented by speakers from academia and industry.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and problems of biomechanics.				
<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.				



Lernziel	<p>The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.</p> <p>In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.</p> <p>Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.</p> <p>Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.</p> <p>For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.</p>		
Inhalt	<p>The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.</p> <p>Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  How to compare the performance of laboratory-based tomography  Physical approaches in medicine and medical imaging  Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  Shape memory alloy-based medical implants  From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  Artificial muscles for treating severe incontinence  Applying physics in medicine: Benefitting patients</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.  No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				

Inhalt	<p>Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using ions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> <p>Single molecule imaging techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>		
Skript	Lecture notes will be made available online.		
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

## ►►► Biologiefächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0398-10L</b>	<b>Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.				
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology				
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs				
Skript	Lecture notes and handouts				
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014				
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i></p> <p>The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.</p>				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.				
	In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>227-0949-00L</b>	<b>Biological Methods for Engineers ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	The course during 8 afternoons (13h to 18h) covers basic laboratory skills and safety, cell culture, protein analysis, RNA/DNA Isolation and RT-PCR. Each topic will be introduced, followed by practical work at the bench. Presence during the course is mandatory.				
Lernziel	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Inhalt	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment is limited and students from the Master's programme in Biomedical Engineering (BME) have priority.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ►► Medical Physics

### ►►► Kernfächer der Vertiefung

Während des Studiums müssen mindestens 12 KP aus Kernfächern einer Vertiefung (Track) erreicht werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0342-00L</b>	<b>Medical Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Manser</b>
Kurzbeschreibung	Applications of ionizing radiation in medicine such as radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostics. Theory of dosimetry based on cavity theory and clinical consequences. Fundamentals of dose calculation, optimization and evaluation. Concepts of external beam radiation therapy and brachytherapy. Recent and future developments: IMRT, IGRT, SRS/SBRT, particle therapy.				
Lernziel	Getting familiar with the different medical applications of ionizing radiation in the fields of radiation therapy, nuclear medicine, and radiation diagnostics. Dealing with concepts such as external beam radiation therapy as well as brachytherapy for the treatment of cancer patients. Understanding the fundamental cavity theory for dose measurements and its consequences on clinical practice. Understanding different delivery techniques such as IMRT, IGRT, SRS/SBRT, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons.				
Inhalt	Understanding the principles of dose calculation, optimization and evaluation for radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostic applications. Finally, the lecture aims to demonstrate that medical physics is a fascinating and evolving discipline where physics can directly be used for the benefits of patients and the society.				
Inhalt	In this lecture, the use of ionizing radiation in different clinical applications is discussed. Primarily, we will concentrate on radiation therapy and will cover applications such as external beam radiotherapy with photons and electrons, intensity modulated radiotherapy (IMRT), image guided radiotherapy (IGRT), stereotactic radiotherapy and radiosurgery, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. In addition, dosimetric methods based on cavity theory are reviewed and principles of treatment planning (dose calculation, optimization and evaluation) are discussed. Next to these topics, applications in nuclear medicine and radiation diagnostics are explained with the clear focus on dosimetric concepts and behaviour.				
Skript	A script will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended that the students have taken the lecture Medical Physics I in advance.				
	For students of the MAS in Medical Physics (Specialization A) the performance assessment is offered at the earliest in the second year of the studies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		

### ►►► Wahlfächer der Vertiefung

Diese Fächer sind für die Vertiefung in Biomechanics besonders empfohlen. Bei abweichender Fächerwahl konsultieren Sie bitte den Track Adviser.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>

Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy

<b>227-0968-00L</b>	<b>Monte Carlo in Medical Physics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, M. K. Fix</b>
Kurzbeschreibung	Introduction in basics of Monte Carlo simulations in the field of medical radiation physics. General recipe for Monte Carlo simulations in medical physics from code selection to fine-tuning the implementation. Characterization of radiation by means of Monte Carlo simulations.				
Lernziel	Understanding the concept of the Monte Carlo method. Getting familiar with the Monte Carlo technique, knowing different codes and several applications of this method. Learn how to use Monte Carlo in the field of applied medical radiation physics. Understand the usage of Monte Carlo to characterize the physical behaviour of ionizing radiation in medical physics. Share the enthusiasm about the potential of the Monte Carlo technique and its usefulness in an interdisciplinary environment.				
Inhalt	The lecture provides the basic principles of the Monte Carlo method in medical radiation physics. Some fundamental concepts on applications of ionizing radiation in clinical medical physics will be reviewed. Several techniques in order to increase the simulation efficiency of Monte Carlo will be discussed. A general recipe for performing Monte Carlo simulations will be compiled. This recipe will be demonstrated for typical clinical devices generating ionizing radiation, which will help to understand implementation of a Monte Carlo model. Next, more patient related effects including the estimation of the dose distribution in the patient, patient movements and imaging of the patient's anatomy. A further part of the lecture covers the simulation of radioactive sources as well as heavy ion treatment modalities. The field of verification and quality assurance procedures from the perspective of Monte Carlo simulations will be discussed. To complete the course potential future applications of Monte Carlo methods in the evolving field of treating patients with ionizing radiation.				
Skript	A script will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.				
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.				
Inhalt	The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomotherapy) approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.				

### ►►► Weitere Wahlfächer

*Diese Fächer können für die Vertiefung in Medical Physics geeignet sein. Bitte konsultieren Sie Ihren Track Adviser.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>				

Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol>				
	Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assisierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>252-5704-00L</b>	<b>Advanced Methods in Computer Graphics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Gross, O. Sorkine Horning</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar covers advanced topics in computer graphics with a focus on the latest research results. Topics include modeling, rendering, visualization, animation, physical simulation, computational photography, and others.				
Lernziel	The goal is to obtain an in-depth understanding of actual problems and research topics in the field of computer graphics as well as improve presentation and critical analysis skills.				
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>				
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.				
	Lehrmodule:				
	- Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe				
	- Einordnung der VR in Geschäftsprozesse				
	- Die Erzeugung virtueller Welten				
	- Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität				
	- Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				

Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1792-00L</b>	<b>Introductory Course in Neuroscience II (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: SPV0Y020</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. Knecht, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Lernziel	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für Doktorierende des Zentrums für Neurowissenschaften Zürich.				
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				
<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelman</b>
Kurzbeschreibung	Simulationenmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationenmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.				
Inhalt	Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente. Simulationenmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.				
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.				
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>465-0958-00L</b>	<b>Audiological Acoustics</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	After introducing acoustic objects of the physical world the detection, analysis and perception of these signals in the peripheral and central auditory system is described. Emphasis is put on understanding the processing mechanisms in the human auditory system in the aim of restoring impaired auditory function with medical technology.				
Lernziel	The understanding of the human hearing organ, the processing of complex acoustic signals and hearing rehabilitation possibilities with medical devices (hearing aid and implantable hearing aid systems).				
Inhalt	Physiology and anatomy of the human organ of hearing, fundamentals of acoustics, audiological (Hearing) diagnostic procedures with acoustics, psychoacoustics and electrophysiology methods hearing losses and hearing rehabilitation				
Literatur	ATCHERSON, Samuel R.; STOODY, Tina M. (Hg.). Auditory electrophysiology: a clinical guide. Thieme, 2012. ROESER, Ross J., et al. Audiology-Diagnosis. New York: Thieme, 2007, 2007. KOMPIS, Martin. Audiologie. Huber, 2009. KATZ, Jack; Handbook of clinical audiology, 2002.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft

<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press - B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc. - O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press - J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag - M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag - A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				

### ►►► Biologiefächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0398-10L</b>	<b>Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.				
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology				
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs				
Skript	Lecture notes and handouts				
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014				

<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b> <i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.				
	In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ►► Molecular Bioengineering

### ►►► Kernfächer der Vertiefung

Während des Studiums müssen mindestens 12 KP aus Kernfächern einer Vertiefung (Track) erreicht werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture 14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>



Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002

## ►►► Wahlfächer der Vertiefung

*Diese Fächer sind für die Vertiefung in Molecular Bioengineering besonders empfohlen. Bei abweichender Fächerwahl konsultieren Sie bitte den Track Adviser.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	<p>Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design</p> <p>Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge</p> <p>Step 2: Select soft robotic actuator material</p> <p>Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge</p> <p>Step 4: Basic controller for robotic functionality</p> <p>Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios</p> <p>Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario</p> <p>Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario</p> <p>Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario</p> <p>Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation</p> <p>Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills</p> <p>Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains</p> <p>Step 1: Identify the moving aspects of the problem</p> <p>Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom</p> <p>Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge</p> <p>Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain</p> <p>Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings</p> <p>Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions</p> <p>Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials</p> <p>Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material</p> <p>Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material</p> <p>Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material</p> <p>Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach</p>				
Inhalt	<p>Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.</p> <p>Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications</p> <p>Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors</p> <p>Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering</p> <p>Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering</p> <p>Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models</p> <p>Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks</p> <p>Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control</p>				
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.				
Literatur	All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				
Voraussetzungen / Besonderes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29.</li> <li>2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016.</li> <li>3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153.</li> <li>4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017).</li> <li>5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls.</li> <li>- Designed for students at the master's or PhD level.</li> <li>- Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft				
		Verfahren und Technologien	geprüft				
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft				
		Entscheidungsfindung	gefördert				
		Medien und digitale Technologien	geprüft				
		Problemlösung	geprüft				
		Projektmanagement	geprüft				
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
				Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
Kundenorientierung	gefördert						
Menschenführung und Verantwortung	gefördert						
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert						
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
		Verhandlung	gefördert				
		Anpassung und Flexibilität	gefördert				
		Kreatives Denken	geprüft				
		Kritisches Denken	geprüft				
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				
		<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
		Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.						
Skript	Class notes and handouts.						
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.						
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II						
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>		
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.						
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.						
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.						
<b>327-1206-00L</b>	<b>Chemistry of Soft Materials</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Anastasaki, Y. Bao, T. L. Choi</b>		
Kurzbeschreibung	This course will cover the basic links between organic and polymer chemistry, state-of-the-art polymerization methods in industry and academia (e.g. materials each method can synthesize), the synthesis of complex materials, chemical recycling of polymeric materials (chemistry, engineering, thermodynamics), polymeric nanoparticles (effect of shape on properties & applications and polymer electronics).						
Lernziel	The goal of the two courses combined is to present the students with a toolbox for materials engineers to design, study and make soft materials.						
Inhalt	Where physics, chemistry and biology meet engineering.						
Skript	Copies of the slides and a set of lecture notes will be provided.						
Literatur	For the first and the second part combined there are a few books of recommended reading, but there is no textbook that we will rigorously follow.  Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials Paperback by Ian W. Hamley ISBN-13: 978-0470516102 ISBN-10: 0470516100  Structured Fluids: Polymers, Colloids, Surfactants by Thomas A. Witten, Philip A. Pincus (Oxford) ISBN-13: 978-0199583829 ISBN-10: 019958382X						
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>		
	<i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>						
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>						
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.						
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.						

Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.

Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.

To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.

On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>376-1620-00L</b>	<b>Skeletal Repair</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Grad, M. D'Este, F. Moriarty, M. Stoddart</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into traumatic and degenerative pathologies of skeletal tissues. Emphasis is put on bone, cartilage and intervertebral disc. Established and new treatments are described, including cell, gene and molecular therapy, biomaterials, tissue engineering and infection prevention. In vitro/in vivo models are explained.				
Lernziel	The objectives of this course are to acquire a basic understanding of (1) important pathologies of skeletal tissues and their consequences for the patient and the public health (2) current surgical approaches for skeletal repair, their advantages and drawbacks (3) recent advances in biological strategies for skeletal repair, such as (stem) cell therapy, gene therapy, biomaterials and tissue engineering (4) pathology, prevention and treatment of implant associated infections (5) in vitro and in vivo models for basic, translational and pre-clinical studies				
Inhalt	According to the expected background knowledge, the cellular and extracellular composition and the structure of the skeletal tissues, including bone, cartilage, intervertebral disc, ligament and tendon will briefly be recapitulated. The functions of the healthy tissues and the impact of acute injury (e.g. bone fracture) or progressive degenerative failure (e.g. osteoarthritis) will be demonstrated. Physiological self-repair mechanisms, their limitations, and current (surgical) treatment options will be outlined. Particular emphasis will be put on novel approaches for biological repair or regeneration of critical bone defects, damaged hyaline cartilage of major articulating joints, and degenerative intervertebral disc tissues. These new treatment options include autologous cell therapies, stem cell applications, bioactive factors, gene therapy, biomaterials or biopolymers; while tissue engineering / regenerative medicine is considered as a combination of some of these factors. In vitro bioreactor systems and in vivo animal models will be described for preclinical testing of newly developed materials and techniques. Bacterial infection as a major complication of invasive treatment will be explained, covering also established and new methods for its effective inhibition. Finally, the translation of new therapies for skeletal repair from the laboratory to the clinical application will be illustrated by recent developments.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in the cellular and molecular composition, structure and function of healthy skeletal tissues, especially bone, cartilage and intervertebral disc are required; furthermore, basic understanding of biomaterial properties, cell-surface interactions, and bacterial infection are necessary to follow this course.				

<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				
Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.				

Voraussetzungen / Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  
Besonderes

A laptop is needed with the below Systems Requirements:  
- Memory: 16 GB  
- Processor: 3rd gen i7  
- DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM  
- Storage: 15 GB

Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).

<b>402-0342-00L</b>	<b>Medical Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Manser</b>
Kurzbeschreibung	Applications of ionizing radiation in medicine such as radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostics. Theory of dosimetry based on cavity theory and clinical consequences. Fundamentals of dose calculation, optimization and evaluation. Concepts of external beam radiation therapy and brachytherapy. Recent and future developments: IMRT, IGRT, SRS/SBRT, particle therapy.				
Lernziel	Getting familiar with the different medical applications of ionizing radiation in the fields of radiation therapy, nuclear medicine, and radiation diagnostics. Dealing with concepts such as external beam radiation therapy as well as brachytherapy for the treatment of cancer patients. Understanding the fundamental cavity theory for dose measurements and its consequences on clinical practice. Understanding different delivery techniques such as IMRT, IGRT, SRS/SBRT, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons.				
Inhalt	Understanding the principles of dose calculation, optimization and evaluation for radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostic applications. Finally, the lecture aims to demonstrate that medical physics is a fascinating and evolving discipline where physics can directly be used for the benefits of patients and the society.				
Skript	In this lecture, the use of ionizing radiation in different clinical applications is discussed. Primarily, we will concentrate on radiation therapy and will cover applications such as external beam radiotherapy with photons and electrons, intensity modulated radiotherapy (IMRT), image guided radiotherapy (IGRT), stereotactic radiotherapy and radiosurgery, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. In addition, dosimetric methods based on cavity theory are reviewed and principles of treatment planning (dose calculation, optimization and evaluation) are discussed. Next to these topics, applications in nuclear medicine and radiation diagnostics are explained with the clear focus on dosimetric concepts and behaviour.				
Voraussetzungen / Besonderes	A script will be provided. It is recommended that the students have taken the lecture Medical Physics I in advance.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
<b>551-1132-00L</b>	<b>Allgemeine Virologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>K. Tobler, C. Fraefel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Virologie, welche die Charakterisierung von Viren, die Interaktionen der Viren mit infizierten Zellen, Wirten und Populationen, die Grundlagen des Schutzes vor Infektion und die Virusdiagnostik beinhaltet.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Virologie.				
Inhalt	Grundlagen der Virologie. Charakterisierung von Viren. Virus-Zell-Interaktionen. Virus-Wirt-Interaktionen. Virus-Population-Interaktionen. Schutz vor Virusinfektion. Virusdiagnostik.				
Skript	Die Vorlesung ist auf dem Lehrbuch "Allgemeine Virologie" von Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel aufgebaut.				
Literatur	Die Präsentationsfolien und ausgewählte Primärliteratur werden 24 bis 48 Stunden vor den Lektionen als .pdf-Dateien bereitgestellt. Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel, Allgemeine Virologie, 2021, 2. Auflage UTB-Band-Nr.:4516 Haupt Verlag Bern ISBN: 978-3-8252-5630-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse in Molekularbiologie, Zellbiologie und Immunologie				
<b>636-0110-00L</b>	<b>ImmunoEngineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S. Reddy, A. Yermanos</b>
Kurzbeschreibung	Immunoengineering is an emerging area of research that uses technology and engineering principles to understand and manipulate the immune system. This is a highly interdisciplinary field and thus the instructor will present an integrated view that will include basic immunology, systems immunology, and synthetic immunology.				
Lernziel	The objective of this course is to introduce the students to the basic principles and applications of Immunoengineering. There will be an emphasis directed towards applications directly relevant in immunotherapy and biotechnology. This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
Inhalt	Immunoengineering will be divided into three primary sections: i) basic principles in immunology; ii) systems immunology; iii) synthetic immunology.				
Literatur	I. Basic principles in immunology will cover the foundational concepts of innate and adaptive immunity. Topics include immunogenetics, pattern recognition receptors, lymphocyte receptors, humoral and T cell responses. II. Systems immunology uses quantitative multiscale measurements and computational biology to describe and understand the complexity of the immune system. In this section we will cover high-throughput methods that are used to understand and profile immune responses. III. Synthetic immunology is based on using methods in molecular and cellular engineering to control immune cell function and behavior. In this section students will learn about how immune receptors and cells are being engineered for applications such as cancer immunotherapy and precision and personalized medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	Reading material from Janeway's Immunobiology will be distributed, so students do not need to worry about purchasing or obtaining it. Supporting reading material from research articles will be provided to students. This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				

Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.		
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall		
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ►►► Biologiefächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0398-10L</b>	<b>Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.				
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology				
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs				
Skript	Lecture notes and handouts				
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014				
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i> The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.  In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert

<b>227-0949-00L</b>	<b>Biological Methods for Engineers ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	The course during 8 afternoons (13h to 18h) covers basic laboratory skills and safety, cell culture, protein analysis, RNA/DNA Isolation and RT-PCR. Each topic will be introduced, followed by practical work at the bench. Presence during the course is mandatory.				
Lernziel	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Inhalt	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment is limited and students from the Master's programme in Biomedical Engineering (BME) have priority.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert		

## ► Projekte und Praktika

### ►► Semester-Projekt (Semesterarbeit)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1772-10L</b>	<b>Semester Project</b> <i>Registration in mystudies required!</i>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>20A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Semesterarbeit leitet die Studierenden zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten an. Mit der Studienarbeit können die technischen und auch die sozialen Fähigkeiten gefördert werden. Die Studienarbeit wird von einem Professor geleitet.				
Lernziel	siehe oben				
<b>227-1101-00L</b>	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		<b>U. Koch</b>
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- You can write scientific texts using the correct structure</li> <li>- You can convincingly present scientific work</li> <li>- You can differentiate the scientific style from novels and news</li> <li>- You can adhere to citation rules and scientific integrity</li> </ul>				
Inhalt	The block course cover the following topics: - Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary) - Structure of Scientific Presentations - Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables) - Citation Rules and Scientific Integrity  The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture.				
Literatur	Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft gefördert		

### ►► Weitere Projekte und Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1772-20L</b>	<b>Semester Project 2</b> <i>Registration in mystudies required!</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>20A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The semester project is designed to train the students in solving specific biomedical engineering problems. This project uses the technical and social skills acquired during the master's program. The semester project ist advised by a professor.				
Lernziel	see above				
<b>227-1760-10L</b>	<b>Research Project (6 credits)</b> <i>Must be completed before the start of the master's thesis</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>11A</b>	Betreuer/innen

Kurzbeschreibung	The five-weeks (full-time) short research project can be done at a research or non-research institution in Switzerland or abroad, but not in a pure industry setting. The project can be done alone or in groups of students, and it is finished with a report and/or prototype. The project must be finished before the start of the Master project.				
Lernziel	see above				
<b>227-1760-20L</b>	<b>Research Project (12 credits)</b>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Betreuer/innen
	<i>Must be completed before the start of the master's thesis</i>				
Kurzbeschreibung	The ten-weeks (full-time) research project can be done at a research or non-research institution in Switzerland or abroad, but not in a pure industry setting. The project can be done alone or in groups of students, and it is finished with a report and/or prototype. The project must be finished before the start of the Master project.				
Lernziel	see above				
<b>227-1760-30L</b>	<b>Research Project (18 credits)</b>	<b>W</b>	<b>18 KP</b>	<b>39A</b>	Betreuer/innen
	<i>Must be completed before the start of the master's thesis</i>				
Kurzbeschreibung	The fifteen-weeks (full-time) research project can be done at a research or non-research institution in Switzerland or abroad, but not in a pure industry setting. The project can be done alone or in groups of students, and it is finished with a report and/or prototype. The project must be finished before the start of the Master project.				
Lernziel	see above				
<b>227-1760-00L</b>	<b>Research Project (24 credits)</b>	<b>W</b>	<b>24 KP</b>	<b>51A</b>	Betreuer/innen
	<i>Must be completed before the start of the master's thesis</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of the long research project is to perform a larger (exploratory) scientific study or a larger development project in a team. It is carried out at ETH Zurich (or at a research or non-research institution in Switzerland or abroad, but *not* in a pure industry setting). The duration of this project is at least 20 weeks (full-time) and it is finished with a report and/or prototype.				
Lernziel	see above				
<b>227-1750-00L</b>	<b>Internship in Industry ■</b>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Es ist das Ziel der 12-wöchigen Praxis (Vollzeit), Master-Studierenden die industriellen Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				
Lernziel	siehe oben				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1700-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>40D</b>	Betreuer/innen
	<i>Admission only if all the following apply:</i>				
	a. bachelor program successful completed;				
	b. any additional requirements necessary to gain admission to the master program BME have been successfully completed;				
	c. both the semester project and (if applicable) the internship successfully completed.				
	<i>Registration in myStudies required!</i>				
Kurzbeschreibung	Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Master-Studiengangs. Sie umfasst in einem Bericht die Ergebnisse eines sechsmonatigen Forschungsprojekts. Die Studierenden haben damit belegt, dass sie eine wissenschaftliche Arbeit über ein spezifisches Problem selbstständig ausführen können. Die Diplomarbeit wird von einem Professor geleitet.				
Lernziel	siehe oben				
<b>227-1101-00L</b>	<b>How to Write Scientific Texts</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		<b>U. Koch</b>
	<i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>				
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- You can write scientific texts using the correct structure</li> <li>- You can convincingly present scientific work</li> <li>- You can differentiate the scientific style from novels and news</li> <li>- You can adhere to citation rules and scientific integrity</li> </ul>				
Inhalt	The block course cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary)</li> <li>- Structure of Scientific Presentations</li> <li>- Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables)</li> <li>- Citation Rules and Scientific Integrity</li> </ul>				
Literatur	The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ITET*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### Biomedical Engineering Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Biotechnologie Master

## ► Master-Studium (Studienreglement 2021)

### ►► Kernfächer

*In the Spring Semester, no mandatory core course lectures are offered. The mandatory core course lab courses are listed in Section 'Practical Training' in the course catalogue.*

### ►► Projektarbeit und Industrie-Praxis

*Research Project or Industry Internship (16 ECTS total) Duration: 12 weeks full-time. Must be carried out in a different research group/company than the master's thesis.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0805-00L	<b>Research Project</b> <i>Only for Biotechnologie Master, Programme Regulations 2021.</i>	W	16 KP	34A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student. Research Project duration: 12 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students get acquainted with scientific working methods and deepen their knowledge in a particular research area				
636-0806-00L	<b>Industry Internship</b> <i>Only for Biotechnologie Master, Programme Regulations 2021.</i> <i>Important: students must register an internship with the respective registration form prior to registering via myStudies!</i> <i>For details, please see the study programm website: <a href="https://master-biotech.ethz.ch/studies/research-project-industry-internship.html">https://master-biotech.ethz.ch/studies/research-project-industry-internship.html</a></i>	W	16 KP	34A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Industry internship of at least 12 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain experience in an industrial environment and an overview of different research areas by applying concepts taught in the courses.				
Voraussetzungen / Besonderes	The students look for a placement themselves.				

### ►► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0900-10L	<b>Master's Thesis</b> <i>Only for Biotechnologie Master, Programme Regulations 2021.</i>	O	44 KP	91D	Professor/innen
Kurzbeschreibung	<i>Students can only start with their master's thesis if</i> <i>a. The BSc programme has been completed successfully</i> <i>b. Assigned additional requirements for the admission to the master's degree programme have been passed</i> <i>c. At least 64 ECTS have been acquired for the master's degree programme, including 22 ECTS in the core course category and the 16 ECTS in the research projects and internships category</i> In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master thesis is carried out under the supervision of a professor in a research group of the D-BSSE, usually at the D-BSSE. Students are free to choose the area.				
Lernziel	In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

## ► Master-Studium (Studienreglement 2017)

### ►► Kernfächer

*Students need to acquire a total of 8 ECTS in lectures in this category.*  
*The list of core courses is a closed list, no other course can be added to this category.*  
*Students need to pass both lectures offered in this category.*

### ►► Projektarbeiten und Industrie-Praxis

*Students need to acquire a total of 20 ECTS in this category.*  
*Either choose Research Project I (8 ECTS) and Research Project II (12 ECTS)*  
*Or choose Research Project I (8 ECTS) and Industry Internship (12 ECTS)*  
*Instead of Research Project I (8 ECTS) students may also choose Synthetic Biology II (8 ECTS)*

### ►►► Projektarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0802-00L	<b>Research Project I ■</b> <i>Only for Biotechnologie Master BSc, Programme Regulations 2017.</i>	O	8 KP	23A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students get acquainted with scientific working methods and deepen their knowledge in a particular research area				
636-0803-00L	<b>Research Project II ■</b> <i>Only for Biotechnologie Master BSc, Programme Regulations 2017.</i>	W	12 KP	34A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	<i>Enrollment only for students that don't do an industry internship but two research projects.</i> In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				

Lernziel Students get acquainted with scientific working methods and deepen their knowledge in a particular research area

## ▶▶▶ Industrie-Praxis

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0804-00L	<b>Industry Internship ■</b> <i>Only for Biotechnologie Master BSc, Programme Regulations 2017.</i>	W	12 KP	34A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Industry internship of at least 12 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain experience in an industrial environment and an overview of different research areas by applying concepts taught in the courses.				
Voraussetzungen / Besonderes	The students look for a placement themselves.				

## ▶▶ Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0900-00L	<b>Master's Thesis</b> <i>Only for Biotechnologie Master BSc, Programme Regulations 2017.</i>	O	40 KP	91D	Professor/innen
	<i>Only students who fulfill the following criteria are allowed to begin with their master thesis:</i> <i>a. successful completion of the bachelor programme;</i> <i>b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme.</i>				
Kurzbeschreibung	In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master thesis is carried out under the supervision of a professor in a research group of the D-BSSE, usually at the D-BSSE. Students are free to choose the area.				
Lernziel	In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

## ▶ Praktika

*Students need to acquire a total of 16 ECTS in lab courses.  
All listed lab courses are mandatory.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0207-00L	<b>Lab Course: Cellular Engineering Stem Cells ■</b> <i>The lab course is open for MSc Biotechnology students only.</i>	O	2 KP	6P	T. Schroeder
Kurzbeschreibung	Mammalian stem cells of different organs are purified, cultured, differentiated, analyzed and manipulated. Plasmids and viral vectors will be cloned, produced and transfected / transduced to manipulate stem cells. Computational and analytical molecular biology methods, FACS and imaging and lectures complement the program.				
Lernziel	Independent planning and conducting of experiments with mammalian stem cells including all steps from culturing different cell lines to DNA transfection / transduction and expression analysis by different analytical methods. Documenting and writing a report on conducted experiments and results.				
Inhalt	Practical course on purification of primary mammalian stem cells, culture of primary stem cells and stem cell lines, characterization, manipulation and differentiation of stem cells. Construction of plasmids or viral vectors for gene expression, DNA transfer by transfection and transduction, analysis of gene expression by fluorescent proteins, PCR, fluorescence-activated cell sorting (FACS), imaging. Documentation of experiments in a laboratory journal, writing of a report on the experiments and results.				
636-0206-00L	<b>Lab Course: Cellular Engineering Mammalian Cells ■</b> <i>The lab course is open for MSc Biotechnology students only.</i>	O	2 KP	6P	M. Fussenegger, A. Hierholzer
Kurzbeschreibung	Mammalian cells will be transfected and transduced for the production of biopharmaceuticals, for drug discovery as well as for the design of synthetic biology-inspired programmable gene circuits. A wide array of analytical techniques, lectures, and excursions to biotech companies will complement the practical part.				
Lernziel	Independent planning and conducting of experiments with mammalian cells including all steps from culturing different cell lines to DNA transfection/transduction and expression analysis using a wide array of analytical methods.				
Inhalt	A practical course on characterization and cultivation of mammalian cells, DNA transfer by transfection, construction of synthetic gene networks, analysis of gene expression by enzymatic and immunological methods and fluorescent proteins, bioprocessing, mammalian cell-based assays for drug discovery and diagnostics. Excursions to Biotech/Pharma companies.				
Skript	Will be distributed on first day of the practical course				
636-0205-00L	<b>Lab Course: Mammalian Gene Editing ■</b> <i>The lab course is open for MSc Biotechnology students only.</i>	O	2 KP	5P	R. Platt
Kurzbeschreibung	The students are trained in the basic techniques of designing, constructing, conducting, and characterizing CRISPR-Cas gene editing experiments in mammalian cells. CRISPR-Cas plasmids are cloned with custom guide RNAs targeting genes of interest followed by transient transfection into mammalian cells and the analysis of gene editing efficiency.				
Lernziel	The objective of the course is to design and conduct a gene editing experiment, including selecting the target gene, designing the CRISPR-Cas9 reagents, cloning expression plasmids, delivering plasmids into mammalian cells, and analyzing gene editing outcomes.				
Inhalt	The course will take place over 5 weeks, with 2 days per week spent on lab work. The 4 weeks will be dedicated to the following activities  Week 1: Introduction to the course; supervised design of gRNAs and gene editing analysis reagents as well as detailed planning. Week 2: Cloning of the constructs part 1; optimization of gene editing analysis reagents. Week 3: Cloning of the constructs part 2; mammalian cell transfection. Week 4: Gene editing analysis. Week 5: Data analysis and preparation of the final report.				
Skript	Preparatory materials will be provided before the start of the course.				
Literatur	Will be provided before the course				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>636-0202-00L</b>	<b>Lab Course: Next-Generation Sequencing ■</b> <i>The lab course is open for MSc Biotechnology students only.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Beisel, B. Treutlein</b>
Kurzbeschreibung	The Lab Course will take place Monday/Tuesday 9-17h, 10 days in total, start of this lab course is on Monday, March 6, 2023.				
Lernziel	Students shall obtain a basic understanding in NGS and its application in transcription profiling including theoretical considerations when starting an RNA-seq experiment and the practical hands-on work of library preparation and usage of bioinformatics tools for data analysis.				
Inhalt	Introduction to NGS technologies and applications. Design of an RNA-seq transcription profiling experiment. Specific treatment of cells (+/- signal-induction) and RNA extraction. Handling and quality control of RNA samples. Sequencing library preparation starting with total RNA. Quality control and quantification of the libraries. Setup of an NGS run and sequencing of the prepared RNA-seq libraries using the NextSeq 500 system. Analysis of the generated sequence data: sequence data QC, criteria for run performance and quality of data; pre-processing of the raw data; mapping sequence reads to a reference sequence; quantification of transcript abundance and differential gene expression.				
Skript	Material will be provided during the course				
Literatur	Sara Goodwin, John D. McPherson & W. Richard McCombie. Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies. <i>Nature Reviews Genetics</i> 17, 333-351 (2016)				
	Zhong Wang, Mark Gerstein & Michael Snyder. RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics. <i>Nature Reviews Genetics</i> 10, 57-63 (January 2009)				
	Fatih Ozsolak & Patrice M. Milos. RNA sequencing: advances, challenges and opportunities. <i>Nature Reviews Genetics</i> 12, 87-98 (February 2011)				
	Ana Conesa, Pedro Madrigal, Sonia Tarazona et al. A survey of best practices for RNA-seq data analysis. <i>Genome Biology</i> 2016 17:13.				

## ► Vertiefungsfächer

*Students need to acquire a total of 24 ECTS in this category.*

*The list of advanced courses is a closed list, no other course can be added to this category.*

### ►► Biomolekulare Orientierung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>636-0110-00L</b>	<b>ImmunoEngineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S. Reddy, A. Yermanos</b>
Kurzbeschreibung	Immunoengineering is an emerging area of research that uses technology and engineering principles to understand and manipulate the immune system. This is a highly interdisciplinary field and thus the instructor will present an integrated view that will include basic immunology, systems immunology, and synthetic immunology.				
Lernziel	The objective of this course is to introduce the students to the basic principles and applications of Immunoengineering. There will be an emphasis directed towards applications directly relevant in immunotherapy and biotechnology. This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
Inhalt	Immunoengineering will be divided into three primary sections: i) basic principles in immunology; ii) systems immunology; iii) synthetic immunology.				
	I. Basic principles in immunology will cover the foundational concepts of innate and adaptive immunity. Topics include immunogenetics, pattern recognition receptors, lymphocyte receptors, humoral and T cell responses.				
	II. Systems immunology uses quantitative multiscale measurements and computational biology to describe and understand the complexity of the immune system. In this section we will cover high-throughput methods that are used to understand and profile immune responses.				
	III. Synthetic immunology is based on using methods in molecular and cellular engineering to control immune cell function and behavior. In this section students will learn about how immune receptors and cells are being engineered for applications such as cancer immunotherapy and precision and personalized medicine.				
Literatur	Reading material from Janeway's Immunobiology will be distributed, so students do not need to worry about purchasing or obtaining it. Supporting reading material from research articles will be provided to students.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				

<b>636-0114-00L</b>	<b>Microsensors and Microsystems</b> <i>Prerequisites: Physics I and Physics II highly recommended. This class builds on the contents of course 636-0103-00L, "Microtechnology", which are assumed to be known</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Hierlemann</b>
Kurzbeschreibung	Students are introduced to microsensor and microsystem technology, the different materials and associated micromachining and fabrication techniques. They become acquainted with fundamentals of different transducers and their applications.				
Lernziel	Students are introduced to microsensor and microsystem technology. The students will get to know the different materials (silicon, glass, plastics) and the respective micromachining and fabrication techniques. They will become acquainted with the fundamentals of the different transducers including mechanical, thermal, magnetic, chemical, optical, and biosensors. They also will get to know strategies to integrate components into microsystems.				

Inhalt	Introduction to microensors and microsystems				
	# Brief introduction to semiconductors # Silicon and glass micromachining # Plastic materials and their micromachining # Fundamentals of different transducers # Mechanical sensors # Thermal sensors # Magnetic sensors # Optical devices # Chemical and biosensors # Microfluidics # BioMEMS				
Skript	Handouts in English				
Literatur	- S.M. Sze, "Semiconductor Devices, Physics and Technology", 2nd edition, Wiley, 2002 - W. Menz, J. Mohr, O. Paul, "Microsystem Technology", Wiley-VCH, 2001 - G. T. A. Kovacs, "Micromachined Transducers Sourcebook", McGraw-Hill, 1998 - M. J. Madou, "Fundamentals of Microfabrication", 2nd ed., CRC Press, 2002 - S.A. Campbell, "The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication", 2nd edition, Oxford University Press, 2001				
Voraussetzungen / Besonderes	Parts of the course rely on knowledge of the fall semester class "Microtechnology" (636-0103-00L). Lab URL: <a href="http://www.bel.ethz.ch">www.bel.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>636-0113-00L</b>	<b>Genome Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>R. Platt</b>
	<i>The seminar is addressed primarily to students enrolled in the MSc Biotechnology.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is both an introduction to genome engineering and also a highly interactive practical training on effectively reading, writing, and presenting in an academic context.				
Lernziel	The objective of this course is to learn how gene editing technologies function at the molecular and cellular level and how they are applied in research and clinical settings. Students will be introduced to the history and motivation behind the discovery and development of transformative genome engineering technologies, and also gain insight into the ethical, safety, and regulatory facets shaping the field. This content will be explored by critically examining and discussing current literature in the field and devising a technology development plan.				
Inhalt	The course content is comprised of lectures, discussions, and a project. Lectures in Genome Engineering will be technology-focused and incorporate: 1) historical context to motivate the need for developing the technology, 2) development of the technology from concept to robust tool, 3) methods to discover, characterize, and evaluate the technology, and 4) applications of the technology in basic and applied research. Primary research articles will be assigned each week, which will be followed by an in-class lecture and discussion. The course project will be team-based and entail devising a solution to a critical need in the field.				
	Main topics: --Discovery and development of genome editing technologies --The prokaryotic adaptive immune system CRISPR-Cas --Genome engineering methods for generating genetically engineered model systems --Genotype-phenotype linkage via genetic screens --Massively paralleled perturbation and phenotyping --Gene editing tools as molecular recording devices --Gene editing tools as diagnostics and therapeutics				
Skript	Made available through the course website.				
Literatur	Assigned each week. Made available through the course website.				
<b>636-0022-00L</b>	<b>Design of Experiments</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H.-M. Kaltenbach</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces 'classical' statistical design of experiments, particularly designs for blocking, full and fractional factorial designs with confounding, and response surface methods. Topics covered include (restricted) randomization and blocking, sample size and power calculations, confounding, and basics of analysis-of-variance methods for analysis including random effects and nesting.				
Lernziel	Students will learn about the statistical basics of designing and analyzing experiments with multiple qualitative and/or quantitative variables. Students will be able to construct designs for efficiently identifying important influence factors in their experiments, use sequential designs for optimizing experimental conditions, and correctly handle analyses with nested sampling or involving multiple comparisons.				
Inhalt	The course introduces the basics of statistical design of experiments. We will start by discussing the role of randomization for the validity of inferences, see how replication (i.e., sample size) affects the precision of estimates that can be made, how we deal with nested replication (for example, taking several measurements on the same animal), and how we correctly handle multiple comparisons based on the same data.				
	We will then discuss how restrictions of randomization lead to blocked designs, which serve to improve precision of comparisons between experimental conditions. Such designs are also important to avoid confounding of the experimental effect of interest with other effects of no interest, e.g., to handle batch effects that are common in biological experimentation.				
	Next, we learn how to design efficient experiments with multiple factors of interest. In contrast to a one-variable-at-a time approach, factorial designs allow investigation of multiple factors simultaneously, and under some assumptions on the interplay of the factors, we may even get away with only a fraction of all possible factor combinations while still getting all the information we need.				
	We then discuss optimizing the combination of factors with respect to some response function, such as optimizing the composition of a medium solution to achieve maximum growth rate. Response surface methods offer an efficient and systematic way of finding optimal conditions with low effort through sequential experimentation; they are also common in industrial (engineering) applications.				
	Throughout the course, we will touch on several additional topics without getting into much detail, such as designs that are 'optimal' for either inference or prediction, and designs where experimental conditions are nested (e.g., split-plot designs).				
	The course assumes familiarity with the content of a typical introductory course in statistics: distributions and random variables, estimators and confidence intervals, hypothesis testing using p-values and false positives/negatives, and basics of linear regression or analysis of variance.				
Skript	Course material will be made available at: <a href="http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html">http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html</a>				

Literatur	Main text: H.-M. Kaltenbach: Statistical Design and Analysis of Biological Experiments, Springer			
	Additional texts: Gary W. Oehlert: A first course in design and analysis of experiments, Freeman ( <a href="http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html">http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html</a> ) D. R. Cox: Planning of Experiments, Wiley G. Casella: Statistical Design, Springer H. R. Lindman: Analysis of variance in complex experimental designs, Freeman (now Springer)			
<b>636-0115-00L</b>	<b>Biochemical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>S. Panke, W. Minas</b>
Kurzbeschreibung	The course covers the fundamentals of implementing an enzyme reaction or a microbial cultivation into reactors on laboratory and industrial scale. It also covers major methods of product purification.			
Lernziel	The objective is to instruct students in the key concepts that are required for efficient application of biotechnological systems (enzymes and cells) for the production of chemicals and proteins.			
Inhalt	Enzyme kinetics – mass transfer in heterogeneous systems – enzyme reactors – residence time distributions - upstream processing of fermentation processes – ideal reactors – macrokinetics - gas transfer – membrane processes – chromatography			
Skript	Handouts and text book references will be provided over the course.			
Literatur	Eg Pauline Doran, Bioprocess Engineering, Clark & Blanch, Biochemical Engineering, Harrison and Todd, Bioseparation Science and Engineering			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>636-0112-00L</b>	<b>Analytical Methods and Lab-on-Chip Technology for Biology and Molecular Diagnostics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>P. S. Dittrich</b>
Kurzbeschreibung	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. Techniques for sample preparation, fluid handling, and detection, including microfluidics, microarray technology, immunological methods, sensors and biosensors, and various spectroscopic detection techniques			
Lernziel	Students will learn the basic principles, potential and limitations of analytical methods and lab-on-chip technology.			
Inhalt	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces into modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. The lecture includes discussions of highly topical studies.			
	Topics will include: Targets: Biomolecules, biomarkers, signalling factors – what and where to measure Detection: Fluorescence spectroscopy, related techniques and label-free detection methods Basic principles of microfluidics/lab-on-chip technology Applied microfluidics: Single-cell analysis, medical applications and point-of-care diagnostic Microarray technology Immunological methods Sensors and biosensors			
Skript	Handouts during the course .			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.			
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.			
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.			
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.			
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall			

Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
Analytische Kompetenzen		geprüft			
Entscheidungsfindung		gefördert			
Medien und digitale Technologien		gefördert			
Problemlösung		geprüft			
Projektmanagement		gefördert			
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft			
	Kundenorientierung	gefördert			
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
	Verhandlung	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>636-0116-00L</b>	<b>Nanomachines of the Cell</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. J. Müller</b>
	<i>Prerequisites: Students should have an interdisciplinary background (bachelor) in molecular biotechnology, biochemistry, cell biology, physics, bioinformatics or molecular bioengineering.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture "Nanomachines of the Cell" introduces the concept of using functional biomolecular units of the cell as nanoscopic machines and to assemble them to nanoscopic factories. The specific aim is to be able to use these machines and factories in more complex biotechnological processes as nanoscale functional elements or to control cellular systems and health				
Lernziel	Gain of an interdisciplinary research and development competence which qualifies for scientific work (master's or doctoral thesis) as well as for work in the research and development department of a biotechnological company. The module is of general use in nano- and biotechnological courses of study focusing modern biomolecular technologies.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- What are nanomachines of the cell? Understanding the cell as a complex factory. Are there engineering principles of the cell and if so what can we learn? New ways to understand and to apply engineering principles of cellular nanomachines in biotechnology and nanotechnology.</li> <li>- Introduction into factors and mechanisms that determine protein folding and stability. Inter- and intramolecular interactions. Energy landscape concept to describe protein folding, stabilization, destabilization, and unfolding. Mechanisms of protein stabilization, destabilization and aggregation in health and disease. Mechanisms of protein (de-)stabilization in biomaterials science, bioengineering, and in biotechnological and pharmacological applications. Methods to prevent protein destabilization in biotechnological applications. Ways to adjust and manipulate the protein stability in biotechnology and medicine. Designing molecular compounds that stabilize specific proteins. Molecular compounds that lead to protein destabilization, misfolding and denaturation.</li> <li>- Biological and artificial membranes. Principles of membrane assembly, properties, stability and durability. Vesicles as containers for cargo. Engineering vesicles from native and synthetic components. Engineering ultrastable synthetic vesicles. Applying vesicles in biotechnology and medicine. Functionalizing vesicular membranes with proteins.</li> <li>- Principles of membrane proteins. Structure and function relationship of membrane proteins. Importance of membrane proteins in pharmacology and biotechnology. Structural and functional characterization of membrane proteins. Bionanotechnological tools to handle and manipulate single membrane proteins.</li> <li>- Membrane proteins as a toolbox to assemble nanoscopic functional vesicles. Multifunctional synthetic vesicles: Vesicles for drug delivery, vesicles for active transport, vesicles converting energy, vesicles switching their affinity, function, stability, and other properties.</li> <li>- Energy currencies of the cell. Energy conversion. Storable and transient forms of energy. Nature created a variety of light-driven ion pumps. How to use the pumps and to modify them to our purpose? Employing light-driven ion pumps in biotechnology. Employing light-driven proton pumps adsorbing different wavelengths to boost the membrane gradient. Tuning the adsorption spectra of a light-driven ion pump.</li> <li>- Structure, function, engineering and application of F-ATP synthases. Engineering artificial vesicular systems to convert light into ion gradients to synthesize ATP. Engineering ATP synthases as nanopropellers to move vesicles. Engineering a light-frequency tuned proton pumps to control the speed of nanopropelled vesicles. Engineering light-driven ion pumps to power the synthetic ATP propellers and to steer vesicles. Engineering and employing ATP synthases as molecular mixing devices.</li> <li>Principles of signal transduction. The family of G-protein coupled receptors (GPCRs). Structure and function of GPCRs. Engineering (and other) possibilities to manipulate the functional state of GPCRs.</li> <li>- Engineering light-activated channels for cellular control: Optogenetics.</li> <li>- Assembly and employing fibrillar structures.</li> <li>- DNA origami. Using DNA to build artificial three-dimensional structures at nanometer precision.</li> <li>- Microtubuli. Occurrence, structure, function, and properties. Designing supports as circuits for molecular shuttles. Biofunctionalization of the circuits. Transporting molecular cargo along circuits. Engineering molecular devices to switch the transport 'on' and 'off'.</li> <li>- Motor proteins. Translational motors, rotary motors, chemical driven motors, light-driven motors, unidirectional and bidirectional motors, reversibility, molecular ratchets, future visions. Common and different engineering principles of the F-ATP synthase and the flagella motor. Structure, function, energy source, and rotational modes. Controlled assembly of a complex machinery such as the flagella motor.</li> </ul>				
Skript	Will be provided as needed.				

Literatur	Alberts et al: Molecular Biology of the cell  Biochemistry (5th edition), Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer; ISBN 0-7167-4684-0, Freeman  Principles of Biochemistry, Nelson & Cox; ISBN: 1-57259-153-6, Worth Publishers, New York  Cell Biology, Pollard & Earnshaw; ISBN:0-7216-3997-6, Saunder, Pennsylvania Intermolecular & Surface Forces, Israelachvili; ISBN: 0-12-375181-0, Academic Press, London  Proteins: Biochemistry and Biotechnology, Walsh; ISBN: 0-471-899070, Wiley & Sons, New York  Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, Devlin; ISBN: 0-471-411361, Wiley & Sons, New York  Molecular Virology, Modrow et al.; ISBN: 3-8274-1086-X, Spektrum Verlag, Heidelberg
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have an interdisciplinary background (bachelor) in molecular biotechnology, biochemistry, cell biology, physics, bioinformatics or molecular bioengineering.  The module is composed of 3 SWS (3 hours/week): 2-hour lecture, 1-hour seminar. For the seminar, students prepare oral presentations on specific in-depth subjects with/under the guidance of the teacher.
<b>636-0121-00L</b>	<b>Single Cell Technologies</b> <b>W+</b> <b>4 KP</b> <b>3G</b> <b>B. Treutlein</b>
Kurzbeschreibung	Single-cell sequencing and imaging technologies are being applied to primary human organs and to engineered cells and tissues to understand cell states that emerge in these systems at unparalleled resolution. These technologies require sophisticated experimental and computational methods, which we will discuss in practical detail in this course.
Lernziel	To understand the history and current state of the art of single-cell sequencing and imaging methods, and to learn data analytical techniques to extract biological insight from the high-information content data.
Inhalt	This course will include lecture sessions and paper discussion seminars, along with wet lab single-cell genomic experiments, followed by computational data analysis sessions based in R. In the lecture, I will cover the molecular biology and technical aspects underlying popular single-cell sequencing methods, as well as methods to spatially localize cell states within tissues or other multi-cellular systems. We will also cover the experimental aspects of light sheet microscopy and other microscopy methods as a tool to analyze cellular dynamics within complex tissues. We will read recent, seminal manuscripts in the single-cell genomics field and discuss the papers in detail as a group.  Seminar topics will include: Single-cell RNA/DNA/Epigenome sequencing, Lineage tracing, Perturbation screens, Trajectory reconstruction, Light sheet microscopy  In the drylab part of this course, we will go through each step of sequencing read processing and quality control analysis, followed by sessions on data exploration (cell composition, marker gene detection, trajectory reconstruction, differential gene expression analysis, RNA velocity analysis, condition comparison etc.)
<b>636-0122-00L</b>	<b>Introduction to Scientific Computing</b> <b>W</b> <b>4 KP</b> <b>3G</b> <b>R. Vetter</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction to the basics of scientific computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The covered topics include floating point arithmetic, error estimation, spatial and temporal discretization techniques, numerical integration methods, stability, numerical solution of differential equations, particle simulations, parallelization etc.
Lernziel	This course aims at providing basic knowledge required to address scientific questions using quantitative numerical methods and computing. Students learn to recognize potential pitfalls and limitations associated with discretization and approximative numerical methods, and to select appropriate solution techniques for a given numerical problem.
Inhalt	Besides experiments and theory, numerical simulations have become the third pillar of natural sciences and engineering. This course introduces fundamental principles of numerical computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The course includes hands-on practical programming exercises in which the students learn how to implement and perform various numerical simulations.  Time permitting, the tentative list of topics is: <ul style="list-style-type: none"><li>• Floating-point arithmetic</li><li>• Algorithmic complexity</li><li>• Numerical root finding</li><li>• Numerical quadrature &amp; integration</li><li>• Mass-spring systems</li><li>• Time propagation &amp; stability</li><li>• Particle simulations, molecular dynamics</li><li>• Error estimation</li><li>• Uncertainty propagation</li><li>• Cell &amp; tissue models</li><li>• Ordinary &amp; partial differential equations</li><li>• Finite difference method</li><li>• Finite element method</li><li>• Parallel computing &amp; computer architecture</li></ul>
Skript	Lecture notes will be made available online for download on a weekly basis.
Literatur	Recommended literature will be communicated during the course. The exam covers only what is taught in the course and does not require further reading.
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming knowledge in a suitable language is a prerequisite. Students are free to choose a programming language of their liking to work on the exercise assignments. Solutions will be provided in varying languages, including Python, Matlab, C++. Basic knowledge in Jupyter is advantageous, but not strictly required.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>636-0123-00L</b>	<b>Spatial Biology of Cancer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Moor</b>
Kurzbeschreibung	Spatial Biology of Cancer delves into the realm of cancer biology and introduces students to cutting edge spatial analysis techniques. The course bridges the gap between fundamental cancer biology and emerging technologies, providing students with a unique perspective on tumor progression, microenvironment dynamics and treatment strategies.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to understand the fundamental concepts of cancer biology, the current state of research and novel methodologies in spatial biology.				
Inhalt	This multidisciplinary course synthesizes the intricate details of cancer biology with cutting-edge spatial analysis tools. Over the course duration, students will delve into tissue physiology, molecular and cellular mechanisms of tumorigenesis, progression, and metastasis. Simultaneously, they will get hands-on experience with the latest spatial technologies, including spatial transcriptomics and imaging techniques. This combination will provide the foundation to spatially resolve tumor heterogeneity, understand the tumor microenvironment, and assess treatment responses. Through lectures, practical sessions, and journal lectures, students will gain an understanding of both the biological and technological aspects, preparing them for advanced research and applications in this rapidly evolving field.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

## ►► System-Orientierung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>636-0110-00L</b>	<b>ImmunoEngineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S. Reddy, A. Yermanos</b>
Kurzbeschreibung	Immunoengineering is an emerging area of research that uses technology and engineering principles to understand and manipulate the immune system. This is a highly interdisciplinary field and thus the instructor will present an integrated view that will include basic immunology, systems immunology, and synthetic immunology.				
Lernziel	The objective of this course is to introduce the students to the basic principles and applications of Immunoengineering. There will be an emphasis directed towards applications directly relevant to immunotherapy and biotechnology. This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
Inhalt	Immunoengineering will be divided into three primary sections: i) basic principles in immunology; ii) systems immunology; iii) synthetic immunology.				
	I. Basic principles in immunology will cover the foundational concepts of innate and adaptive immunity. Topics include immunogenetics, pattern recognition receptors, lymphocyte receptors, humoral and T cell responses.				
	II. Systems immunology uses quantitative multiscale measurements and computational biology to describe and understand the complexity of the immune system. In this section we will cover high-throughput methods that are used to understand and profile immune responses.				
Literatur	III. Synthetic immunology is based on using methods in molecular and cellular engineering to control immune cell function and behavior. In this section students will learn about how immune receptors and cells are being engineered for applications such as cancer immunotherapy and precision and personalized medicine.				
	Reading material from Janeway's Immunobiology will be distributed, so students do not need to worry about purchasing or obtaining it. Supporting reading material from research articles will be provided to students.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				

<b>636-0114-00L</b>	<b>Microsensors and Microsystems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Hierlemann</b>
	<i>Prerequisites: Physics I and Physics II highly recommended. This class builds on the contents of course 636-0103-00L, "Microtechnology", which are assumed to be known</i>				
Kurzbeschreibung	Students are introduced to microsensor and microsystem technology, the different materials and associated micromachining and fabrication techniques. They become acquainted with fundamentals of different transducers and their applications.				



Lernziel	Students are introduced to microsensor and microsystem technology. The students will get to know the different materials (silicon, glass, plastics) and the respective micromachining and fabrication techniques. They will become acquainted with the fundamentals of the different transducers including mechanical, thermal, magnetic, chemical, optical, and biosensors. They also will get to know strategies to integrate components into microsystems.		
Inhalt	Introduction to microensors and microsystems		
	# Brief introduction to semiconductors # Silicon and glass micromachining # Plastic materials and their micromachining # Fundamentals of different transducers # Mechanical sensors # Thermal sensors # Magnetic sensors # Optical devices # Chemical and biosensors # Microfluidics # BioMEMS		
Skript	Handouts in English		
Literatur	- S.M. Sze, "Semiconductor Devices, Physics and Technology", 2nd edition, Wiley, 2002 - W. Menz, J. Mohr, O. Paul, "Microsystem Technology", Wiley-VCH, 2001 - G. T. A. Kovacs, "Micromachined Transducers Sourcebook", McGraw-Hill, 1998 - M. J. Madou, "Fundamentals of Microfabrication", 2nd ed., CRC Press, 2002 - S.A. Campbell, "The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication", 2nd edition, Oxford University Press, 2001		
Voraussetzungen / Besonderes	Parts of the course rely on knowledge of the fall semester class "Microtechnology" (636-0103-00L). Lab URL: www.bel.ethz.ch		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>636-0113-00L</b>	<b>Genome Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>R. Platt</b>
	<i>The seminar is addressed primarily to students enrolled in the MSc Biotechnology.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is both an introduction to genome engineering and also a highly interactive practical training on effectively reading, writing, and presenting in an academic context.				
Lernziel	The objective of this course is to learn how gene editing technologies function at the molecular and cellular level and how they are applied in research and clinical settings. Students will be introduced to the history and motivation behind the discovery and development of transformative genome engineering technologies, and also gain insight into the ethical, safety, and regulatory facets shaping the field. This content will be explored by critically examining and discussing current literature in the field and devising a technology development plan.				
Inhalt	The course content is comprised of lectures, discussions, and a project. Lectures in Genome Engineering will be technology-focused and incorporate: 1) historical context to motivate the need for developing the technology, 2) development of the technology from concept to robust tool, 3) methods to discover, characterize, and evaluate the technology, and 4) applications of the technology in basic and applied research. Primary research articles will be assigned each week, which will be followed by an in-class lecture and discussion. The course project will be team-based and entail devising a solution to a critical need in the field.				
	Main topics: --Discovery and development of genome editing technologies --The prokaryotic adaptive immune system CRISPR-Cas --Genome engineering methods for generating genetically engineered model systems --Genotype-phenotype linkage via genetic screens --Massively paralleled perturbation and phenotyping --Gene editing tools as molecular recording devices --Gene editing tools as diagnostics and therapeutics				
Skript	Made available through the course website.				
Literatur	Assigned each week. Made available through the course website.				

<b>636-0022-00L</b>	<b>Design of Experiments</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H.-M. Kaltenbach</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces 'classical' statistical design of experiments, particularly designs for blocking, full and fractional factorial designs with confounding, and response surface methods. Topics covered include (restricted) randomization and blocking, sample size and power calculations, confounding, and basics of analysis-of-variance methods for analysis including random effects and nesting.				
Lernziel	Students will learn about the statistical basics of designing and analyzing experiments with multiple qualitative and/or quantitative variables. Students will be able to construct designs for efficiently identifying important influence factors in their experiments, use sequential designs for optimizing experimental conditions, and correctly handle analyses with nested sampling or involving multiple comparisons.				

Inhalt	<p>The course introduces the basics of statistical design of experiments. We will start by discussing the role of randomization for the validity of inferences, see how replication (i.e., sample size) affects the precision of estimates that can be made, how we deal with nested replication (for example, taking several measurements on the same animal), and how we correctly handle multiple comparisons based on the same data.</p> <p>We will then discuss how restrictions of randomization lead to blocked designs, which serve to improve precision of comparisons between experimental conditions. Such designs are also important to avoid confounding of the experimental effect of interest with other effects of no interest, e.g., to handle batch effects that are common in biological experimentation.</p> <p>Next, we learn how to design efficient experiments with multiple factors of interest. In contrast to a one-variable-at-a-time approach, factorial designs allow investigation of multiple factors simultaneously, and under some assumptions on the interplay of the factors, we may even get away with only a fraction of all possible factor combinations while still getting all the information we need.</p> <p>We then discuss optimizing the combination of factors with respect to some response function, such as optimizing the composition of a medium solution to achieve maximum growth rate. Response surface methods offer an efficient and systematic way of finding optimal conditions with low effort through sequential experimentation; they are also common in industrial (engineering) applications.</p> <p>Throughout the course, we will touch on several additional topics without getting into much detail, such as designs that are 'optimal' for either inference or prediction, and designs where experimental conditions are nested (e.g., split-plot designs).</p> <p>The course assumes familiarity with the content of a typical introductory course in statistics: distributions and random variables, estimators and confidence intervals, hypothesis testing using p-values and false positives/negatives, and basics of linear regression or analysis of variance.</p>
Skript	Course material will be made available at: <a href="http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html">http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html</a>
Literatur	<p>Main text: H.-M. Kaltenbach: Statistical Design and Analysis of Biological Experiments, Springer</p> <p>Additional texts: Gary W. Oehlert: A first course in design and analysis of experiments, Freeman (<a href="http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html">http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html</a>) D. R. Cox: Planning of Experiments, Wiley G. Casella: Statistical Design, Springer H. R. Lindman: Analysis of variance in complex experimental designs, Freeman (now Springer)</p>

<b>636-0115-00L</b>	<b>Biochemical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, W. Minas</b>
Kurzbeschreibung	The course covers the fundamentals of implementing an enzyme reaction or a microbial cultivation into reactors on laboratory and industrial scale. It also covers major methods of product purification.				
Lernziel	The objective is to instruct students in the key concepts that are required for efficient application of biotechnological systems (enzymes and cells) for the production of chemicals and proteins.				
Inhalt	Enzyme kinetics – mass transfer in heterogeneous systems – enzyme reactors – residence time distributions - upstream processing of fermentation processes – ideal reactors – macrokinetics - gas transfer – membrane processes – chromatography				
Skript	Handouts and text book references will be provided over the course.				
Literatur	Eg Pauline Doran, Bioprocess Engineering, Clark & Blanch, Biochemical Engineering, Harrison and Todd, Bioseparation Science and Engineering				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>636-0112-00L</b>	<b>Analytical Methods and Lab-on-Chip Technology for Biology and Molecular Diagnostics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. S. Dittrich</b>
Kurzbeschreibung	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. Techniques for sample preparation, fluid handling, and detection, including microfluidics, microarray technology, immunological methods, sensors and biosensors, and various spectroscopic detection techniques				
Lernziel	Students will learn the basic principles, potential and limitations of analytical methods and lab-on-chip technology.				
Inhalt	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces into modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. The lecture includes discussions of highly topical studies.				
	Topics will include:				
	Targets: Biomolecules, biomarkers, signalling factors – what and where to measure				
	Detection: Fluorescence spectroscopy, related techniques and label-free detection methods				
	Basic principles of microfluidics/lab-on-chip technology				
	Applied microfluidics: Single-cell analysis, medical applications and point-of-care diagnostic				
	Microarray technology				
	Immunological methods				
	Sensors and biosensors				
Skript	Handouts during the course .				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.				
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall				
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>636-0116-00L</b>	<b>Nanomachines of the Cell</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. J. Müller</b>
	<i>Prerequisites: Students should have an interdisciplinary background (bachelor) in molecular biotechnology, biochemistry, cell biology, physics, bioinformatics or molecular bioengineering.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture "Nanomachines of the Cell" introduces the concept of using functional biomolecular units of the cell as nanoscopic machines and to assemble them to nanoscopic factories. The specific aim is to be able to use these machines and factories in more complex biotechnological processes as nanoscale functional elements or to control cellular systems and health				
Lernziel	Gain of an interdisciplinary research and development competence which qualifies for scientific work (master's or doctoral thesis) as well as for work in the research and development department of a biotechnological company. The module is of general use in nano- and biotechnological courses of study focusing modern biomolecular technologies.				

Inhalt

- What are nanomachines of the cell? Understanding the cell as a complex factory. Are there engineering principles of the cell and if so what can we learn? New ways to understand and to apply engineering principles of cellular nanomachines in biotechnology and nanotechnology.
- Introduction into factors and mechanisms that determine protein folding and stability. Inter- and intramolecular interactions. Energy landscape concept to describe protein folding, stabilization, destabilization, and unfolding. Mechanisms of protein stabilization, destabilization and aggregation in health and disease. Mechanisms of protein (de-)stabilization in biomaterials science, bioengineering, and in biotechnological and pharmacological applications. Methods to prevent protein destabilization in biotechnological applications. Ways to adjust and manipulate the protein stability in biotechnology and medicine. Designing molecular compounds that stabilize specific proteins. Molecular compounds that lead to protein destabilization, misfolding and denaturation.
- Biological and artificial membranes. Principles of membrane assembly, properties, stability and durability. Vesicles as containers for cargo. Engineering vesicles from native and synthetic components. Engineering ultrastable synthetic vesicles. Applying vesicles in biotechnology and medicine. Functionalizing vesicular membranes with proteins.
- Principles of membrane proteins. Structure and function relationship of membrane proteins. Importance of membrane proteins in pharmacology and biotechnology. Structural and functional characterization of membrane proteins. Bionanotechnological tools to handle and manipulate single membrane proteins.
- Membrane proteins as a toolbox to assemble nanoscopic functional vesicles. Multifunctional synthetic vesicles: Vesicles for drug delivery, vesicles for active transport, vesicles converting energy, vesicles switching their affinity, function, stability, and other properties.
- Energy currencies of the cell. Energy conversion. Storable and transient forms of energy. Nature created a variety of light-driven ion pumps. How to use the pumps and to modify them to our purpose? Employing light-driven ion pumps in biotechnology. Employing light-driven proton pumps adsorbing different wavelengths to boost the membrane gradient. Tuning the adsorption spectra of a light-driven ion pump.
- Structure, function, engineering and application of F-ATP synthases. Engineering artificial vesicular systems to convert light into ion gradients to synthesize ATP. Engineering ATP synthases as nanopropellers to move vesicles. Engineering a light-frequency tuned proton pumps to control the speed of nanopropelled vesicles. Engineering light-driven ion pumps to power the synthetic ATP propellers and to steer vesicles. Engineering and employing ATP synthases as molecular mixing devices.
- Principles of signal transduction. The family of G-protein coupled receptors (GPCRs). Structure and function of GPCRs. Engineering (and other) possibilities to manipulate the functional state of GPCRs.
- Engineering light-activated channels for cellular control: Optogenetics.
- Assembly and employing fibrillar structures.
- DNA origami. Using DNA to build artificial three-dimensional structures at nanometer precision.
- Microtubuli. Occurrence, structure, function, and properties. Designing supports as circuits for molecular shuttles. Biofunctionalization of the circuits. Transporting molecular cargo along circuits. Engineering molecular devices to switch the transport 'on' and 'off'.
- Motor proteins. Translational motors, rotary motors, chemical driven motors, light-driven motors, unidirectional and bidirectional motors, reversibility, molecular ratchets, future visions. Common and different engineering principles of the F-ATP synthase and the flagella motor. Structure, function, energy source, and rotational modes. Controlled assembly of a complex machinery such as the flagella motor.

Skript Will be provided as needed.

Literatur Alberts et al: Molecular Biology of the cell

Biochemistry (5th edition), Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer; ISBN 0-7167-4684-0, Freeman

Principles of Biochemistry, Nelson & Cox; ISBN: 1-57259-153-6, Worth Publishers, New York

Cell Biology, Pollard & Earnshaw; ISBN:0-7216-3997-6, Saunder, Pennsylvania  
 Intermolecular & Surface Forces, Israelachvili; ISBN: 0-12-375181-0, Academic Press, London

Proteins: Biochemistry and Biotechnology, Walsh; ISBN: 0-471-899070, Wiley & Sons, New York

Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, Devlin; ISBN: 0-471-411361, Wiley & Sons, New York

Molecular Virology, Modrow et al.; ISBN: 3-8274-1086-X, Spektrum Verlag, Heidelberg

Voraussetzungen / Besonderes Students should have an interdisciplinary background (bachelor) in molecular biotechnology, biochemistry, cell biology, physics, bioinformatics or molecular bioengineering.

The module is composed of 3 SWS (3 hours/week): 2-hour lecture, 1-hour seminar. For the seminar, students prepare oral presentations on specific in-depth subjects with/under the guidance of the teacher.

636-0121-00L	Single Cell Technologies	W+	4 KP	3G	B. Treutlein
Kurzbeschreibung	Single-cell sequencing and imaging technologies are being applied to primary human organs and to engineered cells and tissues to understand cell states that emerge in these systems at unparalleled resolution. These technologies require sophisticated experimental and computational methods, which we will discuss in practical detail in this course.				
Lernziel	To understand the history and current state of the art of single-cell sequencing and imaging methods, and to learn data analytical techniques to extract biological insight from the high-information content data.				
Inhalt	This course will include lecture sessions and paper discussion seminars, along with wet lab single-cell genomic experiments, followed by computational data analysis sessions based in R. In the lecture, I will cover the molecular biology and technical aspects underlying popular single-cell sequencing methods, as well as methods to spatially localize cell states within tissues or other multi-cellular systems. We will also cover the experimental aspects of light sheet microscopy and other microscopy methods as a tool to analyze cellular dynamics within complex tissues. We will read recent, seminal manuscripts in the single-cell genomics field and discuss the papers in detail as a group.				
	Seminar topics will include: Single-cell RNA/DNA/Epigenome sequencing, Lineage tracing, Perturbation screens, Trajectory reconstruction, Light sheet microscopy				
	In the drylab part of this course, we will go through each step of sequencing read processing and quality control analysis, followed by sessions on data exploration (cell composition, marker gene detection, trajectory reconstruction, differential gene expression analysis, RNA velocity analysis, condition comparison etc.)				

636-0122-00L	Introduction to Scientific Computing	W	4 KP	3G	R. Vetter
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction to the basics of scientific computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The covered topics include floating point arithmetic, error estimation, spatial and temporal discretization techniques, numerical integration methods, stability, numerical solution of differential equations, particle simulations, parallelization etc.				
Lernziel	This course aims at providing basic knowledge required to address scientific questions using quantitative numerical methods and computing. Students learn to recognize potential pitfalls and limitations associated with discretization and approximative numerical methods, and to select appropriate solution techniques for a given numerical problem.				

Inhalt	Besides experiments and theory, numerical simulations have become the third pillar of natural sciences and engineering. This course introduces fundamental principles of numerical computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The course includes hands-on practical programming exercises in which the students learn how to implement and perform various numerical simulations.		
	Time permitting, the tentative list of topics is:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Floating-point arithmetic</li> <li>• Algorithmic complexity</li> <li>• Numerical root finding</li> <li>• Numerical quadrature &amp; integration</li> <li>• Mass-spring systems</li> <li>• Time propagation &amp; stability</li> <li>• Particle simulations, molecular dynamics</li> <li>• Error estimation</li> <li>• Uncertainty propagation</li> <li>• Cell &amp; tissue models</li> <li>• Ordinary &amp; partial differential equations</li> <li>• Finite difference method</li> <li>• Finite element method</li> <li>• Parallel computing &amp; computer architecture</li> </ul>		
Skript	Lecture notes will be made available online for download on a weekly basis.		
Literatur	Recommended literature will be communicated during the course. The exam covers only what is taught in the course and does not require further reading.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming knowledge in a suitable language is a prerequisite. Students are free to choose a programming language of their liking to work on the exercise assignments. Solutions will be provided in varying languages, including Python, Matlab, C++. Basic knowledge in Jupyter is advantageous, but not strictly required.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>636-0123-00L</b>	<b>Spatial Biology of Cancer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Moor</b>
Kurzbeschreibung	Spatial Biology of Cancer delves into the realm of cancer biology and introduces students to cutting edge spatial analysis techniques. The course bridges the gap between fundamental cancer biology and emerging technologies, providing students with a unique perspective on tumor progression, microenvironment dynamics and treatment strategies.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to understand the fundamental concepts of cancer biology, the current state of research and novel methodologies in spatial biology.				
Inhalt	This multidisciplinary course synthesizes the intricate details of cancer biology with cutting-edge spatial analysis tools. Over the course duration, students will delve into tissue physiology, molecular and cellular mechanisms of tumorigenesis, progression, and metastasis. Simultaneously, they will get hands-on experience with the latest spatial technologies, including spatial transcriptomics and imaging techniques. This combination will provide the foundation to spatially resolve tumor heterogeneity, understand the tumor microenvironment, and assess treatment responses. Through lectures, practical sessions, and journal lectures, students will gain an understanding of both the biological and technological aspects, preparing them for advanced research and applications in this rapidly evolving field.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		

### ► Wahlfächer

*The electives list in the ETH course catalogue is an open list, and the courses listed in the ETH course catalogue provide just examples for possible elective courses, e.g. a selection of eligible courses. Students are expected to look for relevant courses in the ETH and University of Basel course catalogue and ask their mentor for approval. Courses from the advanced course category may also be taken as electives. We particularly recommend browsing the University of Basel course catalogue for elective courses of relevant master's degree programmes (using the filter "programe structure" on the course catalogue website), such as for example: Biomedical Engineering, Chemistry, Drug Sciences, Epidemiology, Infection Biology, Molecular Biology, Nanosciences.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0518-00L	<b>Molecular Medicine II (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. UBas Kursnummer 12424-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	W+	2 KP	2V	externe Veranstalter
636-0514-00L	<b>Dynamics and Maintenance of the Genome: DNA Replication, Repair, Recombination (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 19520-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	W+	2 KP	2V	externe Veranstalter
636-0516-00L	<b>Transcription, Regulation and Gene Expression in Eukaryotes (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 13709-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	W+	2 KP	2V	externe Veranstalter
636-0536-00L	<b>Chromatin and Epigenetics (University of Basel)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 17913-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	W+	2 KP	2V	externe Veranstalter
636-0016-00L	<b>Computational Systems Biology: Stochastic Approaches</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	4 KP	3G	M. H. Khammash
Kurzbeschreibung	This course is concerned with the development of computational methods for modeling, simulation, and analysis of stochasticity in living cells. Using these tools, the course explores the richness of stochastic phenomena, how it arises from the interactions of dynamics and noise, and its biological implications.				
Lernziel	To understand the origins and implications of stochastic noise in living cells, and to learn the computational tools for the modeling, simulation, analysis, and identification of stochastic biochemical reaction networks.				
Inhalt	The cellular environment is abuzz with noise. A key source of this noise is the randomness that characterizes the motion of cellular constituents at the molecular level. Cellular noise not only results in random fluctuations (over time) within individual cells, but it is also a main source of phenotypic variability among clonal cell populations.  Review of basic probability and stochastic processes; Introduction to stochastic gene expression; deterministic vs. stochastic models; the stochastic chemical kinetics framework; a rigorous derivation of the chemical master equation; moment computations; linear vs. nonlinear propensities; linear noise approximations; Monte Carlo simulations; Gillespie's Stochastic Simulation Algorithm (SSA) and variants; direct methods for the solution of the Chemical Master Equation; moment closure methods; intrinsic and extrinsic noise in gene expression; parameter identification from noise; propagation of noise in cell networks; noise suppression in cells; the role of feedback; exploiting noise; bimodality and stochastic switches.				
Literatur	Literature will be distributed during the course as needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have completed the course `Mathematical modeling for systems biology (BSc Biotechnology) or `Computational systems biology (MSc Computational biology and bioinformatics). Concurrent enrollment in `Computational Systems Biology: Deterministic Approaches is recommended.				
262-0200-00L	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	W	4 KP	2G+2A	T. Vaughan, T. Stadler
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				

Inhalt	<p>In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a>.</p> <p>In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading</p>		
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .		
Literatur	<p>The following books provide excellent background material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drummond, A. &amp; Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST.</li> <li>• Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach.</li> <li>• Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies.</li> </ul> <p>More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a>.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>262-6190-00L</b>	<b>Machine Learning (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 17165-01</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4G</b>	externe Veranstalter
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>				

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BSSE*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>636-1001-AAL</b>	<b>Bio I: General Biology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>7R</b>	<b>D. J. Müller</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Literatur	Campbell "Biology", chapters: 1 – 28, 40, 42, 43, 45				
<b>636-1002-AAL</b>	<b>Bio II: Biochemistry</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>7R</b>	<b>S. Panke</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Literatur	Stryer "Biochemistry", chapters: 1-18, 24, 27-32				
<b>636-1004-AAL</b>	<b>Bio IV: Genetics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>7R</b>	<b>R. Platt</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese</i>				

**Lerneinheit NICHT belegen.**

Literatur	Lewin, Genes XI, chapters: 3,15, 16, 19-23, 26-30				
<b>636-1003-AAL</b>	<b>Bio III: Cellular Biology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>7R</b>	<b>D. J. Müller</b>
Literatur	Alberts "Molecular biology of the cell", chapters: 7-13, 15-17				
<b>636-1006-AAL</b>	<b>Bio Lab I: General Biology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>	<b>3R</b>	<b>P. S. Dittrich</b>
Inhalt	General lab instructions (safety in the lab, buffers, media, pipetting, monoseptic working, proteins and protein degradation, PAGE, enzyme assays)				
<b>636-1007-AAL</b>	<b>Bio Lab II: Microbiology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>	<b>3R</b>	<b>S. Reddy</b>
Inhalt	E. coli cultures, growth curves in different formats (shake flasks, µTPs) and readouts, making competent cells, transformation and electroporation, plasmid isolation, ELISA				
<b>636-1008-AAL</b>	<b>Bio Lab III: Molecular Biology I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>	<b>3R</b>	<b>R. Platt</b>
Inhalt	PCR, restriction digest, ligation, transformation, gel analysis, Sanger sequencing, Gibson assembly				
<b>636-1010-AAL</b>	<b>Bio Lab V: Molecular Biology III</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>	<b>3R</b>	<b>S. Panke</b>
Inhalt	"-omics" analyses in eukaryotic cells (sample preparation for and analysis of omics data)				
<b>636-1009-AAL</b>	<b>Bio Lab IV: Molecular Biology II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>	<b>3R</b>	<b>S. Panke</b>
Inhalt	Gene expression in prokaryotes: Construction of reporter constructs, induction and readout under different conditions, influence of degradation tags, genome editing in bacteria				

**Biotechnologie Master - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# CAS ARC in Digitalisierung

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0106-00L</b>	<b>Modul 6: Mensch und Veränderung</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Aktivitäten, Haftung, Abhängigkeiten, Kompetenzen				
Lernziel	Modul 6 beschreibt, wie sich Prozesse aufgrund digitalisierter Informationen und verlässlicher Teamarbeit verändern.				
	Lernenden werden befähigt Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:				
	- Lean Construction Prozess, Mensch, Metrics, IPD				
Inhalt	Lean Construction Management ist eine Methode, welche den gesamten Ablauf in Bauprojekten neu betrachtet und dabei für ein stabilen und effektiven Planung-, Baustellen- und Bewirtschaftungsbetrieb sorgt. Als Methode ergänzt es den Integrated Project Delivery IPD Ansatz.				
	Lernenden werden befähigt Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:				
	- Lean Construction Prozess, Mensch, Metrics, IPD				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0107-00L</b>	<b>Modul 7: Organisation und Prozesse</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Holokratie, Organisationsstrukturen, Vertragsmodelle, Besteller Anforderungen, Kompetenzen				
Lernziel	In Modul 7 geht es zum Einen um Fragen, welche an digitale Leistungen gestellt werden und um "Bestellerkompetenz" zur Beschaffung von relevanten Daten und Informationen während der Projekterstellung und der anschliessenden Nutzung. Zum Anderen geht es um Kompetenzen, welche Organisation in Zukunft an Bewerber stellen und Erwartungen, welche Bewerber an Organisationen und Firmen stellen sollten.				
	Lernenden werden befähigt Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:				
	- Holokratie				
	- Foresight / Resilienz				
	- Anreizsysteme				
	- Verträge				
	- EIR				
Inhalt	Wir lernen Modelle kennen die neue Wertsysteme (incentives) mit einbezieht. Diese kommen allen Projektbeteiligten zugute und schaffen für alle mehr Resilienz. Wir beschäftigen und mit Methoden, Dienstleistungen, Produkten und Standards, welche ganzheitlich den gesamten Lebenszyklus "cradle-to-cradle" beachten und die Auswirkungen von baulichen Massnahmen mit einbeziehen. Wir verstehen wie wichtig verlässliche und nachvollziehbare Daten sind und lernen wichtige Informationen im Kontext von weniger wichtigen zu unterscheiden.				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0108-00L</b>	<b>Modul 8: Entwicklung und Implementierung</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Zukunftsfähige Unternehmensstrategien				
Lernziel	Im Modul 8 geht es um Methoden für eine nachhaltige Strategieentwicklung - im Spannungsfeld von neuen digitalen Anforderungen. Es geht darum den Wandel zu verstehen, neue Chancen zu erkennen und geschäftliche Entwicklungen und Modelle agil und dennoch zukunftssicher machen.				
	Lernenden werden befähigt Bedürfnisse und Anforderungen an eine neue Strategieentwicklung zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:				
	- Mustererkennung				
	- Strategieentwicklung / Design Thinking, Designing a Business				
	- Kulturwandel				
	- Wissensmanagement				
Inhalt	Wir lernen Methoden kennen, die helfen Strategien und Visionen von Organisation, Geschäftsbereich, Projekten zu unterstützen oder solche zu starten. Unabhängig davon ob es um innerbetriebliche Zusammenarbeit, unterstützen von innovativen Strategien oder um eine vorausschauende und kooperative Entscheidungsfindung geht, wir lernen relevante Muster zu erkennen und diese, entsprechend jeweiliger Herausforderungen, sinnvoll zu adaptieren und einzusetzen .				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0109-00L</b>	<b>Modul 9: Erfolgsmodelle</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Ressourcen und Kompetenzen, Messkriterien, Feedback				
Lernziel	Im Zentrum des Modul 9 steht der erlebte und gelebte Erfolg. In 8 Modulen wurden intensiv unterschiedliche Strategieentwicklungen und deren Perspektiven diskutiert, Wissen vermittelt und Methodikkompetenz aufgebaut. Im zweitletzten Modul werden in einem Schnelldurchlauf nochmals die wichtigsten Punkte zusammengefasst und offen diskutiert, ob und was sich bereits verändert hat.				
	Lernenden werden befähigt Themen der Strategie Entwicklung zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:				
	- Erfolgsfaktoren				
	- Messkriterien (Qualitativ to Quantitativ: messbar machen von nicht Messbarem)				
	- COINS (Context, Observation, Impact, Next, Stay)				
Inhalt	Die Implementierung einer Digitalisierungsstrategie in Projekt oder Unternehmung ist erfahrungsgemäss dann erfolgreich, wenn Projektziele, Akteure und Ressourcen richtig verstanden werden, damit frühzeitig die einfach zu erreichenden Mehrwerte entstehen. Erfolgreiche Beispiele werden ebenso studiert wie die Formulierung von Pilotprojekten, Softwareanpassungen, Investitionen und kritischen Pfaden. Die Rolle konkreter Werkzeuge wie beispielsweise IDMs (Information Delivery Manuals) wird erläutert.				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0110-00L</b>	<b>Modul 10: Ausblick</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Adaption und Strategie				
Lernziel	Modul 10 greift abschliessend tagesaktuelle Entwicklungen auf und positioniert diese betreffend ihrer Wichtigkeit, damit die Teilnehmenden eigenständig und situationsangemessen agieren können.				

Inhalt	Die Geschwindigkeit mit der die Digitalisierung auf die eigene Haltung und Handlung Einfluss nimmt, macht es notwendig, das langfristig belastbare Wissen mit dem tagesaktuellen Geschehen abzugleichen. Konkret werden Instrumente und Ideen der Verbände SIA, CRB, KBOB, IPB und Bauen digital Schweiz diskutiert, sowie die Möglichkeiten aktueller Software vermittelt.
	Die Teilnehmenden präsentieren ihre eigene Thesis zur Digitalisierung und stellen diese dem Plenum zur Diskussion.
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>

## ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0190-00L</b>	<b>Studienarbeit in Digitalisierung</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>6A</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	<a href="http://www.map.arch.ethz.ch/de">www.map.arch.ethz.ch/de</a>				

### CAS ARC in Digitalisierung - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS ARC in Gesamtprojektleitung

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0206-00L</b>	<b>Modul 6: Rechtliche Grundlagen</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange eines Projekts betrachtet. Schwerpunkte bilden das Obligationen- sowie das Arbeitsrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Öffentliches Beschaffungswesen und Obligationenrecht - Auftrag und Werkvertrag - Arbeits- und Personalrecht - Urheberrecht				
Inhalt	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange eines Projekts betrachtet. Schwerpunkte bilden das Obligationen- sowie das Arbeitsrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0207-00L</b>	<b>Modul 7: Projektmanagement</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im siebten Modul dreht sich alles um ein sinnvolles Projektmanagement. Die verschiedenen Instrumente des Projektmanagement werden erläutert und ihre richtige Verwendung geübt. Insbesondere wird auch analysiert und diskutiert wofür der Begriff „Lean Management“ steht.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Projekthandbuch - Projektwissen und Prozessverständnis - Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement - Lean Management und Lean Construction - Projektentwicklung				
Inhalt	Im siebten Modul dreht sich alles um ein sinnvolles Projektmanagement. Die verschiedenen Instrumente des Projektmanagement werden erläutert und ihre richtige Verwendung geübt. Insbesondere wird auch analysiert und diskutiert wofür der Begriff „Lean Management“ steht.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0208-00L</b>	<b>Modul 8: Kommunikation</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Kenntnisse der professionellen Gesprächsführung, Präsentation sowie im Networking werden im achten Modul vermittelt. Die Studierenden lernen sowohl das leiten eines Meetings, wie auch die Präsentation vor einem grösseren Publikum. Es werden auch die nonverbalen Elemente der Kommunikation analysiert und trainiert.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Verbale und nonverbale Kommunikation - Öffentlichkeitsarbeit - Moderation und Präsentation - Gesprächsführung - Aufbau und Pflege des Netzwerks				
Inhalt	Die Kenntnisse der professionellen Gesprächsführung, Präsentation sowie im Networking werden im achten Modul vermittelt. Die Studierenden lernen sowohl das leiten eines Meetings, wie auch die Präsentation vor einem grösseren Publikum. Es werden auch die nonverbalen Elemente der Kommunikation analysiert und trainiert.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0209-00L</b>	<b>Modul 9: Effektivität und Effizienz</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im Modul neun stehen die Teile des Projektmanagements, Kosten, Termine und Ressourcen, im Zentrum der Betrachtung. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Logistik, damit die Ressourcen effizient eingesetzt werden können. Zudem werden die Chancen und Gefahren der Digitalisierung für den Planungs- und Bauprozess besprochen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Kosten - Termine - Ressourcen (Logistik und Human Resources) - Kapazitätsplanung				
Inhalt	Im Modul neun stehen die Teile des Projektmanagements, Kosten, Termine und Ressourcen, im Zentrum der Betrachtung. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Logistik, damit die Ressourcen effizient eingesetzt werden können. Zudem werden die Chancen und Gefahren der Digitalisierung für den Planungs- und Bauprozess besprochen.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0210-00L</b>	<b>Modul 10: Unternehmensführung</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Das zehnte und letzte Modul vermittelt das Basiswissen zur Unternehmensführung. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für das Projektteam als Teil eines Unternehmens und können entsprechend agieren. Als Abschluss des Studiengangs werden die Grenzen des Projekts verlassen und es wird der Blick auf die grösseren Zusammenhänge geschult.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Unternehmensführung - Ressourcen, Wertangebot und Auftraggebende - Projektteams als Teil des Unternehmens - Kapazitäts- und Einsatzplanung - Wirtschaftlichkeit				
Inhalt	Das zehnte und letzte Modul vermittelt das Basiswissen zur Unternehmensführung. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für das Projektteam als Teil eines Unternehmens und können entsprechend agieren. Als Abschluss des Studiengangs werden die Grenzen des Projekts verlassen und es wird der Blick auf die grösseren Zusammenhänge geschult.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				

## ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>072-0290-00L</b>	<b>Studienarbeit in Gesamtprojektleitung</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>A. Paulus</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				

#### CAS ARC in Gesamtprojektleitung - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS ARC in Immobilienstrategien urban-peri-urban

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0306-00L</b>	<b>Modul 6: Interessen</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schwerpunkt des sechsten Moduls sind die Interessen der unterschiedlichen Beteiligten. Um die Interessen, die von gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Aspekten beeinflusst sind, zu verstehen, werden diese zunächst analysiert und interpretiert. Ziel ist es, aus der Risikoanalyse geeignete Handlungen zu generieren.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Interesse versus Position - Stakeholder mit ihren Zielen und Zielkonflikten - Wirtschaftliche und kulturelle Verantwortung - Drei-Dimensionen-Modell				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
	Kritisches Denken			gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>072-0307-00L</b>	<b>Modul 7: Rahmenbedingungen</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Jede operative, strukturelle und soziale Massnahme hat Konsequenzen in der Zukunft. Im siebten Modul liegt der Fokus auf deren Wechselwirkungen während des Lebenszyklus einer Immobilie. Im Detail wird die Zusammenarbeit der Beteiligten betrachtet, um im Bewusstsein der Chancen und Gefahren des Projekts gemeinsame Entscheide treffen zu können.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Steuerung und Management - Leistungsteam - SWOT-Analyse - Konsequenzen von Entscheiden				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
	Kritisches Denken			gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>072-0308-00L</b>	<b>Modul 8: Erfolgsmethoden</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im achten Modul wird das bisher generierte Wissen anhand von praktischen Beispielen rekapituliert und reflektiert. Ziel ist es, die Erfahrungen anderer aufzunehmen, davon zu lernen und diese auf das eigene Umfeld nicht nur anzuwenden, sondern auch neu zu interpretieren. Im Zentrum steht der Diskurs über eigene Wertvorstellungen und Haltungen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Kritisches Denken - Analyse, Interpretation und Adaption - Interdisziplinäres Handeln				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>072-0309-00L</b>	<b>Modul 9: Strategien</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Das vorletzte Modul widmet sich dem Thema der Strategie: Wie kann die gebaute Umwelt entwickelt werden, wer trifft die notwendigen Entscheide und was sind die daraus folgenden Konsequenzen? Im Detail bedeutet dies, mit der Grundlage einer Bestandsaufnahme, Zukunftsbildern des Bestands eine Strategie zu entwickeln. Es gilt, das Ungewisse zu handhaben.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Strategien entwickeln - Szenarien: Zeithorizonte und Konsequenzen - Mikro- und Makroumwelt - Robustheit, Flexibilität und Versicherung - Massnahmenkatalog und Implementierung				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>072-0310-00L</b>	<b>Modul 10: Kultur</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die gebaute Umwelt braucht Entscheide. Das zehnte Modul widmet sich der Führungskompetenz. Im Mittelpunkt stehen die Teilnehmenden, die ihre neu gewonnenen Fähigkeiten umzusetzen wissen. Sie wollen ihre gebaute Umwelt aktiv mitgestalten, indem sie bewusst und mit Verantwortung Einfluss nehmen. Effektivität bedeutet, die richtigen Dinge zu tun, Effizienz, die Dinge richtig zu tun.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Führung - Selbst- und Sozialkompetenz - Effektivität und Effizienz - Entscheidungsfindung				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
		Verfahren und Technologien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	gefördert	
		Projektmanagement	gefördert	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Kundenorientierung	gefördert			
Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Verhandlung	gefördert		
	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
	Kreatives Denken	gefördert		
	Kritisches Denken	gefördert		
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
072-0390-00L	<b>Studienarbeit in Immobilienstrategien urban- peri-urban</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben während des Programms ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. In der akademischen Begleitung steht die Wissensvermittlung, die Diskussion und das wissenschaftliche Arbeiten im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
Menschenführung und Verantwortung				geprüft	
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			geprüft	
	Verhandlung			geprüft	
	Anpassung und Flexibilität			geprüft	
	Kreatives Denken			geprüft	
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft	

### CAS ARC in Immobilienstrategien urban-peri-urban - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# CAS ARC in Unternehmensführung

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0406-00L</b>	<b>Modul 6: Rechtliche Grundlagen</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange einer Unternehmung betrachtet. Schwerpunkte bilden das Arbeits- und Personalrecht sowie das Obligationenrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Arbeits- und Personalrecht - Öffentliches Beschaffungswesen und Obligationenrecht - Datenschutz				
Inhalt	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange einer Unternehmung betrachtet. Schwerpunkte bilden das Arbeits- und Personalrecht sowie das Obligationenrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0407-00L</b>	<b>Modul 7: Führung</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Führung ist die Gesamtheit der Administration, des Managements und der Lenkung/Steuerung. Dazu benötigt es spezifische Handlungskompetenzen, die im siebten Modul sowohl in der Theorie erklärt als auch in der Praxis getestet werden. Eine Form der Führung ist die Personalführung, deren Unterthemen Veränderung und Konfliktlösung ebenfalls im Fokus des Moduls stehen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Sozio-ökonomische Organisationsverständnis - Führung: Haltung und Handlung - Personalführung - Umgang mit Veränderung - Konfliktlösung				
Inhalt	Führung ist die Gesamtheit der Administration, des Managements und der Lenkung/Steuerung. Dazu benötigt es spezifische Handlungskompetenzen, die im siebten Modul sowohl in der Theorie erklärt als auch in der Praxis getestet werden. Eine Form der Führung ist die Personalführung, deren Unterthemen Veränderung und Konfliktlösung ebenfalls im Fokus des Moduls stehen.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0408-00L</b>	<b>Modul 8: Organisation</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im achten Modul wird die Wirkung des Projektmanagements auf die Unternehmensführung erläutert. Im Detail wird darauf eingegangen, inwieweit die Unternehmensführung durch Projekte und Produkte unterschiedlich beeinflusst werden. Anhand einer Fallstudie wird das Projektmanagement und dessen Instrumente aufgezeigt; insbesondere das Projekthandbuch wird als Führungsinstrument verstanden.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Projektmanagement - Tools und Instrumente - Kontrolle und Überwachung				
Inhalt	Im achten Modul wird die Wirkung des Projektmanagements auf die Unternehmensführung erläutert. Im Detail wird darauf eingegangen, inwieweit die Unternehmensführung durch Projekte und Produkte unterschiedlich beeinflusst werden. Anhand einer Fallstudie wird das Projektmanagement und dessen Instrumente aufgezeigt; insbesondere das Projekthandbuch wird als Führungsinstrument verstanden.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0409-00L</b>	<b>Modul 9: Erfolgsmethoden</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die verschiedenen Methoden, Prinzipien, Instrumente etc. der vorherigen Module werden im Neunten rekapituliert und anhand von Beispielen exemplarisch aufgezeigt. Dabei gilt es, die unterschiedlichen Kulturen, Strukturen und Aufgabenverständnisse zu erfassen und auf die eigene Unternehmung zu adaptieren.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Kritisches Denken - Analyse, Interpretation, Adaption, Anwendung				
Inhalt	Die verschiedenen Methoden, Prinzipien, Instrumente etc. der vorherigen Module werden im Neunten rekapituliert und anhand von Beispielen exemplarisch aufgezeigt. Dabei gilt es, die unterschiedlichen Kulturen, Strukturen und Aufgabenverständnisse zu erfassen und auf die eigene Unternehmung zu adaptieren.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0410-00L</b>	<b>Modul 10: Strategie</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Das letzte Modul widmet sich der Unternehmensstrategie. Im Detail bedeutet dies, mit der Grundlage einer Bestandsaufnahme, Zukunftsbilder der eigenen Unternehmung mit unterschiedlichen Umwelten zu entwickeln. Eine Strategie ist auf Flexibilität, Robustheit und Versicherung ausgerichtet und befasst sich sowohl mit dem Wissen als auch dem Ungewissen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Strategie und Zukünfte - Zeithorizonte - Mikro- und Makroumwelt - Gewissheit und Ungewissheit				
Inhalt	Das letzte Modul widmet sich der Unternehmensstrategie. Im Detail bedeutet dies, mit der Grundlage einer Bestandsaufnahme, Zukunftsbilder der eigenen Unternehmung mit unterschiedlichen Umwelten zu entwickeln. Eine Strategie ist auf Flexibilität, Robustheit und Versicherung ausgerichtet und befasst sich sowohl mit dem Wissen als auch dem Ungewissen.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				

## ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0490-00L</b>	<b>Studienarbeit in Unternehmensführung</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>6A</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				

Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren		
Inhalt	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Dabei gilt es, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.		
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.		
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

#### CAS ARC in Unternehmensführung - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Advanced Materials and Processes

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>344-0100-00L</b>	<b>CAS Module A in Advanced Materials and Processes</b> <i>Only for CAS in Advanced Materials and Processes. The enrolment is done by the MaP executive office.</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	CAS AMaP participants are offered a MaP professor as a mentor together with whom they design their study plan along an individually-specified focus area in 'Advanced Materials and Processes'. Building on the individual expertise, interests and needs of the participants, the customised CAS AMaP module consists of the elements (i) research project, ii) courses and lectures, (iii) knowledge transfer.				
Lernziel	The CAS AMaP module is fully customisable, building on the expertise of technical specialist professionals and aims at: - training skills at the frontiers of the current state of research in Advanced Materials and Processes, - deepening technical know-how with state-of-the-art knowledge in the specified focus area, and - advancing practical competencies in the impart of expertise and knowledge transfer across disciplines and educational levels.				
Inhalt	Depending on individual interests and needs of the technical specialist professionals, the CAS AMaP module consists of the elements: I. conducting a research project in the mentor's group, addressing fundamental, development or applied problems, considering theoretical and/or experimental aspects, II. individual schedule of courses and lectures with state-of-the-art knowledge, and III. sharing of know-how in, e.g. seminars and interactive formats, thereby enhancing bidirectional knowledge transfer.				
<b>344-0110-00L</b>	<b>CAS Module B in Advanced Materials and Processes</b> <i>Only for CAS in Advanced Materials and Processes. The enrolment is done by the MaP executive office.</i>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>19A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	CAS AMaP participants are offered a MaP professor as a mentor together with whom they design their study plan along an individually-specified focus area in 'Advanced Materials and Processes'. Building on the individual expertise, interests and needs of the participants, the customised CAS AMaP module consists of the elements (i) research project, ii) courses and lectures, (iii) knowledge transfer.				
Lernziel	The CAS AMaP module is fully customisable, building on the expertise of technical specialist professionals and aims at: - training skills at the frontiers of the current state of research in Advanced Materials and Processes, - deepening technical know-how with state-of-the-art knowledge in the specified focus area, and - advancing practical competencies in the impart of expertise and knowledge transfer across disciplines and educational levels.				
Inhalt	Depending on individual interests and needs of the technical specialist professionals, the CAS AMaP module consists of the elements: I. conducting a research project in the mentor's group, addressing fundamental, development or applied problems, considering theoretical and/or experimental aspects, II. individual schedule of courses and lectures with state-of-the-art knowledge, and III. sharing of know-how in, e.g. seminars and interactive formats, thereby enhancing bidirectional knowledge transfer.				
<b>344-0120-00L</b>	<b>CAS Module C in Advanced Materials and Processes</b> <i>Only for CAS in Advanced Materials and Processes. The enrolment is done by the MaP executive office.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	CAS AMaP participants are offered a MaP professor as a mentor together with whom they design their study plan along an individually-specified focus area in 'Advanced Materials and Processes'. Building on the individual expertise, interests and needs of the participants, the customised CAS AMaP module consists of the elements (i) research project, ii) courses and lectures, (iii) knowledge transfer.				
Lernziel	The CAS AMaP module is fully customisable, building on the expertise of technical specialist professionals and aims at: - training skills at the frontiers of the current state of research in Advanced Materials and Processes, - deepening technical know-how with state-of-the-art knowledge in the specified focus area, and - advancing practical competencies in the impart of expertise and knowledge transfer across disciplines and educational levels.				
Inhalt	Depending on individual interests and needs of the technical specialist professionals, the CAS AMaP module consists of the elements: I. conducting a research project in the mentor's group, addressing fundamental, development or applied problems, considering theoretical and/or experimental aspects, II. individual schedule of courses and lectures with state-of-the-art knowledge, and III. sharing of know-how in, e.g. seminars and interactive formats, thereby enhancing bidirectional knowledge transfer.				

### CAS in Advanced Materials and Processes - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Artificial Intelligence and Software Development

Das CAS findet nur im Frühjahrssemester statt.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>273-0001-00L</b>	<b>Programming with Python</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	This Python course reinforces and extends basic programming concepts covered previously in the CAS in Applied Information Technology and introduces several new topics. These include classes, objects, and a selection of important Python libraries. Participants will develop their Python programming skills over the entire module with online tutorials, programming exercises, and one-on-one support.				
Lernziel	Participants learn...				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- how to encode a problem into a program, test the program, and correct errors.</li> <li>- to understand and improve existing code.</li> <li>- deal with the complexity of real data.</li> <li>- store data in a suitable data structure.</li> <li>- query databases and understand and evaluate the corresponding database model.</li> <li>- to implement mathematical models as a simulation.</li> </ul>				
Inhalt	Participants expand their programming skills. They learn to develop mathematical models for real-world tasks and solve them as small projects in Python. Fundamental concepts of programming being covered include Matrix calculations, Objects and Classes, Data requests for Data Science and Data visualization.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is based on application-oriented learning. The students spend most of their time working through programming projects and discussing their results with teaching assistants. To learn the programming basics there are electronic tutorials available.				
Kompetenzen	A Python basics online course is available approximately one month prior to the start of the program for people who do not have any prior experience with Python or who would like to refresh their Python skills.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>273-0002-00L</b>	<b>Software Engineering Fundamentals</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>M. Schwerhoff, H. Lehner</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a comprehensive overview of the software development process, introducing participants to essential techniques for facilitating the delivery of high-quality software products. The knowledge and practical experience gained will help managers to improve communication with software development teams, ultimately leading to higher success rates.				
Lernziel	Main objectives for participants are:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gain a big-picture understanding of the software development process</li> <li>- Develop an intuition for common challenges and solution strategies</li> <li>- Be able to contextualise and employ standard terminology</li> <li>- Apply key solution techniques to address real-world programming challenges</li> </ul>				
Inhalt	We will examine the different stages of software development and lifecycle to better understand the challenges of managing software development projects, and the principles and processes used to address them. This will include topics such as requirements elicitation, modelling, design patterns, implementation decisions and trade-offs, testing, refactoring, and maintenance and enhancement of software products.				
	A team project will give participants the opportunity to apply the techniques introduced and to experience common software development challenges first-hand: for example, difficulties in eliciting technically meaningful requirements, integrating change requests, and managing an evolving code base. In this course, we will reverse the roles: participants will take on the task of delivering high quality software under our supervision. In this way, participants will gain a deeper understanding of the challenges of software development.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
<b>273-0003-00L</b>	<b>Building ML/AI Applications</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>C. Cotrini Jimenez, A. Streich</b>
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental training in areas of machine learning. The course is intended for managers and leaders who want to understand the basics of the technologies that are likely to change almost every aspect of our lives. We explain technical concepts in simple terms and no previous experience with ML is expected.				

Lernziel	Participants learn ...		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- how machine learning works.</li> <li>- popular models for machine learning.</li> <li>- how to implement neural networks for image processing.</li> <li>- the basics of natural language processing.</li> <li>- how large language models, like chatGPT, work.</li> <li>- current pitfalls and challenges when working with machine learning.</li> </ul>		
Inhalt	<p>We will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Machine Learning: Understand the essentials of ML and its core tools like decision trees, neural networks, and cross-validation.</li> <li>• Deep Learning: Discover the transformative role of neural networks, with an emphasis on natural language processing. We study applications like machine translation and ChatGPT.</li> <li>• Applications: Learn how ML is revolutionizing sectors like finance, insurance, retail, and services.</li> <li>• Challenges &amp; Considerations: Recognize the potential pitfalls, threats, and ethical considerations in deploying ML.</li> <li>• The Future of AI: Engage in discussions on the societal impacts and future prospects of AI.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

#### CAS in Artificial Intelligence and Software Development - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Angewandten Erdwissenschaften

## ► Modulgruppe Geo-Ressourcen

Das Modul Geo-Ressourcen dauert zwei Semester (FS und HS) und wird alle 3 Jahre angeboten.

Nächste Durchführung: FS25 + HS25

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
669-0100-00L	<b>Frühjahrskurs: Charakterisierung von Grundwassersystemen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	2 KP	2G	M. O. Saar
Kurzbeschreibung	Der Kurs behandelt hydrogeologische Methoden für Grundwassersysteme im Lockergestein als auch im Fels. Ausgehend von der Charakterisierung werden verschiedene Fallbeispiele gezeigt und dann die Anwendung im Grundwasserschutz erläutert				
Lernziel	Die Teilnehmenden lernen verschiedene Methoden zur Charakterisierung von Grundwasserleitern zu beurteilen und die Ergebnisse von Messungen und Beobachtungen in einem Modell des Grundwassersystems zu verknüpfen.				
669-0101-00L	<b>Projektmodul: Geo-Ressourcen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	2 KP	1S	M. O. Saar
Kurzbeschreibung	Zum Projektmodul zur Modulgruppe Geo-Ressourcen zählt ein eintägiger Workshop oder eine Exkursion und die Erstellung eines gemeinsamen Kursskriptes durch die Teilnehmenden in online-Kooperation.				
Lernziel	Die Teilnehmenden vertiefen Kursinhalte und stellen in ausgewählten Themen einen Zusammenhang zur beruflichen Praxis her.				

## ► Modulgruppe Baugewologie

Das Modul Baugewologie dauert zwei Semester (FS und HS) und wird alle 3 Jahre angeboten.

Nächste Durchführung: [SEMESTER]

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
669-0200-00L	<b>Frühjahrskurs: Charakterisierung und Baugrundverhalten von Lockergestein</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	2 KP	2G	J. Aaron, I. Anastasopoulos
Kurzbeschreibung	Im Kurs werden die theoretischen Grundlagen von Baugrunderkundungen aufgearbeitet; einen weiteren Schwerpunkt bildet die Verwendung der Baugrundkennwerte durch Geotechniker und Tragwerksplaner. In einem eintägigen Workshop wird das Vorgehen am konkreten Projekt durchgespielt.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist es, dass die Teilnehmenden Baugrunderkundungen zielgerichtet planen und die gewonnen Ergebnisse auswerten können, so dass sie vom Geotechniker und Tragwerksplaner weiterverwendet werden können.				
669-0201-00L	<b>Projektmodul: Baugewologie</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	2 KP	1S	J. Aaron

## ► Modulgruppe Geo-Risiken

Das Modul Geo-Risiken dauert zwei Semester (FS und HS) und wird alle 3 Jahre angeboten.

Nächste Durchführung: [SEMESTER]

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
669-0300-00L	<b>Frühjahrskurs: Erdbeben: Prozesse, Gefährdung und Risiko</b> <i>Nur für CAS in Angewandten Erdwissenschaften.</i>	W	2 KP	2G	S. Wiemer, I. Anastasopoulos, D. Fäh, V. Gischig
Kurzbeschreibung	Der Kurs gibt einen Überblick, wie die Disziplinen Seismologie, Geologie und Erdbebeningenieurwesen bei der Bewertung der seismischen Gefährdung ineinandergreifen. Verschiedene Methoden zur Standortcharakterisierung sowie die zur erdbebensicheren Projektierung notwendigen Eingabedaten und Richtlinien werden im Kurs beleuchtet.				
Lernziel	Die Teilnehmenden lernen die Grundlagen zur Abschätzung der seismischen Gefährdung und Risiken kennen und können aktuelle Risikomodelle für Fragestellungen in der Berufspraxis einsetzen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
669-0301-00L	<b>Projektmodul: Geo-Risiken</b> <i>Nur für CAS in Angewandten Erdwissenschaften.</i>	W	2 KP	1S	S. Wiemer, J. Aaron, V. Gischig, H. Willenberg
Kurzbeschreibung	Im Projektmodul zur Modulgruppe Geo-Risiken erstellen die Teilnehmenden in online-Kooperation ein gemeinsames Kursskript zu Frühjahrs- und Herbstkurs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

### CAS in Angewandten Erdwissenschaften - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Angewandter Statistik

## ► Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>447-0000-00L</b>	<b>Einführung in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Naturwissenschaftler. Die Konzepte werden anhand einiger Daten-Beispiele eingeführt.				
Lernziel	Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.				
Inhalt	Modelle und Statistik für Zähldaten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomialverteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen. Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle.				
<b>447-0102-01L</b>	<b>Angewandte Multivariate Statistik I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>B. Sick</b>
Kurzbeschreibung	Graphische Darstellungen, Dimensionsreduktion durch Hauptkomponentenanalyse, MDS und t-SNE. Hierarchisches Clustern, k-means Clustern.				
Lernziel	Die multivariate Statistik behandelt die gemeinsame Verteilung von mehreren Zufallsvariablen. Der Kurs führt die grundlegenden Konzepte ein und bietet einen Überblick über klassische und moderne Methoden und deren Anwendungen.				
<b>447-6624-01L</b>	<b>Applied Time Series I</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to time series analysis: examples, goals and mathematical notation. Descriptive techniques, modelling and prediction.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models.				
Skript	A script will be available.				
<b>446-0990-00L</b>	<b>Zertifikatsgespräch</b>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Im Zertifikatsgespräch präsentieren und diskutieren die Kursteilnehmenden die Anwendung von statistischen Methoden in einem von den Teilnehmenden bestimmten Anwendungsgebiet.				
Lernziel	Präsentation und Diskussion von statistischen Fragestellungen aus dem eigenen Fachgebiet.				

## ► Weitere Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>447-0000-01L</b>	<b>Einführung in R</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1V+2U</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in das Arbeiten mit R, insbesondere Datenimport, Datenmanipulation und Datenvisualisierung.				
Lernziel	Die Studierenden können R für einfache Datenanalysen einsetzen.				
<b>447-0102-02L</b>	<b>Angewandte Multivariate Statistik II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>B. Sick</b>
Kurzbeschreibung	Spezialisierte Methoden der multivariaten Statistik: Klassifikation, Baummodelle, Support Vector Machines, Neural Networks.				
Lernziel	Die multivariate Statistik behandelt die gemeinsame Verteilung von mehreren Zufallsvariablen. Der Kurs führt spezialisierte Konzepte ein.				
<b>447-6624-02L</b>	<b>Applied Time Series II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	More advanced topics in time series analysis like time series regression, time series classification and spectral analysis.				
Lernziel	Getting to know advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Skript	A script will be available.				
<b>447-6222-01L</b>	<b>Robust Regression</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. F. Ruckstuhl</b>
Kurzbeschreibung	The basic ideas of robust fitting techniques are explained theoretically and practically using regression models and explorative multivariate analysis.				
Lernziel	Participants are familiar with common robust fitting methods for linear regression models as well as for explorative multivariate analysis and are able to assess their suitability for the data at hand.				
Inhalt	Influence function, breakdown point, regression M-estimation, regression MM-estimation, robust inference, covariance estimation with high breakdown point, application in principal component analysis and linear discriminant analysis.				
Literatur	Lecture notes are available.				
<b>447-6222-02L</b>	<b>Nonlinear Regression</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. F. Ruckstuhl</b>
Kurzbeschreibung	Fitting nonlinear regression functions and determining reliable confidence intervals.				
Lernziel	Participants know the challenges that arise in fitting nonlinear regression functions. In addition, they are aware of the difference between classical and profile based methods to determine confidence intervals.				
Inhalt	Nonlinear regression models, estimation methods, approximate tests and confidence intervals, estimation methods, profile t plot, profile traces, parameter transformations, prediction and calibration.				
Skript	Lecture notes are available.				
<b>447-6233-00L</b>	<b>Spatial Statistics ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Fachstudierende "Universität Zürich (UZH)" im Master-Studiengang Biostatistik von der UZH können diese Lerneinheit nicht direkt in myStudies belegen. Leiten Sie die schriftliche Teilnahmegenehmigung des Dozenten an die Kanzlei weiter. Als Einverständnis gilt auch ein direktes E-Mail des Dozenten an <a href="mailto:kanzlei@ethz.ch">kanzlei@ethz.ch</a>. Die Kanzlei wird anschliessend die Belegung vornehmen.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	In many research fields, spatially referenced data are collected. When analysing such data the focus is either on exploring their structure (dependence on explanatory variables, autocorrelation) and/or on spatial prediction. The course provides an introduction to geostatistical methods that are useful for such purposes.				



Lernziel	The course will provide an overview of the basic concepts and stochastic models that are commonly used to model geostatistical data sets. In addition, the participants will learn a number of geostatistical techniques and acquire some familiarity with software that is useful for analysing spatial data.		
Inhalt	After an introductory discussion of the types of problems and the kind of data that arise in environmental research, an introduction into linear geostatistics (models: stationary random processes, modelling large-scale spatial patterns by regression, modelling autocorrelation by variogram; kriging: mean-square prediction of spatial data) will be taught. The lectures will be complemented by data analyses that the participants have to do themselves.		
Skript	Slides, descriptions of the problems for the data analyses and worked-out solutions to them will be provided.		
Literatur	P.J. Diggle & P.J. Ribeiro Jr. 2007. Model-based Geostatistics. Springer		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement

<b>447-6236-00L</b>	<b>Statistics for Survival Data</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. Hauser</b>
Kurzbeschreibung	The primary purpose of a survival analysis is to model and analyze time-to-event data; that is, data that have as a principal endpoint the length of time for an event to occur. This block course introduces the field of survival analysis without getting too embroiled in the theoretical technicalities.				
Lernziel	Presented here are some frequently used parametric models and methods, including accelerated failure time models; and the newer nonparametric procedures which include the Kaplan-Meier estimate of survival and the Cox proportional hazards regression model. The statistical tools treated are applicable to data from medical clinical trials, public health, epidemiology, engineering, economics, psychology, and demography as well.				
Inhalt	<p>The primary purpose of a survival analysis is to model and analyze time-to-event data; that is, data that have as a principal endpoint the length of time for an event to occur. Such events are generally referred to as "failures." Some examples are time until an electrical component fails, time to first recurrence of a tumor (i.e., length of remission) after initial treatment, time to death, time to the learning of a skill, and promotion times for employees.</p> <p>In these examples we can see that it is possible that a "failure" time will not be observed either by deliberate design or due to random censoring. This occurs, for example, if a patient is still alive at the end of a clinical trial period or has moved away. The necessity of obtaining methods of analysis that accommodate censoring is the primary reason for developing specialized models and procedures for failure time data. Survival analysis is the modern name given to the collection of statistical procedures which accommodate time-to-event censored data. Prior to these new procedures, incomplete data were treated as missing data and omitted from the analysis. This resulted in the loss of the partial information obtained and in introducing serious systematic error (bias) in estimated quantities. This, of course, lowers the efficacy of the study. The procedures discussed here avoid bias and are more powerful as they utilize the partial information available on a subject or item.</p> <p>This block course introduces the field of survival analysis without getting too embroiled in the theoretical technicalities. Models for failure times describe either the survivor function or hazard rate and their dependence on explanatory variables. Presented here are some frequently used parametric models and methods, including accelerated failure time models; and the newer nonparametric procedures which include the Kaplan-Meier estimate of survival and the Cox proportional hazards regression model. The statistical tools treated are applicable to data from medical clinical trials, public health, epidemiology, engineering, economics, psychology, and demography as well.</p>				

#### CAS in Angewandter Statistik - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Applied Electronics and Digitization

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>247-0300-00L</b>	<b>Fundamentals of Semiconductors and Electronics</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Grossner</b>
Kurzbeschreibung	This online module will cover the fundamental science and technology underlying modern electronics and will prepare participants to better understand the other three courses of the CAS AED program.				
Lernziel	The goal of this online module is to enable participants to understand the basic science underlying electronics related technology and how this applies to specific use cases of the technology.				
<b>247-0301-00L</b>	<b>Semiconductor Devices and Applications</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Grossner</b>
Kurzbeschreibung	This course will describe the fundamental building blocks of modern electronics, the semiconductor devices. It includes important practical aspects such as manufacturing, characterization, and application.				
Lernziel	The goal of this course is to enable participants to understand and discuss with technical professionals the basic components of modern electronic devices.				
<b>247-0302-00L</b>	<b>Integrated Circuits (ICs)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. K. Gürkaynak</b>
Kurzbeschreibung	This course will expose participants to the full design cycle and cost-performance relationships for integrated circuits (ICs) used in machine learning and cryptographic applications.				
Lernziel	The aim of this course is to enable participants to work effectively with design engineers as they make business decisions regarding technical trade-offs in IC chip design.				
<b>247-0303-00L</b>	<b>Complex Electronic Systems</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Mezza</b>
Kurzbeschreibung	This course will show participants the entire life cycle of an electronic system from the initial ideas and prototyping to a final electronic product that enters the market.				
Lernziel	The main goals of this course are to demonstrate 1) the challenges of planning the development of a complex electronic system and 2) how to work with engineers and scientists to discover and solve the (often) unforeseen problems that arise during development, including impacts to the initial plan and schedule.				

### CAS in Applied Electronics and Digitization - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Applied Manufacturing Technology

Das CAS findet nur im Frühjahrssemester statt.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>165-0100-00L</b>	<b>Manufacturing Processes</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	The module discusses the most important manufacturing processes and technologies driving Industry 4.0, including both traditional and advanced manufacturing. The course will cover a wide variety of modern forming, shaping and joining techniques. Further, it will introduce advanced technology such as non-conventional machining, micromanufacturing and additive manufacturing.				
Lernziel	The module will reveal the fundamental link between materials properties and processing, and will thus provide a basis for the discussion of product design considerations from the viewpoint of manufacturing processes.				
<b>165-0101-00L</b>	<b>Production Systems</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Verhasselt</b>
Kurzbeschreibung	The module deals with the technology and principles that are used to manage systems of production, i.e. combinations of manufacturing processes and support processes such as logistics.				
Lernziel	The goal is for participants to learn about the variety of typical industry production systems including their applicability in defined business environments and situations; to learn about the basics of production management and about evolving trends and new technology.				
<b>165-0102-00L</b>	<b>Product Development &amp; Technology Implementation</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Meboldt, D. Omidvarkarjan</b>
Kurzbeschreibung	The module focuses on agile product development and the implementation of new technologies using additive manufacturing as an example. Participants will be introduced to basic principles, methods and mindset of Agile development by solving a practical development task in teams. Next, we will explore how agile development is used to integrate new technologies into a company.				
Lernziel	After attending this course, participants are familiar with the fundamentals of Additive Manufacturing (AM), the technology's impact on product development and value creation. Furthermore, the students are introduced to the key principles and practices of Agile product development.				
<b>165-0103-00L</b>	<b>Materials</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	This module provides fundamental training in the behavior and manufacturing properties of materials as well as an introduction to materials selection and design considerations as practiced in industry, including related concepts such as Design for Manufacturing and "green" design.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• to understand the societal implications of materials development</li> <li>• to appreciate the challenges in materials selection</li> <li>• to follow the economical aspect of process selection</li> <li>• to grasp that any material is much more than its chemical composition</li> </ul>				

### CAS in Applied Manufacturing Technology - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Applied Technology in Energy

Das CAS findet nur im Frühjahrssemester statt.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>247-0100-00L</b>	<b>Energy Fundamentals</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Schaffner</b>
Kurzbeschreibung	The module provides an introduction to the fundamental science and the underlying technology throughout the rest of the CAS in Applied Technology in Energy.				
Lernziel	Participants will have an overview over today's energy system (including energy generation, distribution and consumption) functions and will understand the underlying scientific principles, technologies as well as the regulatory frameworks.				
Inhalt	Today's energy system (including energy generation, distribution and consumption) will be explained, starting from the underlying scientific principles moving to energy technologies as well as the relevant regulatory frameworks and economic principles. Special attention will be paid to understanding renewable (solar & wind) electricity generation and why this rapidly evolving technology is driving change in multiple industries. If time permits, the basics of climate change science and its relationship to energy related business decisions will be discussed as well.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>247-0101-00L</b>	<b>Energy Storage</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, C. Prehal</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview over the most important technologies for electrical energy storage, with an emphasis on batteries.				
Lernziel	Participants will gain knowledge about energy storage technologies. They will understand technological progress as well as barriers in the future development of batteries.				
Inhalt	The most important technologies for electrical energy storage in industry will be explained, with an emphasis on batteries. They will be introduced to the energy storage technologies in use in industry as well as technology- and market-driven opportunities for change and new applications. The design, manufacture, operation, and usage scenarios of lithium ion batteries will be explained in detail. Future improvements in battery energy storage will be explored in terms of both likely progress and critical barriers.				
<b>247-0102-00L</b>	<b>Electric Power Grid Systems</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Franck, G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview over the technical operation and management of power grid systems.				
Lernziel	Participants will gain an understanding of the operation and management of power grid systems, including challenges and opportunities for future developments.				
Inhalt	For decades, electric power grid systems remained essentially unchanged. Now, they are undergoing significant changes driven by technology. Despite or maybe even because of these changes it is important to understand the fundamental setup and workings of the electric power grid.				
	Participants will learn about the technical operation and management of traditional power grid systems. The fundamental equipment and mechanisms responsible for transforming and transporting electricity to end users and the concept of AC power will be explained. Typical grid connections and management and the underlying physical principles will be discussed. The opportunities for and barriers to future grid technology and systems from both an operator's and end user's perspective will be explored, potentially including distributed generation, microgrids/islanding, demand response, virtual power plants, etc.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>247-0103-00L</b>	<b>Electrification and Practical Applications</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Schaffner</b>
Kurzbeschreibung	The focus of this module is on understanding the challenges of a future sustainable energy system with a focus on electrification technology and their practical application in multiple industries.				

Lernziel	Participants will understand the opportunities and challenges of future energy systems including the electrification of different sectors (e.g. transportation, buildings, industry).
Inhalt	This course takes a case study approach to look at how electrification is currently impacting products and technology use in manufacturing, electronics, automotive/ transport, building construction and facilities management. Some policy and regulatory elements may be discussed to provide context, but the focus is on understanding the technical and practical aspects of implementation. The technical results that can be expected will be discussed in terms of power availability and security, energy efficiency, etc. as well as how electrification supports other potential technical goals such as digitalization and automation.

#### CAS in Applied Technology in Energy - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Climate Innovation

## ► Module

Nummer	Titel		Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
743-0001-00L	CAS in Climate Innovation		O	10 KP	11G	C. Rapo, D. N. Bresch, N. Gruber, P. Krütli
Kurzbeschreibung	Working with real- world case studies, the Climate Innovation programme empowers climate leaders with the necessary skills and knowledge to support and lead the transition towards net zero emissions.					
Lernziel	Mitigation of and adaptation to climate change requires deeply transformative changes of all systems and overall society towards net zero emissions.					
	The goal of the Climate Innovation programme is to equip future climate leaders with the adequate skills and knowledge to 1) lead this transition, 2) navigate uncertainty and complexity, and 3) develop impactful solutions in interdisciplinary teams.					
	This "Science into Practice" programme is based on: 1. System Knowledge, 2. Transformational Learning Experience, 3. Network Activation with an emphasis on Dialogue and Exchange.					
Inhalt	CAS participants will work collaboratively on real-world case studies that are relevant to their work as well as to stakeholders. By the end of this programme, participants will be able to - Develop high quality, critical, impactful solution in interdisciplinary teams, - Communicate successfully about change making activities, climate change challenges and related solutions to any audience, - Practice self- reflections as well as their role a climate leaders in the transition towards net zero emissions.					
Voraussetzungen / Besonderes	To achieve these learning outcomes, the participants will engage in peer- learning and utilize a network that consists of business, government and non- governmental sectors, including CAS Alumni, to identify and prototype impactful solutions in interdisciplinary teams. Master's degree acknowledged by ETH or equivalent educational qualifications, preferably in science or humanities, with a background in natural sciences, engineering, architecture or business. The Climate Innovation programme is aimed at professionals (3 years +) from business, industry, the public sector and non-governmental organisations who deal with complex problems related to climate change.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				gefördert
		Verfahren und Technologien				gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Menschenführung und Verantwortung				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft

### CAS in Climate Innovation - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Digital Health

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>375-0001-00L</b>	<b>Introduction to Digital Health</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>T. Kowatsch, F. von Wangenheim</b>
Kurzbeschreibung	Today, we face the challenge of chronic conditions. Personal coaching approaches are neither scalable nor financially sustainable. The question arises, therefore, to which degree Digital Health Interventions (DHIs) are appropriate to address this challenge. In this lecture, students will learn about the need for, as well as the design, implementation, and assessment of DHIs.				
Lernziel	At the intersection of information systems research, computer science, behavioural medicine, and health economics, this CAS module has the objective of helping participants better understand the relevance and key characteristics of DHIs.				
Inhalt	<p>After the course, students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the relevance of DHIs for the prevention and management non-communicable diseases (NCDs)</li> <li>2. understand key characteristics of digital health interventions (e.g., states of vulnerability and receptivity, digital biomarker, health care chatbots and voice assistants)</li> <li>3. understand digital health business models.</li> </ol> <p>The first module of the CAS in Digital Health provides an overview of the global epidemic of non-communicable disease (NCDs). Digital Health interventions (DHIs) are introduced as one approach of offering better support and treatment to people affected by NCDs. How can DHIs be leveraged in healthcare and in private capacity? To this end, the most important business models for DHIs are analyzed.</p> <p>The topics are:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The health and economic burden of NCDs</li> <li>2. Key characteristics of DHIs</li> <li>3. Business models for DHIs</li> </ol> <p>This CAS module consists of live sessions and complementary online lessons. Live input sessions are used to introduce and discuss the course topics. Complementary learning material (e.g., video and audio clips), multiple-choice questions and individual exercises are provided online to deepen the knowledge acquired in the input sessions.</p>				
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Castro, O., Mair, J. L., ... Kowatsch, T. (2023). Development of "LvL UP 1.0": a smartphone-based, conversational agent-delivered holistic lifestyle intervention for the prevention of non-communicable diseases and common mental disorders. <i>Frontiers in Digital Health</i>, 5. 10.3389/fdgh.2023.1039171</li> <li>2. Collins, L. M. (2018). Optimization of Behavioral, Biobehavioral, and Biomedical Interventions: The Multiphase Optimization Strategy (MOST). Springer. 10.1007/978-3-319-72206-1</li> <li>3. Gilbert, S., Harvey, H., Melvin, T. et al. (2023). Large language model AI chatbots require approval as medical devices. <i>Nature Medicine</i>. 10.1038/s41591-023-02412-6</li> <li>4. Jacobson, N., Kowatsch, T., &amp; Marsch, L. (Eds.). (2023). Digital Therapeutics for Mental Health and Addiction: The State of the Science and Vision for the Future (1st ed.). Elsevier, Academic Press. 10.1016/C2020-0-02801-X.</li> <li>5. Kowatsch, T., Otto, L., Harperink, S. et al. (2019). A design and evaluation framework for digital health interventions. <i>it – Information Technology</i>, 61(5-6), 253-263. 10.1515/itit-2019-0019</li> <li>6. Kowatsch, T., &amp; Fleisch, E. (2021). Digital Health Interventions. In O. Gassmann &amp; F. Ferrandina (Eds.), <i>Connected Business: Create Value in a Networked Economy</i> (pp. 71-95). Springer International Publishing. 10.1007/978-3-030-76897-3_4</li> <li>7. Kowatsch, T., Schachner, T., Harperink, S. et al. (2021). Conversational Agents as Mediating Social Actors in Chronic Disease Management Involving Healthcare Professionals, Patients, and Family Members: Intervention Design and Results from a Multi-site, Single-arm Feasibility Study. <i>J Med Internet Res</i>, 23(2). 10.2196/25060</li> <li>8. Kowatsch, T., Lohse, K.-M., Erb, V. et al. (2021). Hybrid Ubiquitous Coaching With a Novel Combination of Mobile and Holographic Conversational Agents Targeting Adherence to Home Exercises: Four Design and Evaluation Studies. <i>Journal of Medical Internet Research (JMIR)</i>, 23(2). 10.2196/23612</li> <li>9. Mishra, V., Künzler, F., Kramer, J.-N., Fleisch, E., Kowatsch, T., &amp; Kotz, D. (2021). Detecting Receptivity for mHealth Interventions in the Natural Environment. <i>Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.</i>, 5(2), Article 74. 10.1145/3463492</li> <li>10. Nahum-Shani, I., Smith, S. N., Spring, B. J. et al. (2018). Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. <i>Ann Behav Med</i>, 52(6), 446-462. 10.1007/s12160-016-9830-8</li> <li>11. Sim, I. (2019). Mobile Devices and Health. <i>N Engl J Med</i>, 381(10), 956-968. 10.1056/NEJMra1806949</li> <li>12. Wang, C., Lee, C., &amp; Shin, H. (2023). Digital therapeutics from bench to bedside. <i>npj Digital Medicine</i>, 6(1), 38. 10.1038/s41746-023-00777-z</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A completed Master-level degree in a relevant field such as social sciences, medicine, economics, or technological sciences.</li> <li>2. At least two years of postgraduate work experience in a relevant field.</li> <li>3. Advanced English language skills.</li> <li>4. The ability to understand and discuss scientific publications.</li> <li>5. Willingness and ability to cover the programme fees and additional costs.</li> <li>6. Ability to travel to the on-site seminar hotel retreats in Switzerland *</li> <li>7. Access to a computer with a large (external) display (15" or larger recommended) and Internet access that allows video and audio streaming (for online sessions).</li> </ol>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Kundenorientierung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>375-0002-00L</b>	<b>Assessing Digital Health Interventions (Group Project 1)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>1G</b>	<b>T. Kowatsch</b>
Kurzbeschreibung	Chronic diseases require an intervention paradigm that focuses on prevention and lifestyle change. Against this background, the question arises of how digital health interventions (DHIs) can allow medical doctors and other caregivers to scale and tailor long-term treatments to individuals in need at sustainable costs.				

Lernziel	<p>At the intersection of information systems research, computer science, behavioural medicine, and health economics, this lecture has the objective to help students and upcoming healthcare executives interested in the multi-disciplinary field of digital health to better understand the design and assessment of DHIs.</p> <p>The lecture is structured in two parts and follows the concept of a hybrid treatment. In the second part of this course, participants work in teams and will use their knowledge from the first part of the lecture to critically assess DHIs, identify unmet needs and propose a DHI alongside a business model. Each team will then present and discuss their findings with their fellow students who will provide peer reviews.</p> <p>After the course, students will be able to...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. know design and assessment frameworks for DHIs</li> <li>2. assess DHIs</li> <li>3. discuss the advantages and disadvantages of DHIs</li> <li>4. propose a DHI incl. business model that addresses an unmet need of existing DHIs</li> </ol>
Inhalt	<p>The second module of the CAS in Digital Health gives participants an in-depth understanding of the design process for Digital Health interventions (DHIs). How can we ensure that DHIs are effective and tailored to specific needs? The module reviews DHI frameworks and looks at the distinct stages of the research-development cycle.</p> <p>The topics are:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overview of design and assessment frameworks</li> <li>2. Preparation of DHIs</li> <li>3. Optimization of DHIs</li> <li>4. Evaluation of DHIs</li> </ol> <p>The lecture is structured in two parts and follows the concept of a hybrid treatment consisting of live sessions and complementary online lessons. In the first part, participants will learn and discuss the learning topics. Complementary learning material (e.g., video and audio clips), multiple-choice questions and exercises are provided online.</p> <p>In the second part, participants work in teams and will use their knowledge from the first part of the lecture to critically assess DHIs, identify unmet needs and propose a DHI incl. a business model that addresses the unmet need. Each team will then present and discuss their findings with their fellow students who will provide peer reviews. Additional online coaching sessions are offered to support the teams with the preparation of their presentations.</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Castro, O., Mair, J. L., ... Kowatsch, T. (2023). Development of "LvL UP 1.0": a smartphone-based, conversational agent-delivered holistic lifestyle intervention for the prevention of non-communicable diseases and common mental disorders. <i>Frontiers in Digital Health</i>, 5, 10.3389/fgth.2023.1039171</li> <li>2. Collins, L. M. (2018). Optimization of Behavioral, Biobehavioral, and Biomedical Interventions: The Multiphase Optimization Strategy (MOST). Springer. 10.1007/978-3-319-72206-1</li> <li>3. Gilbert, S., Harvey, H., Melvin, T. et al. (2023). Large language model AI chatbots require approval as medical devices. <i>Nature Medicine</i>. 10.1038/s41591-023-02412-6</li> <li>4. Jacobson, N., Kowatsch, T., &amp; Marsch, L. (Eds.). (2023). <i>Digital Therapeutics for Mental Health and Addiction: The State of the Science and Vision for the Future</i> (1st ed.). Elsevier, Academic Press. 10.1016/C2020-0-02801-X.</li> <li>5. Kowatsch, T., Otto, L., Harperink, S. et al. (2019). A design and evaluation framework for digital health interventions. <i>it – Information Technology</i>, 61(5-6), 253-263. 10.1515/itit-2019-0019</li> <li>6. Kowatsch, T., &amp; Fleisch, E. (2021). Digital Health Interventions. In O. Gassmann &amp; F. Ferrandina (Eds.), <i>Connected Business: Create Value in a Networked Economy</i> (pp. 71-95). Springer International Publishing. 10.1007/978-3-030-76897-3_4</li> <li>7. Kowatsch, T., Schachner, T., Harperink, S. et al. (2021). Conversational Agents as Mediating Social Actors in Chronic Disease Management Involving Healthcare Professionals, Patients, and Family Members: Intervention Design and Results from a Multi-site, Single-arm Feasibility Study. <i>J Med Internet Res</i>, 23(2). 10.2196/25060</li> <li>8. Kowatsch, T., Lohse, K.-M., Erb, V. et al. (2021). Hybrid Ubiquitous Coaching With a Novel Combination of Mobile and Holographic Conversational Agents Targeting Adherence to Home Exercises: Four Design and Evaluation Studies. <i>Journal of Medical Internet Research (JMIR)</i>, 23(2). 10.2196/23612</li> <li>9. Mishra, V., Künzler, F., Kramer, J.-N., Fleisch, E., Kowatsch, T., &amp; Kotz, D. (2021). Detecting Receptivity for mHealth Interventions in the Natural Environment. <i>Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.</i>, 5(2), Article 74. 10.1145/3463492</li> <li>10. Nahum-Shani, I., Smith, S. N., Spring, B. J. et al. (2018). Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. <i>Ann Behav Med</i>, 52(6), 446-462. 10.1007/s12160-016-9830-8</li> <li>11. Sim, I. (2019). Mobile Devices and Health. <i>N Engl J Med</i>, 381(10), 956-968. 10.1056/NEJMra1806949</li> <li>12. Wang, C., Lee, C., &amp; Shin, H. (2023). Digital therapeutics from bench to bedside. <i>npj Digital Medicine</i>, 6(1), 38. 10.1038/s41746-023-00777-z</li> </ol>
Voraussetzungen / Besonderes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A completed Master-level degree in a relevant field such as social sciences, medicine, economics, or technological sciences.</li> <li>2. At least two years of postgraduate work experience in a relevant field.</li> <li>3. Advanced English language skills.</li> <li>4. The ability to understand and discuss scientific publications.</li> <li>5. Willingness and ability to cover the programme fees and additional costs.</li> <li>6. Ability to travel to the on-site seminar hotel retreats in Switzerland *</li> <li>7. Access to a computer with a large (external) display (15" or larger recommended) and Internet access that allows video and audio streaming (for online sessions).</li> </ol>



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

#### CAS in Digital Health - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Entrepreneurial Leadership in Technology Ventures

Start: Every Autumn Semester

Duration: 12 months. It is possible to join the programme at the beginning of each semester.

## ► Modules

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>373-0103-00L</b>	<b>New Venture Finance &amp; Legal</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	This module highlights the different funding options for technology ventures such as business angels, accelerators, venture capitalists and crowd funding. It zooms into the professional management of the interrelations with institutional and corporate venture capital investors. Other subjects are early stage valuation, dilution, founder equity and important aspects of shareholder agreements.				
Lernziel	This module enables participants -To understand different valuation methods such as multiple valuation, Understand how staging influences valuation -To make fundamental trade-offs when involving outside investors and understand the basic components in a term sheet -Understand to what extent the term sheet benefits an investor or an entrepreneur.				
<b>373-0104-00L</b>	<b>Scaling New Ventures &amp; Sustainable Business Models</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Gradillas Garcia</b>
Kurzbeschreibung	This module discusses how technology startups prepare for scaling up their organisation and operations, and helps build an understanding of how entrepreneurs can deal with the various growth challenges. The live sessions will focus on sustainable and responsible business practices and explore how to create positive environmental and social impact through the participants' business ideas.				
Lernziel	This module enables participants: 1 - To develop the competences to create scalable business models and growth engines 2 - To build dynamic structures for growth 3 - To maintain an innovation culture while growing 4 - To understand current societal and investor expectations on the contribution of business activities to sustainable development				
Inhalt	English				
Skript	English				
Literatur	English				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>373-0203-00L</b>	<b>Business Development of Technology Ventures FS</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>J. Thiel</b>
Kurzbeschreibung	This module focuses on the development needs for participants' business skills and competencies. Experienced business coaches and mentors will interact regularly with participants, offer guidance on how to strategize and implement business cases. They will give feedback on challenges and activities and help participants strengthen their abilities to garner needed resources for their undertakings.				
Lernziel	This module enables participants: - To identify key unknowns and important progress measures for their respective business case and implement effective means and tools to further develop their business case - To understand the view of potential customers and implement their feedback to improve the business case - To effectively communicate and enrol other important venture constituents (mentors, advisors, employees, investors, etc.) in the venture.				
<b>373-0204-00L</b>	<b>Storytelling &amp; Personal Branding</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1P</b>	<b>B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	This module focuses on the development needs for participants' leadership competencies. In this module, experienced leadership coaches will interact regularly with the participants, coach along a personal development plan, and feedback on specific challenges and participants' activities with the goal to strengthen the participants' capability to present themselves and their projects.				
Lernziel	This module enables participants: - To use self-reflection and external feedback to determine the personal, and company brand - To review communication channels to build up a brand and use storytelling to help effectively tell the personal story - To apply tools to periodically refresh your personal and company brand house and story based on changing goals.				
<b>373-0300-00L</b>	<b>Social Study Trip</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	During the study trip, participants will be putting leadership theory into practice. Based on organisational behaviour theories, they will explore effective communication and leadership through hands-on exercises, theatre games, breath & body awareness and control. This will help them be more agile in their lives and become more confident and inspiring leaders to achieve business objectives.				
Lernziel	This module enables participants: -To challenge and refine their leadership skills by interacting with peers from diverse backgrounds -To gain a better understanding of leadership theories and how to apply them in practice -To enhance networking and socializing skills and broaden the social network				

## CAS in Entrepreneurial Leadership in Technology Ventures - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Entwicklung und Zusammenarbeit

Findet jedes Frühjahrssemester und jedes zweite Herbstsemester (mit ungerader Jahreszahl) statt.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>865-0000-03L</b>	<b>Contemporary Development Debate</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Patel</b> , I. Günther, C. Humphrey, M. Malefakis
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	The training course provides an introduction into strategic schools of thought that are important in current theoretical discussions and policies of development cooperation.				
Lernziel	The training course provides an introduction into strategic schools of thought that are important in current theoretical discussions and policies of development cooperation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Lehrveranstaltung ist an Voraussetzungen gebunden, die der Homepage des NADEL zu entnehmen sind. Elektronische Einschreibung darf erst nach Einschreibung am NADEL-Sekretariat erfolgen.				
<b>865-0037-00L</b>	<b>Market Systems Development (MSD) to Reduce Poverty</b> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Neve</b>
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	The course conveys basic knowledge about the M4P-project approach in development cooperation (Making Markets Work for the Poor). Important elements are: strategic framework of the M4P-concept; understanding systems and system change; sustainability and facilitation of system change; measurement and management of private sector promotion in development assistance.				
Lernziel	The course conveys basic knowledge about the M4P-project approach in development cooperation (Making Markets Work for the Poor). Important elements are: strategic framework of the M4P-concept; understanding systems and system change; sustainability and facilitation of system change; measurement and management of private sector promotion in development assistance.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students of the course must fulfil requirements specified on the homepage of NADEL.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>865-0000-01L</b>	<b>Planning and Monitoring of Projects</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Schneider</b>
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	The course provides a deeper understanding of the methodological foundations of results-oriented planning and steering of development projects. Together with the participants, we reflect on the situation-specific application of instruments for project planning and the development of a monitoring system, which makes it possible, in complex contexts, to adapt and steer projects.				
Lernziel	The course participants are able to describe the process of project planning using the correct technical terminology, to initiate an analysis of the initial situation and possible development scenarios, to elaborate a monitoring system, and to adaptively steer the implementation of projects.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of result-oriented project management</li> <li>- Instruments and resources for project planning, including the elaboration of a "logframe matrix" and results chain</li> <li>- Instruments and resources for project monitoring, and for the development of a monitoring system, including indicators to assess objectives achievement and steer the project</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Lehrveranstaltung ist an Voraussetzungen gebunden, die der Homepage des NADEL zu entnehmen sind.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
<b>865-0044-00L</b>	<b>Evaluation of Projects and Programmes</b> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Schneider</b>
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				

<b>Registration only through the NADEL homepage</b>					
Kurzbeschreibung	The course deals with different approaches and types of evaluations within the framework of development projects. The participants acquire knowledge and skills for the use of methods for the analysis of project processes and results and their use in project management. In order to deepen the understanding, practical project examples are focused on.				
Lernziel	The course enables to plan and manage evaluation processes effectively and efficiently.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Purpose, design and implementation of evaluations</li> <li>- Evaluation Standards</li> <li>- Advantages and disadvantages of different evaluation methods</li> <li>- Quality assurance and implementation of evaluation results</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students of the course must fulfill requirements specified on the homepage of NADEL. Electronic registration may be done only after registration with NADEL secretariate.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
<b>865-0000-11L</b>	<b>Fragile Contexts – The Nexus between Humanitarian Aid, Peace and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Brugger, M. Malefakis, S. J. A. Mason</b>
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>				
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	The course explores characteristics of fragility and how they are measured and monitored. It further discusses cooperation between actors (peace building, security, humanitarian, development cooperation) and explores how development programming has to be adapted to these situations.				
Lernziel	The course explores characteristics of fragility and how they are measured and monitored. It further discusses cooperation between actors (peace building, security, humanitarian, development cooperation) and explores how development programming has to be adapted to these situations.				
<b>865-0000-09L</b>	<b>Towards Food and Nutrition Security</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>				
	<i>Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	Ensuring food security for a growing global population will require a fundamental shift in the way we understand and manage food production, distribution and consumption. This course will examine various aspects of food security, and explore ways and means in which the availability, accessibility and utilization of safe and nutritious food can be improved, especially in developing countries.				
Lernziel	The objective of the course is to develop the participants' knowledge and understanding of the challenges facing food and nutrition security at global and local levels and discuss and compare options for how we can move towards food security and improved nutrition in various contexts.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Food and nutrition security: Concepts, consequences and global status</li> <li>• The implication of food security for sustainable development</li> <li>• Food availability and food production systems</li> <li>• Nutrition for health and development</li> <li>• Increasing the economic access and resilience of smallholders</li> <li>• Designing food security interventions</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students of CAS courses must fulfill requirements specified at the NADEL website (see education)				
<b>865-0066-01L</b>	<b>Mediation Process Design: Supporting Dialogue and Negotiation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. J. A. Mason, M. Malefakis</b>
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>				
	<i>Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>				
	<i>MACIS students register through the NADEL administration office.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to gain a basic understanding of dialog, negotiation and mediation process design: what are different principles, approaches and questions related to process design that development cooperation practitioners need to be aware of?				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the basic principles of dialog, negotiation and mediation processes and how these methods can be situated in the broader field of development, in fragile contexts, and peace-building.</li> <li>- Gain insight into different design approaches</li> <li>- Practice basic skills of dialogue facilitation and mediation.</li> <li>- Explore ways for improving collaboration with local and international third parties designing and guiding negotiation and mediation processes.</li> </ul>				
<b>865-0006-00L</b>	<b>Leveraging Private Impact Investors in Development Cooperation</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Humphrey</b>

*Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation. Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".*

*Registration only through the NADEL homepage.*

Kurzbeschreibung	This three-day course demystifies impact investing for people working in development cooperation. The course provides an introduction to understanding the terminology and instruments involved in impact investing and evaluating opportunities and trade-offs for development.		
Lernziel	This three-day course demystifies impact investing for people working in development cooperation. Impact investing—the idea that it is possible to “do good” as well as make money with certain types of investment—is changing the landscape of development cooperation. Impact investing is growing rapidly and development agencies and non-governmental organizations increasingly seek to leverage private investor resources. But many development actors are not accustomed to working with private investors, and are uneasy about their profit motivation and modes of operation. The course provides an introduction to the terminology and instruments involved in impact investing and evaluates developmental opportunities and trade-offs.		
Inhalt	<p>Key topics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Defining impact investing and understanding its importance for development</li> <li>- Different types of impact investor and their incentives</li> <li>- Overview of instruments such as loans, equity investments, syndication and impact bonds</li> <li>- How to define and measure “impact”</li> <li>- Techniques used by development agencies to leverage private investor resources</li> <li>- Considering what impact investing can and cannot achieve for development goals</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
	Kundenorientierung	gefördert	
	Verhandlung	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

---

**865-0041-00L**    **Natural Resource Governance and Energy Transition: Policies and Practice**    **W**    **4 KP**    **4S**    **F. Brugger**

*Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.*

*ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.*

*Registration only through the NADEL homepage.*

Kurzbeschreibung	First introductory, online phase of an advanced-level multi-stakeholder course with the main goal to introduce analytical tools of political economy to enhance understanding of the crucial impact of politics and power on policy outcomes.		
Lernziel	The first phase of the course will be introductory, allowing participants to start interacting with their peers, access videos and other materials as well as engage in scheduled live sessions to refresh their knowledge and skills.		
Inhalt	<p>Topics covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discovery and allocation of resource rights</li> <li>• The political economy of natural resource extraction</li> <li>• Fiscal regimes and taxation</li> <li>• Managing natural resource revenues and investment</li> <li>• State Owned Companies governance</li> <li>• Environmental and social impacts of extraction</li> <li>• Corruption and accountability</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Applications open from 23 January 2023 to 19 February 2023		

---

**865-0023-00L**    **Resilience Building for International Cooperation**    **W**    **1 KP**    **1G**

*Findet dieses Semester nicht statt.*

*Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.*

*ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.*

*Registration only through the NADEL homepage.*

Kurzbeschreibung	Development cooperation can be stressful due to task complexity, on-the-ground realities and lack of measurable impacts. Geopolitical shifts and past failures are calling into question “western” models of development. This two-day course builds personal and professional resilience for development workers confronted with these challenges.		
Lernziel	In this two-day course, participants will explore and reflect on the changing landscape of development cooperation, as well as their unique, innate capacities to harness wellbeing resources in becoming resilient within the development cooperation environment. The course will further include a balanced mix of resilience theories, country ownership implementation processes, and practice-oriented sessions from practitioners in development organizations. Scenario-building will also be employed to engage and prepare participants for anticipated occurrences related to behavioral management and safeguarding of values necessary for resilience building.		

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen      Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>865-0029-00L</b>	<b>Design Thinking for Sustainable Development</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Neve</b>	
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to design thinking for social impact. Participants will gain an introduction to the design thinking process, methods, tools, and mindsets, and experience and reflect on them through application to a real sustainable development challenge.					
Lernziel	The Sustainable Development Goals are ambitious. Addressing them will require creativity, innovation and new approaches. Design thinking is human centered, iterative, and encourages us to step out of our typical modes of thinking. This course provides an introduction to design thinking for sustainable development. Participants will gain an introduction to the design thinking process, methods, tools, and mindsets, and will experience and reflect on them through application to a real sustainable development challenge. Participants will also learn from case studies that have effectively used design thinking, and discuss where and how the methods can be applied to sustainable development initiatives.					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The iterative design thinking process.</li> <li>• Design thinking tools and methods – theory and practical application.</li> <li>• Case studies of sustainable development projects that have used a design thinking approach.</li> <li>• Where and how design thinking can be applied to sustainable development initiatives.</li> <li>• Design thinking mindset.</li> </ul>					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
<b>865-0031-00L</b>	<b>Foundations of Leading Change</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. Patel, M. Grant</b>	
Kurzbeschreibung	This course introduces participants to new perspectives and tools for leading change. It incorporates established models and frameworks to build a human-centric understanding of how change happens, both at an individual and organizational level. Participants learn how to engage others in change processes and begin crafting their own approach to leadership.					
Lernziel	Participants acquire skills to authentically navigate uncertainty and resistance in times of change, and practice using some foundational techniques for fostering collaborative dialogue and creating supportive environments for change.					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reframing leadership</li> <li>-Understanding human responses in change processes</li> <li>-Overcoming resistance</li> <li>-Listening &amp; Questioning</li> <li>-Role of belonging in change processes</li> </ul>					
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert gefördert
<b>865-0032-00L</b>	<b>Finance for the 2030 Goals</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Humphrey</b>	

Kurzbeschreibung	International development finance will play a central role to help tackle current and future social and environmental crises, as public resources are insufficient for needed investments. This three-day course explores how the development finance landscape is evolving in response to this new reality, what more needs to be done, and what this means for development practitioners.		
Lernziel	The course focus is international development finance trends and policy debates now underway, and their implications for current development practices. Target participants include development practitioners needing to understand how their efforts fit into the broader international context, civil society stakeholders seeking to influence policy decisions on a national and international level and private sector actors aiming to leverage private investment toward development impact.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defining global investment "needs" and the role of development finance, including instruments and techniques.</li> <li>The politics of financing global development and climate targets.</li> <li>The evolving role of multilateral banks, including the World Bank.</li> <li>The growing importance of China as a global development financier.</li> <li>Climate-focused financing platforms such as the Green Climate Fund.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

**865-0042-00L**    **Finanzmanagement von Projekten**    **W**    **2 KP**    **2G**    **I. Günther, M. Störmer**

*Nur für Studierende des MAS bzw. CAS in Entwicklung und Zusammenarbeit sowie Fachkräfte mit mind. 24 Monaten Berufserfahrung in der internationalen Zusammenarbeit.  
Doktoranden, die sich mit empirischer Forschung im EZA-Bereich befassen, können "sur Dossier" zugelassen werden.*

*Einschreibung nur über das NADEL-Sekretariat.*

Kurzbeschreibung Der Kurs vermittelt Grundkenntnisse über Methoden und Instrumente des Finanzmanagements und der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Entwicklungsprojekten. Anhand praxisbezogener Beispiele und Übungen werden die Studierenden mit Instrumenten und Methoden des Finanzmanagements vertraut gemacht.

Lernziel Der Kurs vermittelt Grundkenntnisse über Methoden und Instrumente des Finanzmanagements und der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Entwicklungsprojekten. Anhand praxisbezogener Beispiele und Übungen werden die Studierenden mit Instrumenten und Methoden des Finanzmanagements vertraut gemacht.

Voraussetzungen / Besonderes Der Besuch der Lehrveranstaltung ist an Voraussetzungen gebunden, die der Homepage des NADEL zu entnehmen sind.

#### CAS in Entwicklung und Zusammenarbeit - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# CAS in Geoinformationssysteme und -analysen

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>148-0011-00L</b>	<b>Datenaustausch mit Strukturumbau, modellbasiert - jetzt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Modul vermittelt Grundlagen, Werkzeuge und Praxisanwendungen im Bereich des Datenmanagements in Geodaten-Infrastrukturen (GDI). Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem modellbasierten Strukturumbau. INTERLIS wird als systemunabhängige Methode erläutert und durch die Betrachtung weiterer Sprachen, Formate und Standards erweitert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>148-0012-00L</b>	<b>Geoprozessierung mit Python: Einführung in die Skriptsprache und Geodatenverarbeitung mit ArcPy</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul gibt eine Einführung in die Syntax und die wichtigsten Konzepte von Python. Dies bildet die Grundlage, um anschliessend GIS-Prozesse in ArcGIS Pro zu automatisieren und räumliche Analysen und dynamische Modelle zu implementieren.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>148-0013-00L</b>	<b>Geodatenmanagement mit PostgreSQL und PostGIS</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul bietet eine Einführung in das führende Open Source Datenbanksystem PostgreSQL mit der dazugehörigen räumlichen Erweiterung PostGIS. Inhalt: Geodatenmodellierung, Datenbankadministration, Vektor- und Rasteranalysen, Projektionen und Transformationen, Trigger und Funktionen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>148-0014-00L</b>	<b>Geodatenanalyse und -verarbeitung mit Python und OpenSource-Bibliotheken</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Modul zeigt wie mit Python und OpenSource-Bibliotheken Geodaten verarbeitet und analysiert werden können. Inhalt: Lesen und Schreiben von Vektor- und Rasterdaten, Umprojektion von Daten, Abfrage und Manipulation von Geodaten in einer räumlichen Datenbank, Ansprechen und Einsatz von Geo-Webdiensten und Visualisierung der Geodaten sowohl in einem GIS als auch im Webbrowser.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>148-0015-00L</b>	<b>Geo.BigData(Science)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Modul untersucht die Bedeutung der Mega-Trends: Big Data, Machine Learning, Linked Open Data und Internet of Things. Es zeigt, wie Geodaten in Big Data-Infrastrukturen gespeichert und mittels Machine Learning analysiert werden können, ohne auf GIS-Tools wie QGIS zu verzichten. Zudem werden die Potenziale von Linked Open Data, IoT und künstlicher Intelligenz für die Geoinformatik beleuchtet.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>148-0016-00L</b>	<b>3D mit ArcGIS</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden die 3D-Funktionen von ArcGIS vorgestellt. Dabei liegt der Fokus darauf, 3D-Szenen zu erstellen, 3D-GIS-Analysen durchzuführen und Inhalte in ArcGIS Online zu veröffentlichen. Des Weiteren wird die Konfiguration einer Webszene behandelt und abschliessend wird eine 3D-Webapplikation erstellt und für andere zugänglich gemacht.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>148-0017-00L</b>	<b>Rechtliche Aspekte von Geoinformation am Beispiel des Projekts Verkehrsnetz Schweiz</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel des Moduls besteht darin, die verfassungsrechtliche Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen bei der Regelung des Geoinformationsrechts zu erläutern. Des Weiteren sollen die organisatorischen und rechtlichen Möglichkeiten des Beschaffens von Infrastrukturdaten behandelt werden, insbesondere die datenschutzrechtlichen Schranken, sowie die rechtliche Bedeutung von Geoinformationssysteme.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ► Projekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>148-0050-00L</b>	<b>GIS-Projekt</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Hurni, M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Im GIS-Projekt bearbeiten die Teilnehmenden im Team ein aktuelles Problem nach dem GIS-Workflow, der die Modellierung, Datenerfassung, Verwaltung, Analyse und Visualisierung von Geodaten umfasst. Zusätzlich wird Projektmanagement angewendet, um das Projekt zu steuern. Am Ende sind die Teilnehmenden in der Lage, komplexe GIS-Projekte eigenständig zu planen, durchzuführen und zu präsentieren.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Informatik

## ► Vertiefungsfächer und Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
Lernziel	<p>1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction</p> <p>2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension</p> <p>The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.</p>				
Inhalt	<p>Mathematics of Information</p> <p>1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems</p> <p>2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso</p> <p>3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma</p> <p>Mathematics of Learning</p> <p>4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes</p> <p>5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination</p>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.</p> <p>We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.</p> <p>H. Bölcskei and A. Bandeira</p>				
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	<p>Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.</p> <p>Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds</p>				
Skript	Available.				
Literatur	<p>Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.</p> <p>Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267</p> <p>Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6</p> <p>Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8</p> <p>Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2</p> <p>Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1</p> <p>Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.				
	High-level: – sensing modalities for interactive systems – "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations) – health monitoring (basic cardiovascular physiology) – affective computing (emotions, mood, personality)				
	Lower-level: – sampling and filtering, time and frequency domains – cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation – event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods – sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic				
Inhalt	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.  The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.				
Skript	Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Will be provided in the lecture				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				geprüft
		Medien und digitale Technologien				geprüft
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Sensibilität für Vielfalt				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				geprüft
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>	
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>					
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>					
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.					
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.					
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996					
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.					
<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>	
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.					
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.					
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.					
Skript	Slides and course notes					
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung				geprüft
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>	
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.					
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and assess current research in this area.</li> </ol>					
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.					

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
<b>252-0820-00L</b>	<b>Information Technology in Practice</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>
		<b>2V+1U+1A</b>	<b>M. Brandis</b>
Kurzbeschreibung	The course is designed to provide students with an understanding of "real-life" computer science challenges in business settings and teach them how to address these.		
Lernziel	Students will learn important considerations of companies when applying information technology in practice, including costs, economic value and risks of information technology use, or impact of information technology on business strategy and vice versa. They will get insight into how companies have used or are using information technology to be successful. Students will also learn how to assess information technology decisions from different viewpoints, including technical experts, IT managers, business users, and business top managers.		
	The course will equip participants to understand the role computer science and information technology plays in different companies and to contribute to respective decisions as they enter into practice.		
Inhalt	The course consists of multiple lectures on economics of information technology, business and IT strategy, and how they are interlinked, and a set of relevant case studies. They address how companies become more successful using information technology, how bad information technology decisions can hurt them, and they look into a number of current challenges companies face regarding their information technology.		
	The cases are taken both from documented international case studies as well as from Swiss companies participating in the course.		
	The learned concepts will be applied in exercises, which form a key component of the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	The course builds on the earlier "Case Studies from Practice" course, with a stronger focus on learning key concepts of information technology use in practice and applying them in exercises, and only a limited number of case studies. The course prepares students for participation in the subsequent "Case Studies from Practice Seminar", which provides deeper insights into actual cases and how to solve them. The course is limited to 30 participants.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.		
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.		
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.		
<b>252-5706-00L</b>	<b>Mathematical Foundations of Computer Graphics and Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>
		<b>2V+1U+1A</b>	<b>T. Aydın, A. Djelouah, B. Gözcü</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the fundamental mathematical tools and concepts used in computer graphics and vision. Each theoretical topic is introduced in the context of practical vision or graphic problems, showcasing its importance in real-world applications.		
Lernziel	The main goal is to equip the students with the key mathematical tools necessary to understand state-of-the-art algorithms in vision and graphics. In addition to the theoretical part, the students will learn how to use these mathematical tools to solve a wide range of practical problems in visual computing. After successfully completing this course, the students will be able to apply these mathematical concepts and tools to practical industrial and academic projects in visual computing.		
Inhalt	The theory behind various mathematical concepts and tools will be introduced, and their practical utility will be showcased in diverse applications in computer graphics and vision. The course will cover topics in sampling, reconstruction, approximation, optimization, robust fitting, differentiation, quadrature and spectral methods. Applications will include 3D surface reconstruction, camera pose estimation, image editing, data projection, character animation, structure-aware geometry processing, and rendering.		
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>
		<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.		
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.		

Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	<p>After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).</p> <p>The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				
Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Data Structures & Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.				
	Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>263-2812-00L</b>	<b>Program Verification ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>P. Müller, M. Eilers</b>
Kurzbeschreibung	A hands-on introduction to the theory and construction of deductive program verifiers, covering both powerful techniques for formal program reasoning, and a perspective over the tool stack making up modern verification tools.				
Lernziel	Students will learn the necessary skills for designing, developing, and applying deductive verification tools that enable the modular verification of complex software, including features challenging for reasoning such as heap-based mutable data and concurrency. Students will learn both a variety of fundamental reasoning principles, and how these reasoning ideas can be made practical via automatic tools.				
Inhalt	<p>By the end of the course, students should have a good working understanding and decisions involved with designing and building practical verification tools, including the underlying theory. They will also be able to apply such tools to develop formally-verified programs.</p> <p>The course will cover verification techniques and ways to automate them by introducing a verifier for a small core language and then progressively enriching the language with advanced features such as a mutable heap and concurrency. For each language extension, the course will explain the necessary reasoning principles, specification techniques, and tool support. In particular, it will introduce SMT solvers to prove logical formulas, intermediate verification languages to encode verification problems, and source code verifiers to handle feature-rich languages. The course will intermix technical content with hands-on experience.</p>				
Skript	The slides will be available online.				
Literatur	Will be announced in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic familiarity with propositional and first-order logic will be assumed. Courses with an emphasis on formal reasoning about programs (such as Formal Methods and Functional Programming) are advantageous background, but are not a requirement.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien				geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement				gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit				gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert gefördert geprüft
<b>263-2815-00L</b>	<b>Automated Software Testing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+1U+3A</b>	<b>Z. Su</b>	
	<i>Last cancellation/deregistration date for this graded semester performance: 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".</i>					
Kurzbeschreibung	This course introduces students to classic and modern techniques for the automated testing and analysis of software systems for reliability, security, and performance. It covers both techniques and their applications in various domains (e.g., compilers, databases, theorem provers, operating systems, machine/deep learning, and mobile applications), focusing on the latest, important results.					
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Learn fundamental and practical techniques for software testing and analysis</li> <li>* Understand the challenges, open issues and opportunities across a variety of domains (security/systems/compilers/databases/mobile/AI/education)</li> <li>* Understand how latest automated testing and analysis techniques work</li> <li>* Gain conceptual and practical experience in techniques/tools for reliability, security, and performance</li> <li>* Learn how to perform original and impactful research in this area</li> </ul>					
Inhalt	<p>The course will be organized into the following components: (1) classic and modern testing and analysis techniques (coverage metrics, mutation testing, metamorphic testing, combinatorial testing, symbolic execution, fuzzing, static analysis, etc.), (2) latest results on techniques and applications from diverse domains, and (3) open challenges and opportunities.</p> <p>A major component of this course is a class project. All students (individually or two-person teams) are expected to select and complete a course project. Ideally, the project is original research related in a broad sense to automated software testing and analysis. Potential project topics will also be suggested by the teaching staff.</p> <p>Students must select a project and write a one or two pages proposal describing why what the proposed project is interesting and giving a work schedule. Students will also write a final report describing the project and prepare a 20-30 minute presentation at the end of the course.</p> <p>The due dates for the project proposal, final report, and project presentation will be announced.</p> <p>The course will cover results from the Advanced Software Technologies (AST) Lab at ETH as well as notable results elsewhere, providing good opportunities for potential course project topics as well as MSc project/thesis topics.</p>					
Skript	Lecture notes/slides and other lecture materials/handouts will be available online.					
Literatur	Reading material and links to tools will be published on the course website.					
Voraussetzungen / Besonderes	The prerequisites for this course are some programming and algorithmic experience. Background and experience in software engineering, programming languages/compilers, and security (as well as operating systems and databases) can be beneficial.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien				geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung				gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>	
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.					
Lernziel	Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.					
	The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.					



Inhalt We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

Literatur Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

Voraussetzungen / Besonderes This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

\* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

Kompetenzen The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**263-3800-00L Advanced Operating Systems W 7 KP 2V+2U+2A T. Roscoe, A. Baumann**

Kurzbeschreibung This course is intended to give students a thorough understanding of design and implementation issues for modern operating systems, with a particular emphasis on the challenges of modern hardware features. We will cover key design issues in implementing an operating system, such as memory management, scheduling, protection, inter-process communication, device drivers, and file systems.

Lernziel The goals of the course are, firstly, to give students:

1. A broader perspective on OS design than that provided by knowledge of Unix or Windows, building on the material in a standard undergraduate operating systems class
2. Practical experience in dealing directly with the concurrency, resource management, and abstraction problems confronting OS designers and implementers
3. A glimpse into future directions for the evolution of OS and computer hardware design

Inhalt The course is based on practical implementation work, in C and assembly language, and requires solid knowledge of both. The work is mostly carried out in teams of 3-4, using real hardware, and is a mixture of team milestones and individual projects which fit together into a complete system at the end. Emphasis is also placed on a final report which details the complete finished artifact, evaluates its performance, and discusses the choices the team made while building it.

Voraussetzungen / Besonderes The course is based around a milestone-oriented project, where students work in small groups to implement major components of a microkernel-based operating system. The final assessment will be a combination grades awarded for milestones during the course of the project, a final written report on the work, and a set of test cases run on the final code.

**263-3855-00L Cloud Computing Architecture W 9 KP 3V+2U+3A A. Klimovic**

Kurzbeschreibung Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.

Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				
<b>263-4400-00L</b>	<b>Advanced Graph Algorithms and Optimization</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+3U+3A</b>	<b>R. Kyng, M. Probst</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.				
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.				
	By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.				
	The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory.				
Inhalt	Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.				
	Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.				
	Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.				
	Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.				
<b>263-4508-00L</b>	<b>Algorithmic Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>D. Steurer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides rigorous theoretical foundations for the design and mathematical analysis of efficient algorithms that can solve fundamental tasks relevant to data science.				
Lernziel	We consider various statistical models for basic data-analytical tasks, e.g., (sparse) linear regression, principal component analysis, matrix completion, community detection, and clustering.				
	Our goal is to design efficient (polynomial-time) algorithms that achieve the strongest possible (statistical) guarantees for these models.				
	Toward this goal we learn about a wide range of mathematical techniques from convex optimization, linear algebra (especially, spectral theory and tensors), and high-dimensional statistics.				
	We also incorporate adversarial (worst-case) components into our models as a way to reason about robustness guarantees for the algorithms we design.				
Inhalt	Strengths and limitations of efficient algorithms in (robust) statistical models for the following (tentative) list of data analysis tasks:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (sparse) linear regression</li> <li>- principal component analysis and matrix completion</li> <li>- clustering and Gaussian mixture models</li> <li>- community detection</li> </ul>				
Skript	To be provided during the semester				
Literatur	High-Dimensional Statistics A Non-Asymptotic Viewpoint by Martin J. Wainwright				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical and algorithmic maturity at least at the level of the course "Algorithms, Probability, and Computing".				
	Important: Optimization for Data Science 2018--2021 This course was created after a reorganization of the course "Optimization for Data Science" (ODS). A significant portion of the material for this course has previously been taught as part of ODS. Consequently, it is not possible to earn credit points for both this course and ODS as offered in 2018--2021. This restriction does not apply to ODS offered in 2022 or afterwards and you can earn credit points for both courses in this case.				
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Lengler, R. M. Steiner</b>
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.				
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.				
Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties				
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>				
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"				

Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				
Literatur	Main reference:  Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 <a href="https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html">https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html</a>  Other references:  Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 <a href="https://bookstore.ams.org/mbk-69">https://bookstore.ams.org/mbk-69</a>  Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12">https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12</a>  Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 <a href="https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>  Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 <a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
<b>263-4600-00L</b>	<b>Formal Methods for Information Security</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>S. Krstic, R. Sasse, C. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on formal methods for the modeling and analysis of security protocols for critical systems, ranging from authentication protocols for network security to electronic voting protocols and online banking. In addition, we will also introduce the notions of non-interference and runtime monitoring.				
Lernziel	The students will learn the key ideas and theoretical foundations of formal modeling and analysis of security protocols. The students will complement their theoretical knowledge by solving practical exercises, completing a small project, and using state-of-the-art tools. The students also learn the fundamentals of non-interference and runtime monitoring.				
Inhalt	The course treats formal methods mainly for the modeling and analysis of security protocols. Cryptographic protocols (such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, SAML single-sign on, and IPSec) form the basis for secure communication and business processes. Numerous attacks on published protocols show that the design of cryptographic protocols is extremely error-prone. A rigorous analysis of these protocols is therefore indispensable, and manual analysis is insufficient. The lectures cover the theoretical basis for the (tool-supported) formal modeling and analysis of such protocols. Specifically, we discuss their operational semantics, the formalization of security properties, and techniques and algorithms for their verification.  The second part of this course will cover a selection of advanced topics in security protocols such as abstraction techniques for efficient verification, secure communication with humans, the link between symbolic protocol models and cryptographic models as well as RFID protocols (a staple of the Internet of Things) and electronic voting protocols, including the relevant privacy properties.  Moreover, we will give an introduction to two additional topics: non-interference as a general notion of secure systems, both from a semantic and a programming language perspective (type system), and runtime verification/monitoring to detect violations of security policies expressed as trace properties.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				

Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."			
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.			
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b> <b>K. Paterson</b> , F. Günther, F. Tramèr
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.			
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.			
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.			
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .			
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
<b>263-5000-00L</b>	<b>Computational Semantics for Natural Language Processing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b> <b>M. Sachan</b>
Kurzbeschreibung	This course presents an introduction to Natural language processing (NLP) with an emphasis on computational semantics i.e. the process of constructing and reasoning with meaning representations of natural language text.			
Lernziel	The objective of the course is to learn about various topics in computational semantics and its importance in natural language processing methodology and research. Exercises and the project will be key parts of the course so the students will be able to gain hands-on experience with state-of-the-art techniques in the field.			
Inhalt	We will take a modern view of the topic, and focus on various statistical and deep learning approaches for computation semantics. We will also overview various primary areas of research in language processing and discuss how the computational semantics view can help us make advances in NLP.			
Skript	Lecture slides will be made available at the course Web site.			
Literatur	No textbook is required, but there will be regularly assigned readings from research literature, linked to the course website.			
Voraussetzungen / Besonderes	The student should have successfully completed a graduate level class in machine learning (252-0220-00L), deep learning (263-3210-00L) or natural language processing (252-3005-00L) before. Similar courses from other universities are acceptable too.			
<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b> <b>M. El-Assady</b>
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.			
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.			
Inhalt	Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.			
	This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.			
	Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.			
	Tentative list of topics: 1. Visualization and Perception 2. Interaction and Explanation 3. Systems Overview			
Skript	Course material will be provided in form of slides.			
Literatur	Will be provided during the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.			
<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b> <b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.			
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.			
	By the end of the course, students will be able to - Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms; - Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools; - Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.			
Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.			
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.			
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.			

Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>263-5351-00L</b>	<b>Machine Learning for Genomics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>V. Boeva</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.</i>				
	<i>The course will be offered again in AS24!</i>				
Kurzbeschreibung	The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.				
Lernziel	Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways</li> <li>- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)</li> <li>- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)</li> <li>- Deconvolution of mixed signal</li> <li>- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)</li> <li>- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)</li> <li>- Batch correction (autoencoders, optimal transport)</li> <li>- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line				
<b>263-5352-00L</b>	<b>Advanced Formal Language Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G+1A</b>	<b>R. Cotterell</b>
Kurzbeschreibung	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory.				
Lernziel	The objective of the course is to learn and understand a variety of topics in advanced formal language theory.				
Inhalt	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory. The primary focus of the course is on weighted formalisms, which can easily be applied in machine learning. Topics include finite-state machines as well as the algorithms that are commonly used for their manipulation. We will also cover weighted context-free grammars, weighted tree automata, and weighted mildly context-sensitive formalisms.				
<b>263-5353-00L</b>	<b>Philosophy of Language and Computation I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>R. Cotterell, J. L. Gastaldi</b>
Kurzbeschreibung	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data.				
Lernziel	Understand the philosophical underpinnings of language-based artificial intelligence.				
Inhalt	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data. The course is a year-long journey, but the second half (Autumn 2024) does not depend on the first (Spring 2024) and thus either half may be taken independently. In each semester, we divide the class time into three modules. Each module is centered around a philosophical topic. In the first semester we will discuss logicism, structuralism, generative linguistics, and in the second semester we will focus on language games, information and pragmatics. The modules will be four weeks long, where we will read and discuss original texts and supplementary criticism together with recent NLP papers and discuss how the authors of those works are building on philosophical insights into our conception of language—perhaps implicitly or unwittingly.				
Literatur	The literature will be provided by the instructors on the class website. It includes philosophical and theoretical texts from the logicist tradition, structuralism, and generative linguistics, as well as many texts within the state of the art of Natural Language Processing.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				
<b>263-5704-00L</b>	<b>Artificial Intelligence for Digital Characters</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>R. Wampfler</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters.				
Lernziel	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters. Three main components of conversational digital characters are introduced: Chatbots, animation synthesis, and speech synthesis. Real-life application of such digital characters is demonstrated on different use cases (e.g., digital Einstein).				
Inhalt	This lecture opens with basics on digital characters. Afterwards, the main components to build a conversational digital character are introduced. This includes the basics of natural language processing used to build a chatbot, animating a digital character based on motion capturing and deep learning, and synthesizing the speech. Further, autonomous agents based on knowledge graphs are covered. The lecture ends with real-life applications of digital characters.				
Literatur	Lecture slides will be made available at the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	There are no prerequisites for this class. However, it will help if the student has taken an undergraduate or graduate level class in statistics or machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Komm</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit</i>				
	<i>Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem</i>				
	<i>Fokus Informatik A n i c h t !</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.				
	R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.				
	M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.				
	F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.				
	F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>H.-J. Böckenhauer</b> , D. Komm, M. Wettstein
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.				
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.				
Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>				
Literatur	<p>Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:</p> <p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004</p> <p>D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016</p> <p>Zusätzliche Literatur:</p> <p>A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.  Programming experience is helpful but not required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

## ► Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-4102-00L</b>	<b>Seminar on Randomized Algorithms and Probabilistic Methods</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Steger</b>
Kurzbeschreibung	The aim of the seminar is to study papers which bring the students to the forefront of today's research topics. This semester we will study selected papers of the conference Symposium on Discrete Algorithms (SODA22).				
Lernziel	Read papers from the forefront of today's research; learn how to give a scientific talk.				
Voraussetzungen / Besonderes	The seminar is open for both students from mathematics and students from computer science. As prerequisite we require that you passed the course Randomized Algorithms and Probabilistic Methods (or equivalent, if you come from abroad).				
<b>252-4202-00L</b>	<b>Seminar in Theoretical Computer Science</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Steger, B. Gärtner, M. Hoffmann, J. Lengler, D. Steurer, B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Presentation of recent publications in theoretical computer science, including results by diploma, masters and doctoral candidates.				
Lernziel	To get an overview of current research in the areas covered by the involved research groups. To present results from the literature.				
Voraussetzungen / Besonderes	This seminar takes place as part of the joint research seminar of several theory groups. Intended participation is for students with excellent performance only. Formal restriction is: prior successful participation in a master level seminar in theoretical computer science.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>252-5704-00L</b>	<b>Advanced Methods in Computer Graphics</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Gross, O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This seminar covers advanced topics in computer graphics with a focus on the latest research results. Topics include modeling, rendering, visualization, animation, physical simulation, computational photography, and others.				
Lernziel	The goal is to obtain an in-depth understanding of actual problems and research topics in the field of computer graphics as well as improve presentation and critical analysis skills.				
<b>261-5113-00L</b>	<b>Computational Challenges in Medical Genomics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Kahles</b>
Kurzbeschreibung	This seminar discusses recent relevant contributions to the fields of computational genomics, algorithmic bioinformatics, statistical genetics and related areas. Each participant will hold a presentation and lead the subsequent discussion.				
Lernziel	Preparing and holding a scientific presentation in front of peers is a central part of working in the scientific domain. In this seminar, the participants will learn how to efficiently summarize the relevant parts of a scientific publication, critically reflect its contents, and summarize it for presentation to an audience. The necessary skills to successfully present the key points of existing research work are the same as needed to communicate own research ideas. In addition to holding a presentation, each student will both contribute to as well as lead a discussion section on the topics presented in the class.				
Inhalt	The topics covered in the seminar are related to recent computational challenges that arise from the fields of genomics and biomedicine, including but not limited to genomic variant interpretation, genomic sequence analysis, compressive genomics tasks, single-cell approaches, privacy considerations, statistical frameworks, etc. Both recently published works contributing novel ideas to the areas mentioned above as well as seminal contributions from the past are amongst the list of selected papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of algorithms and data structures and interest in applications in genomics and computational biomedicine.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>263-2100-00L</b>	<b>Research Topics in Software Engineering</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>Z. Su, M. Vechev, R. Jung</b>
Kurzbeschreibung	This seminar is an opportunity to become familiar with current research in software engineering and more generally with the methods and challenges of scientific research.				



Lernziel	Each student will be asked to study some papers from the recent software engineering literature and review them. This is an exercise in critical review and analysis. Active participation is required (a presentation of a paper as well as participation in discussions).				
Inhalt	The aim of this seminar is to introduce students to recent research results in the area of programming languages and software engineering. To accomplish that, students will study and present research papers in the area as well as participate in paper discussions. The papers will span topics in both theory and practice, including papers on program verification, program analysis, testing, programming language design, and development tools.				
Literatur	The publications to be presented will be announced on the seminar home page at least one week before the first session.				
Voraussetzungen / Besonderes	Papers will be distributed during the first lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
Anpassung und Flexibilität		gefördert			
Kreatives Denken		gefördert			
Kritisches Denken		gefördert			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>263-3600-00L</b>	<b>Heterogeneous Systems Seminar</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. J. Giardino</b>
Kurzbeschreibung	The seminar covers heterogeneous systems, those that make use of different types of computing (GPUs, FPGA, ASICs, etc.) and/or memory (NVM/SCM). Our focus will be the systems and architectures that use these devices.				
Lernziel	The objective of this course is to familiarize students with important topics in heterogeneous systems, past, present, and future: the devices, the architectures, and their uses.				
Inhalt	The seminar consists of student presentations based upon a list of papers provided at the beginning of the course. Presentations will be done in teams. Students will be allotted a 45 minute time slot consisting of a 30 minute presentation and 15 minutes for questions. Grading is based upon the quality of the presentation, the coverage of the paper including necessary background and follow-on work, and the ability to understand and critique the paper and technology.				
<b>263-3712-00L</b>	<b>Seminar on Human-Performance Capture</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. J. Zarate</b>
Kurzbeschreibung	Performance Capture refers to the technology and processes involved in digitally recreating the movements, poses, gestures, appearance, and expressions of a human and its surroundings. Methods to do so typically use body-worn sensors, RGB and depth cameras, and advanced Computer Vision algorithms to record the intricate details of a performer's movements.				
Lernziel	The goal of the seminar is to familiarize students with exciting new research topics in this important area but also to teach basic scientific writing and oral presentation skills.				
Inhalt	Performance Capture refers to the technology and process involved in capturing and recreating the movements, gestures, and expressions of a human and its surroundings. It's a relevant field for various applications, including animation, virtual reality, and video games. It involves using advanced sensors, cameras, and computer vision algorithms to record the intricate details of a performer's movements, typically focusing on their face, body, clothing, and interactions. We will also explore the technology and applications behind high-end, multi-view capture stages, as the one ETH recently opened, <a href="https://ethz.ch/staffnet/en/news-and-events/internal-news/archive/2022/06/holograms-at-the-touch-of-a-button.html">https://ethz.ch/staffnet/en/news-and-events/internal-news/archive/2022/06/holograms-at-the-touch-of-a-button.html</a>  Papers from scientific venues such as CVPR, ICCV, ECCV, and SIGGRAPH will be examined in-depth to explore the latest research in the field. Students present and discuss the papers to extract techniques and insights that can be applied to software & hardware projects.  The seminar will have a different structure from regular seminars to encourage more discussion and a deeper learning experience. We will use a case-study format where all students read the same paper each week but fulfill different roles and hence prepare with different viewpoints in mind ("presenter", "historian", "PhD", and "Journalist"). The final deliverables include: 20 Minute presentation as presenter 5 Minute presentation as historian 1 A4 research proposal as the PhD 1 A4 summary of the discussion as the Journalist.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			
<b>263-4203-00L</b>	<b>Geometry: Combinatorics and Algorithms</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Gärtner, M. Hoffmann, P. Schnider</b>

Kurzbeschreibung	This seminar complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent.				
Lernziel	Each student is expected to read, understand, and elaborate on a selected research paper. To this end, (s)he should give a 45-min. presentation about the paper. The process includes				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* getting an overview of the related literature;</li> <li>* understanding and working out the background/motivation: why and where are the questions addressed relevant?</li> <li>* understanding the contents of the paper in all details;</li> <li>* selecting parts suitable for the presentation;</li> <li>* presenting the selected parts in such a way that an audience with some basic background in geometry and graph theory can easily understand and appreciate it.</li> </ul>				
Inhalt	This seminar is held once a year and complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent. The seminar is a good preparation for a master, diploma, or semester thesis in the area.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: Successful participation in the course "Geometry: Combinatorics & Algorithms" (takes place every HS) is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>263-4651-00L</b>	<b>Current Topics in Cryptography</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Hofheinz, U. Maurer, K. Paterson</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar course, students present and discuss a variety of recent research papers in Cryptography.				
Lernziel	Independent study of scientific literature and assessment of its contributions as well as learning and practicing presentation techniques.				
Inhalt	The course lecturers will provide a list of papers from which students will select.				
Literatur	The reading list will be published on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level. Ideally, they will have attended or will attend in parallel the Masters course in "Applied Cryptography".				
<b>263-5157-00L</b>	<b>Representations in Generative AI: Causal Methods, Images, Music, Language</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of January 2024. Students who are still registered after that date but do not attend the seminar, will officially fail it.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Schölkopf, M. Besserve, S. Buchholz</b>
Kurzbeschreibung	The seminar will explore the theoretical and empirical properties of representations in generative AI.				
Lernziel	The students obtain an overview of some recent progress in generative modeling, causality, and representation learning (incl. foundation models). They learn to understand a research paper in depth and to effectively communicate the main results to an audience.				
Inhalt	Recent progress in generative AI has not only achieved generation of highly realistic synthetic data, but also strives to allow for manipulation of high-level properties of the data, with significant potential for applications. Building useful representations is a core ingredient to be able to perform such meaningful manipulations: this goes beyond the mere representation of statistical information, and also includes aspects of causality. The seminar will explore the theoretical and empirical properties of these representations.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in probability theory and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>263-5225-00L</b>	<b>Advanced Topics in Machine Learning and Data Science</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the fourth week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Perez Cruz, E. Krymova, L. Salamanca Miño</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, recent papers of the machine learning and data science literature are presented and discussed. Possible topics cover statistical models, machine learning algorithms and its applications.				
Lernziel	The seminar "Advanced Topics in Machine Learning and Data Science" familiarizes students with recent developments in machine learning and data science. Recently published articles, as well as influential papers, have to be presented and critically reviewed. The students will learn how to structure a scientific presentation, which covers the motivation, key ideas and main results of a scientific paper. An important goal of the seminar presentation is to summarize the essential ideas of the paper in sufficient depth for the audience to be able to follow its main conclusion, especially why the article is (or is not) worth attention. The presentation style will play an important role and should reach the level of professional scientific presentations.				
Inhalt	The seminar will cover a number of recent papers which have emerged as important contributions to the machine learning and data science literatures. The topics will vary from year to year but they are centered on methodological issues in machine learning and its application, not only to text or images, but other scientific domains like medicine, climate or physics.				
Literatur	The papers will be presented in the first session of the seminar.				
<b>263-5904-00L</b>	<b>Deep Learning for Computer Vision: Seminal Work</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the first week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Blum</b>

Kurzbeschreibung	This seminar covers seminal papers on the topic of deep learning for computer vision. The students will present and discuss the papers and gain an understanding of the most influential research in this area - both past and present.		
Lernziel	The objectives of this seminar are two-fold. Firstly, the aim is to provide a solid understanding of key contributions to the field of deep learning for vision (including a historical perspective as well as recent work). Secondly, the students will learn to critically read and analyse original research papers and judge their impact, as well as how to give a scientific presentation and lead a discussion on their topic.		
Inhalt	The seminar will start with introductory lectures to provide (1) a compact overview of challenges and relevant machine learning and deep learning research, and (2) a tutorial on critical analysis and presentation of research papers. Each student then chooses one paper from the provided collection to present during the remainder of the seminar. The students will be supported in the preparation of their presentation by the seminar assistants.		
Skript	The selection of research papers will be presented at the beginning of the semester.		
Literatur	The course "Machine Learning" is recommended.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

#### CAS in Informatik - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in International Policy and Advocacy

Das CAS wird jährlich im Frühjahrssemester angeboten.  
Dauer: 1 Semester, Teilzeit

Mehr Infos unter: <http://www.sspg.ethz.ch/de/>

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>372-0003-00L</b>	<b>Internationale Politik</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Perich</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Modul befasst sich mit den Grundlagen der internationalen Politik und dem vielfältigen Kontext, in dem internationale Projekte stattfinden. Die Teilnehmenden werden ermutigt, ihr eigenes Fachwissen und ihren beruflichen Hintergrund mit einzubringen - eine notwendige Grundlage für fundierte Entscheidungen und Verhandlungen in einem international kompetitiven Umfeld.				
Lernziel	Dieses Modul befähigt Teilnehmende, sich in der Komplexität der internationalen Politik zurechtzufinden.				
Inhalt	Dieses Modul untersucht die Grundlagen der internationalen Politik und dessen verschiedene Zusammenhänge. Die Teilnehmenden werden aufgefordert, ihr Fachwissen und ihre Kompetenzen zu verknüpfen und in verschiedene politische Dimensionen miteinzubringen. Dies ermöglicht es ihnen, eine solide Grundlage für zukünftige Entscheidungsprozesse und Verhandlungen in einem international kompetitiven Umfeld zu schaffen. Das Modul beinhaltet Vorlesungen zu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweizer Aussenpolitik</li> <li>- Internationales Recht &amp; Gouvernanz</li> <li>- Ressourcen, Infrastruktur und Technologie</li> <li>- Ursprünge des internationalen Systems</li> <li>- Migration</li> <li>- Schweizer Wirtschaftssystem</li> <li>- Klima &amp; Umwelt</li> <li>- Sicherheitspolitik und Cybersicherheit</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>372-0004-00L</b>	<b>Strategie und Führung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>R. Perich</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Modul umfasst die neuesten Forschungsergebnisse zu Managementstrukturen und -prozessen in Bezug auf Verhandlungen und Interessenvertretung. Den Teilnehmenden wird es ermöglicht, komplexe internationale Projekte zu planen, umzusetzen und zu bewerten.				
Lernziel	Dieses Modul befähigt Teilnehmenden, internationale Projekte strategisch zu leiten.				
Inhalt	Dieses Modul widmet sich den neusten Erkenntnissen über Managementstrukturen und -prozesse, welche in direktem Zusammenhang mit Verhandlungen und Interessensvertretung stehen. Teilnehmende werden befähigt, internationale Projekte zu planen, umzusetzen und zu beurteilen. Das Modul beinhaltet Vorlesungen über folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategisches Management</li> <li>- Führung internationaler Projekte</li> <li>- Innovationsmanagement</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>372-0005-00L</b>	<b>Internationale Interessenvertretung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Perich</b>
Kurzbeschreibung	Im Zentrum dieses Moduls stehen die Instrumente und Rahmenbedingungen, die zur Vertretung der Interessen einer Organisation erforderlich sind. Es ermöglicht den Teilnehmenden, relevante Stakeholder zu identifizieren, effektive Advocacy- und Kommunikationskampagnen aufzubauen und selbstbewusst an internationalen Verhandlungen teilzunehmen.				
Lernziel	Dieses Modul befähigt Teilnehmenden, wirksam mit relevanten Stakeholdern zu kommunizieren.				
Inhalt	Im Zentrum dieses Moduls steht die Vermittlung jener Instrumente und Fertigkeiten, die für eine erfolgreiche Interessenvertretung unabdingbar sind. Die Teilnehmenden lernen, relevante Akteure und Stakeholder zu identifizieren, eine effektive Vertretungs- und Kommunikationsstrategie aufzubauen und selbstbewusst die Interessen der eigenen Organisation im internationalen Kontext zu vertreten. Das Modul beinhaltet folgende Vorlesungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interessenvertretung &amp; politische Kommunikation</li> <li>- Kritisches Denken &amp; Argumentieren</li> <li>- Normen &amp; Verhalten in der Diplomatie</li> <li>- Soziale Dimensionen von Verhandlungen &amp; Interessenvertretung</li> <li>- Diplomatisches Protokoll</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>372-0006-00L</b>	<b>Verhandlungsführung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Perich</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Modul konzentriert sich auf den Verhandlungsprozess und bereitet die Studierenden darauf vor, sich auf eine Vielzahl von Verhandlungen vorzubereiten und diese durchzuführen. Die Teilnehmenden können die Erkenntnisse direkt durch eine Reihe von kleinen Verhandlungssimulationen sowie durch eingehende Diskussionen über Fallstudien aus der Praxis anwenden.				
Lernziel	Dieses Modul befähigt Teilnehmenden, wichtige Verhandlungskonzepte zu verstehen.				
Inhalt	Dieses Modul befasst sich mit dem Verhandlungsprozess und vermittelt den Teilnehmenden die vorbereitungs- und umsetzungsrelevanten Aspekte von Verhandlungen. Während mehrerer kleiner Simulationen sowie durch die Besprechung verschiedener realer Fallbeispiele erlernen die Teilnehmenden die entsprechenden Kompetenzen unter direkter Anwendung. Das Modul beinhaltet folgende Vorlesungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Verhandlungskonzepte</li> <li>- Spieltheorie</li> <li>- Verhandlungs-Engineering</li> <li>- Internationale Abkommens- und Verhandlungsprozesse</li> <li>- Konfliktmanagement und Mediation</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

### ► CAS-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>372-9000-00L</b>	<b>CAS IPA Thesis</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>13D</b>	<b>R. Perich</b>
Kurzbeschreibung	Das Herzstück des CAS-Projekts ist eine ganztägige Simulation, bei der die Teilnehmenden in einer komplexen Verhandlung um ein aktuelles multilaterales Thema gegeneinander antreten. In dieser wirklichkeitsgetreuen Simulation müssen die Teilnehmenden alle während des Kurses erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen nutzen, um eine Einigung mit den anderen Verhandlungsparteien zu erzielen.				
Lernziel	Das CAS-Projekt und die dazugehörigen Aufgaben sind so strukturiert, dass alle akademischen Beiträge der Lehrmodule direkt in einem praktischen und hoch relevanten Fall zusammengefasst werden, sodass die während des CAS erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten maximal ausgeschöpft werden.				
Inhalt	Zusätzlich zum Besuch der Module arbeiten die Teilnehmenden des CAS IPA während des Semesters in Gruppen an ihrem CAS Projekt. Dieses besteht aus verschiedenen Vorbereitungsaufgaben und gipfelt in einer ganztägigen Simulation, bei der die Teilnehmergruppen eine umfassende Verhandlung zu einem aktuellen multilateralen Thema führen. Das wahrheitsgetreue Setup ermöglicht es den Teilnehmenden, ihre neu erlangten Fertigkeiten und das von ihnen im Kurs erlangte Wissen zur erfolgreichen Erreichung ihrer Verhandlungsziele einzusetzen. Als Vorbereitung auf die Simulation reichen die Teilnehmenden im Verlaufe des Semesters verschiedene Übungen und Zusatzdokumente (Positionspapiere, Stakeholder Maps etc.) ein. Das CAS Projekt und seine einzelnen Komponenten sind so konzipiert, dass sie sich jeweils direkt von einem akademischen Input ableiten lassen. Dies ermöglicht es den Teilnehmenden, das im CAS Gelernte direkt auf ein reales Beispiel zu übertragen und dessen praktische Anwendung zu professionalisieren.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### CAS in International Policy and Advocacy - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Machine Learning in Finance and Insurance

## ► Pflichtmodule

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>441-1000-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning in Finance and Insurance</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>B. J. Bergmann, P. Cheridito, A. Ferrario, J. Teichmann</b>
Kurzbeschreibung	Provides you with a comprehensive introduction to the fundamentals of machine learning, including key concepts, algorithms, and practical applications.				
Lernziel	You will gain a solid foundation in machine learning and develop the skills to build and evaluate machine learning models for various tasks in the following blocks and modules for the CAS ETH in Machine Learning in Finance and Insurance				
Inhalt	Introduction to Machine Learning with cases.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only for students of the CAS ETH in Machine Learning in Finance and Insurance				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung		gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken		gefördert gefördert	
<b>441-1001-00L</b>	<b>Ethics of AI</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1.5S</b>	<b>B. J. Bergmann, A. Ferrario, J. Teichmann</b>
Kurzbeschreibung	Provides you with a comprehensive understanding of the ethical dimensions and challenges around machine learning applications in a business and societal context.				
Lernziel	During this course we will reflect on the integration of machine learning which raises profound ethical questions about trust, explainability, accountability, and the regulations that support the use of machine learning empowered technology in different applications.				
Inhalt	Structured as an interactive workshop with guest speakers from academia and industry.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only open for students of the CAS ETH in Machine Learning in Finance and Insurance.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung		gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik		gefördert gefördert gefördert	

## ► Wahlmodule

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>441-2000-00L</b>	<b>Cases in Machine Learning in Finance 1</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. J. Bergmann, P. Cheridito, J. Teichmann</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with real- world case studies and projects in finance and insurance where machine learning methods have been successfully applied.				
Lernziel	Get exposure to real- world case studies and projects in finance and insurance where ML methods have been successfully applied.  Gain insights and understanding of the overall system landscape & architecture in which your machine learning model is embedded.				
Inhalt	Choose and deep dive into cases and applications guided by ETH faculty and professionals from finance, banking and insurance Structured as an interactive workshop. Students select 3 out of 4 workshops offered between June, July and September. Workshops take place at ETH or at corporate facilities.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is only open to students from the CAS ETH in Machine Learning in Finance and Insurance.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement		gefördert gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik		gefördert gefördert gefördert gefördert	
<b>441-2001-00L</b>	<b>Cases in Machine Learning in Finance 2</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. J. Bergmann, P. Cheridito, J. Teichmann</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with real- world case studies and projects in finance and insurance where machine learning methods have been successfully applied.				
Lernziel	Get exposure to real- world case studies and projects in finance and insurance where ML methods have been successfully applied.  Gain insights and understanding of the overall system landscape & architecture in which your machine learning model is embedded.  Choose and deep dive into cases and applications guided by ETH faculty and professionals from finance, banking and insurance				

Inhalt	Structured as an interactive workshop. Students select 3 out of 4 workshops offered between June, July and September. Workshops take place at ETH or at corporate facilities.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is only open to students from the CAS ETH in Machine Learning in Finance and Insurance.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

---

<b>441-2002-00L</b>	<b>Cases in Machine Learning in Insurance</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. J. Bergmann, P. Cheridito, A. Ferrario</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--

---

<b>441-2003-00L</b>	<b>Cases in Machine Learning: Fintech &amp; Startups</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. J. Bergmann, P. Cheridito, J. Teichmann</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung This course provides you with real- world case studies and projects in finance and insurance where machine learning methods have been successfully applied.

Lernziel Get exposure to real- world case studies and projects in finance and insurance where ML methods have been successfully applied.

Gain insights and understanding of the overall system landscape & architecture in which your machine learning model is embedded.

Choose and deep dive into cases and applications guided by ETH faculty and professionals from finance, banking and insurance.

Inhalt Structured as an interactive workshop. Students select 3 out of 4 workshops offered between June, July and September. Workshops take place at ETH or at corporate facilities.

Voraussetzungen /  
Besonderes This course is only open to students from the CAS ETH in Machine Learning in Finance and Insurance.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert

## ► Projektarbeit

*Wird im HS angeboten.*

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# CAS in Mobilität der Zukunft: Neue Geschäftsmodelle

Das "CAS in Mobilität der Zukunft: Neue Geschäftsmodelle" wird alle 1.5 Jahre, gemäss Programm Webseite angeboten.

Kursdauer: 6 Monate Teilzeit

Mehr Infos unter: <http://www.mas-mobilitaet.mavt.ethz.ch/>

## ► Vertiefung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0300-00L</b>	<b>Rahmenbedingungen und Mobilitätsverhalten</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3.5 KP</b>	<b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	Das Modul deckt die Nachfrageseite für neue Geschäftsmodelle der Zukunftsmobilität ab. Warum und wie wollen Menschen mobil sein? Welche wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen gibt es, und wie werden sich diese weiterentwickeln? Welche Ansätze für neue Wertangebote lassen sich daraus ableiten?				
Lernziel	Die Teilnehmenden können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden, welche Treiber der Mobilität wenig veränderlich sind und welche sich ändern könnten.</li> <li>• Auswirkungen der Pfadabhängigkeit auf Mobilitätssystem und Mobilitätsverhalten der Zukunft identifizieren.</li> <li>• die soziopsychologischen Faktoren für Mobilitätswerkzeug-Erwerb und Mobilitätsverhalten kennen und auf neue Geschäftsmodell-Ideen anwenden.</li> <li>• die Bedeutung von Unterwegszeit, Lenkzeit, Fixkosten, variable Kosten und weiterer Qualitäten von Mobilitätsdienstleistungen für die Ziel-, Routen- und Verkehrsmittelwahl einschätzen, namentlich zur Identifikation möglicher neuer Geschäftsmodelle</li> <li>• Anreize so ausgestalten, dass sie eine maximale Verhaltensänderung auslösen und/oder kooperatives Verhalten ermöglichen.</li> <li>• die Elektromobilität konzeptionell so einbetten, dass deren Potenziale realisiert und die Risiken minimiert werden.</li> <li>• die benötigten Rahmenbedingungen und wirksamen Treiber kennen, welche zur Substitution von Land- durch Luftverkehr führen.</li> <li>• Kombinationen von Politik- und Marktinstrumente bilden, aufgrund ihres Wirkungsprofils und ihrer Nebeneffekte, um Effizienz-Potenziale und Verhaltensänderungen zu realisieren.</li> <li>• Politik- und Marktmaßnahmen so ausgestalten, dass Rebound-Effekte – namentlich auch im Zusammenhang mit automatisierten und vollautonomen Fahrzeugen – minimiert werden.</li> <li>• erkennen, welche Eigenschaften von automatisierten und vollautonomen Fahrzeuge sich besonders eignen für neue Geschäftsmodelle.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus welchen Gründen sind Menschen mobil? Welche Ressourcen (Zeit, Geld, Platz) investieren sie dafür?</li> <li>• Welche verschiedenartigen Qualitäten weisen Mobilitätsdienstleistungen auf (Komfort/Stress, Risiko/Sicherheit, Planbarkeit, Multifunktionalität)?</li> <li>• Welche heutigen Mobilitätsdienstleistungen weisen welches Ressourcen-Qualitäten-Profil auf, und welche gegenseitigen Abhängigkeiten existieren dabei?</li> <li>• Welche nicht gesättigte Nachfrage nach Mobilität gibt es heute? Weshalb wird sie nicht befriedigt? Welche künftige Schlüsseltechnologie könnte dies ändern?</li> <li>• Welche heutige Mobilität könnte durch andere Mobilitätsdienstleistungen substituiert werden? Wie ändern sich dabei die zu investierenden Ressourcen und die erhaltenen Mobilitätsdienstleistungs-Qualitäten?</li> </ul> <p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten (Vierer- und Zweiergruppen)</li> <li>• Kreativmethoden zur Generierung von Wertangeboten</li> <li>• Hausaufgaben auf 4. Kurstag des NG-1: Konzipierung, Durchführung und Auswertung einer kleinen Befragung potenzieller Zielkunden für ein noch nicht existierendes Geschäftsmodell</li> </ul> <p>Fallbeispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenseitiges Vorstellen von selber erarbeiteten Fallbeispielen</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				
<b>166-0301-00L</b>	<b>Neue Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Mobilität</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	
Kurzbeschreibung	Das Modul befasst sich mit der Umsetzung von (digitalen) Strategien und innovativen Geschäftsmodellen der Zukunft und beleuchtet Treiber, Hemmer und Herausforderungen von Geschäftsmodellinnovation. Mittels geeigneten Methoden und Vorgehensweisen werden eigene zukunftsfähige Geschäftsmodelle prototypisch entwickelt, evaluiert, verfeinert.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können... <ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrale Fragestellungen, Konzepte und Strategien der Geschäftsmodellinnovation verstehen und erklären.</li> <li>• die Relevanz und den Prozess der Geschäftsmodellentwicklung darlegen.</li> <li>• einen eigenen Business Case in ein nachhaltiges Geschäftsmodell übersetzen.</li> <li>• geeignete Designstrategien zur Optimierung eines eigenen Geschäftsmodells anwenden.</li> <li>• neue Geschäftsmodelle geeignet in die Unternehmens- resp. Geschäftsfeldstrategie einbetten.</li> <li>• die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken eines Geschäftsmodells einschätzen.</li> <li>• ein eigenes Geschäftsmodell gegenüber einer relevanten Anspruchsgruppe strukturiert und überzeugend präsentieren. (Investoren oder Verwaltungsrat, Kunden, Partner)</li> <li>• verschiedene Sichtweisen zur Beurteilung von Geschäftsmodellen einnehmen und entwickeln.</li> <li>• einen eigenen Modellierungsprozess gestalten und selbst reflektieren.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Geschäftsmodellinnovation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionelle Grundlagen der Geschäftsmodellinnovation</li> <li>• Treiber, Hemmer und Herausforderungen von Geschäftsmodellinnovation</li> <li>• Geschäftsmodellinnovation in etablierten Organisationen und Strukturen</li> <li>• Fallstudie und Mini-Cases zu Geschäftsmodellinnovation in Mobilität</li> </ul> <p>Geschäftsmodellierung (Grundlagen):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschäftsmodelldenken und Modellierungsarbeit</li> <li>• Das Business Model Canvas als konzeptionelles und methodisches Instrument <ul style="list-style-type: none"> <li>o Nutzenversprechen / Wertangebote</li> <li>o Nachfrageseite</li> <li>o Angebotsseite</li> </ul> </li> <li>• Geschäftsmodellmuster</li> </ul> <p>Geschäftsmodellierung (Anwendung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition eines eigenen Business Cases zur Geschäftsmodellierung</li> <li>• Geschäftsmodell-Prototyping (Grundlage Business Model Canvas)</li> <li>• Evaluation und Review/Re-Prototyping des eigenen Business Cases / Geschäftsmodells</li> </ul> <p>Einbettung neuer Geschäftsmodelle in die Unternehmens- / Geschäftsfeldstrategie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fit mit der Strategischen Analyse</li> <li>• Bezug zur Geschäftsfeld- resp. Unternehmensstrategie</li> <li>• Beitrag zur Strategieumsetzung</li> </ul> <p>Geschäftsmodelle überzeugend präsentieren (Grundlagen/Anwendung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Geschäftsmodell Präsentation</li> <li>• Entwicklung der eigenen Storyline und Präsentationsstruktur (Business Value Concept)</li> <li>• „Pitching“ des eigenen Business Case / Geschäftsmodells</li> </ul> <p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blended Learning Komponenten zur Vorbereitung von Präsenzkationen</li> <li>• Fallstudien und –beispiele. Sowie Gruppenarbeiten (Vierer- und Zweiergruppen)</li> <li>• Lehrgespräche zur Einführung relevante Konzepte und Instrumente</li> <li>• Hausaufgaben auf den 4. Resp. 5. Kurstag des NG-2: Erarbeitung einer strukturierten Präsentation für den eigenen Businesscase (Geschäftsmodell) gegenüber einer relevanten Anspruchsgruppe. (Investoren oder Verwaltungsrat, Kunden, Partner)</li> </ul> <p>Fallbeispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenseitige Präsentationen der eigenen Business Cases</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				
<b>166-0302-00L</b>	<b>Umsetzung neuer Strategien und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Mobilität</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Die Umsetzung von neuen Strategien / Geschäftsmodellen muss sowohl auf dem Markt als auch im eigenen Unternehmen stattfinden. Damit verbunden sind Veränderungsprozesse, die proaktiv gestaltet werden müssen, um erfolgreich zu sein. Dieses Modul spannt sich über drei Ebenen in Hinblick auf derartige Prozesse: Theorie zu Change Management Fallbeispiele aus der Praxis persönliche Handlungsebene.				
Lernziel	Die Teilnehmenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen ausgewählte klassische und aktuelle Theorien zu Veränderungen in Systemen</li> <li>• wissen, wie sie partizipative Prozesse initiieren und gestalten können</li> <li>• haben ausgewählte Tools für das Management von Veränderungsprozessen kennen gelernt und deren Anwendung konzipiert</li> <li>• haben sich mit Fallbeispielen aus der Praxis auseinandergesetzt und mit Verantwortlichen diskutiert</li> <li>• haben Erkenntnisse aus Theorie und best practice-Fällen in Hinblick auf ihre eigene Praxis reflektiert</li> <li>• haben Handlungsansätze für die eigenen Praxis entwickelt</li> </ul>				
Inhalt	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische und aktuelle Ansätze des Change Managements</li> <li>• Kommunikation in Veränderungsprozessen</li> <li>• Partizipation: Einbindung von Stakeholdern</li> <li>• Umgang mit Widerstand</li> <li>• Diskussionsreihe mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Praxis zum Management von Veränderungsprozessen im Zusammenhang mit neuen Strategien/Geschäftsmodellen</li> </ul> <p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse Methoden und Tools des Change Managements</li> </ul> <p>Fallbeispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse good/best practice Cases aus der Praxis der Mobilität</li> <li>• Change-Beispiele aus der eigenen Praxis der Studierenden</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				
<b>166-0303-00L</b>	<b>Agile und nutzerzentrierte Innovation</b>	<b>O</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>2G</b>	
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Für Unternehmen ist es essentiell, Produkte schnell, kostengünstig und kundenorientiert zu realisieren. Ansätze der agilen und nutzerzentrierten Produktentwicklung wie Scrum, Kanban und Design Thinking gewinnen zunehmend an Bedeutung. Gegenüber traditionellen Methoden der Produktentwicklung versprechen agile Vorgehensweisen eine höhere Kundenzufriedenheit bei gleichzeitig reduziertem Aufwand.				
Lernziel	Gestaltung und Realisierung von Produktentwicklungsprojekten für die Mobilität der Zukunft: Die Teilnehmer kennen die Methoden und Vorgehensweisen der agilen und nutzerzentrierten Produktentwicklung und sind in der Lage, diese gewinnbringend in Ihrem Unternehmen anzuwenden.				

Inhalt	Die Teilnehmenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Vor- und Nachteile traditioneller Methoden der Produktentwicklung gegenüber agilen Methoden</li> <li>• können für potentiellen Zielgruppen Bedürfnissen analysieren und daraus eine Persona entwickeln</li> <li>• kennen die Bedeutung der Value Proposition und können diese in eigenen Projekten entwickeln</li> <li>• kennen die Strategien wie Prototypen und Mock-ups geplant werden und realisiert werden können</li> <li>• können frühe Test- und Validierungsstrategien mit Fokus auf Technik und Nutzer ableiten</li> <li>• können Change Management-Projekte im Kontext von Produktinnovationen gestalten</li> </ul>
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS/CAS bis Semesterstart bekannt gegeben

### ► CAS-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0390-00L</b>	<b>CAS-Arbeit Neue Geschäftsmodelle</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>5D</b>	<b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden bearbeiten individuell und selbständig eine aktuelle Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Neue Geschäftsmodelle.				
Lernziel	- Eine konkrete Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Neue Geschäftsmodelle bearbeiten können. - Interdisziplinär und branchenübergreifend ggf. unter Zuzug relevanter weiterer Akteure zusammenarbeiten können. - Die Ergebnisse adressatengerecht kommunizieren können.				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

### CAS in Mobilität der Zukunft: Neue Geschäftsmodelle - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Mobilität der Zukunft: Systemaspekte

Das "CAS in Mobilität der Zukunft: Systemaspekte" wird alle 1.5 Jahre, gemäss Programm Webseite angeboten.

Kursdauer: 6 Monate Teilzeit

Mehr Infos unter: <http://www.mas-mobilitaet.mavt.ethz.ch/>

## ► Vertiefung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0100-00L</b>	<b>Mobilitätssysteme: Dynamik und zukünftige Entwicklungen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden Wechselwirkungen und dynamische Veränderungen mit ihren Auswirkungen für Mobilität und Verkehr untersucht. Eine wünschbare zukünftige Entwicklung im Bereich der urbanen Mobilität wird anhand einer praktischen Übung mit Backcasting und anhand der Mobilitätsszenarien für die Schweiz (z.B. des ARE) vermittelt und hinterfragt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden, - sind fähig die Komplexität Gesamtsystem Mobilität Status quo zu verstehen, qualitativ zu beschreiben und einen Bezug zum eigenen Handlungs- bzw. Arbeitskontext herzustellen (K1). - die zeitliche Entwicklung des Mobilitätssystems und zukünftige Mobilitätsszenarien zu verstehen und Zielvorgaben aus Mobilitätsszenarien abzuleiten (K2). - Kennen die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen Raumqualitäten und Verkehrsverhalten und können beurteilen, inwiefern Massnahmen zur Förderung der aktiven Mobilität zu einem nachhaltigere Mobilitätssystem beitragen. (K3) - Verstehen wie die Digitalisierung als Treiber für neue Mobilitätsdienstleistungen (Mobility as a Service) wirkt und können qualitativ Abschätzen welche Veränderungen für das Gesamtsystem Mobilität sich daraus ergeben. (K4) - Können abschätzen welcher Herausforderungen und Chancen sich in der Transition zu autonomen Mobilitätsformen ergeben. (K5)				
Inhalt	- Vertiefen des Verständnisses zu komplexen Mobilitätssystemen und ihrer Dynamik Vergangenheit - Status Quo - Zukunft - Vertiefung Grundlagen Dynamik in Mobilitätssystemen: Elemente und ihre Wechselwirkungen - Überblick und Auswahl von Methoden / Ansätzen zur Entwicklung und Analyse von Szenarien - Zukunftsperspektiven (Are Perspektiven), Zielszenarien - Verkehrspolitik und Möglichkeiten der Regulation - Transformation und Wandel in Systemen - Exkursion "Infrastruktur zur Förderung der aktiven Mobilität: Velohauptstadt Bern"				
	Ausgewählte Methoden - Systemanalyse, Szenarioanalyse, Foresight, Indikatoren für nachhaltige Mobilität, Lernen am Fallbeispiel eines Pilotprojekts zur zukünftigen Mobilität				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls angegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>166-0101-00L</b>	<b>Entwicklung und Bewertung von Mobilitätsszenarien</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden lernen die gängigen Methoden zur Entwicklung und Bewertung von Mobilitätsszenarien kennen. Die vermittelten Methoden umfassen die die Analyse der Wechselwirkung zwischen Raum und Verkehr, Methoden der Verkehrsmodellierung sowie die Bewertung nach ökonomischen und planerischen Kriterien.				
Lernziel	Die Teilnehmenden  - kennen geeignete Methoden zur Entwicklung von Mobilitätsszenarien und wissen wie diese analysiert und bewertet werden können. Insbesondere wissen sie auch mit den Herausforderungen bei der Bewertung zukünftiger Formen der Mobilität umzugehen. - sind fähig je nach Fragestellung eine geeignete Methode auszuwählen und ein Bewertungskonzept zu definieren.				
Inhalt	- Methodische Grundlagen der Verkehrsmodellierung (4-Stufen-Modell, aktivitäten-basierte Modelle, agenten-basierte Simulation) - Konzeption und Auswertung von Mobilitätsszenarien mit MATSim (Verkehrssimulation) mit Fokus auf die Mobilität mit autonomen Fahrzeugen - Wechselwirkung Raum und Verkehr (Erreichbarkeitsmessung, Siedlungsdichte und Nutzungsmix) und deren Berücksichtigung bei der Erstellung und Auswertung von Mobilitätsszenarien. - Ansätze zur Bewertung von Verkehrsszenarien (Kosten-Nutzen-Analyse und deren Grundlagen, methodische Grenzen), Analyse der Wirkungen nach Nutzergruppen und Raumtypen. - Ökobilanzierung mit Life Cycle Assessment (LCA) für Fragestellungen des Personen- und Gütertransports - Backcasting als Werkzeug zur Definition von Politikmassnahmen, die zu nachhaltigen Mobilitätsszenarien führen.				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>166-0102-00L</b>	<b>Grundlagen der Gestaltung von Innovations- und Veränderungsprozessen in Mobilitätssystemen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b> <b>3G</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul legt Grundlagen zum Verständnis und zur Gestaltung von Innovations- und Transformationsprozessen in Mobilitätssystemen auf unterschiedlichen Ebenen (e.g. Individuum, Wirtschaft, Unternehmen) und aus unterschiedlichen Perspektiven wie, ökonomischer, technologischer, soziotechnischer, Perspektive. Erfolgsfaktoren, Barrieren wie auch veränderte Rahmenbedingungen werden diskutiert.		
Lernziel	Die Teilnehmenden sind fähig, - Grundlagen von Innovations- und Veränderungsprozessen im Bereich Mobilität zu verstehen - und den Bezug zum eigenem Arbeits-/Handlungskontext herzustellen.		
Inhalt	In diesem Modul werden Innovation, Veränderung und Wandel in Mobilitätssystemen auf verschiedenen Ebenen und aus verschiedenen ergänzenden Blickwinkeln diskutiert. Entsprechende Theorien und Methoden werden vorgestellt: - Grundkonzepte und Rahmenbedingungen - Neue Trends als neue Chance für Innovation - Innovation heute im Transport/Mobilitätssystem: theoretische Grundlage und konkrete Beispiele - Veränderung von soziotechnischen Systemen		
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben		
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben		
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>166-0103-00L</b>	<b>Systemaspekte von Flug- und Schiffsverkehr</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b> <b>3G</b> <b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Flug- und Schiffsverkehr decken einen wesentlichen Teil menschlicher Mobilität ab, ersteres sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr, letzterer hauptsächlich im Güterverkehr. Die Studierenden gewinnen einen Überblick, grenzen die Mobilitätsformen ein und ordnen den Flug und Schiffsverkehr in das Gesamtsystem Mobilität ein.		
Lernziel	Die Teilnehmenden • Kennen grundlegende Unterschiede die für den Flug- und Schiffsverkehr im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr und (klassischen) ÖV gelten. • Können resultierenden Unterschiede in der Bewertung von Flug- und Schiffsverkehr ableiten. • Sind sich bewusst über Möglichkeiten und Grenzen sowie Vor- und Nachteile verschiedener Bewertungsmethoden in ihrer Anwendung auf den Flug- und Schiffsverkehr. • Entwickeln Ideen für geeignete Indikatoren zur Bewertung von Szenarien des Flug- und Schiffsverkehrs.		
Inhalt	• Kennzahlen, Entwicklung und Tendenzen des Flug- und Schiffsverkehrs. • Potentiale für eine ganzheitliche Verbesserung des Flug- und Schiffsverkehrs. • Life Cycle Assessment (LCA) für Fragestellungen des Flug- und Schiffsverkehrs. • Überblick der Technologien und deren Potentiale zur Verbesserung der Nachhaltigkeit des Flug- und Schiffsverkehrs. • Berechnung und Interpretation von Kennzahlen.		
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben		
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben		
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS/CAS bis Semesterstart bekannt gegeben		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

#### ► CAS-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
166-0190-00L	<b>CAS-Arbeit Systemaspekte</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	5D	C. Onder
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden bearbeiten in Teams eine aktuelle Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Systemaspekte.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine konkrete Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Systemaspekte fundiert bearbeiten</li> <li>- Ausgewählte Lerninhalte aus den Modulen selbständig veriefen und aufbereiten</li> <li>- Interdisziplinär und branchenübergreifend ggf. unter Zuzug relevanter weiterer Akteure zusammenarbeiten können;</li> <li>- Die Ergebnisse adressatengerecht kommunizieren können.</li> </ul>				
Inhalt	<p>In der CAS-Arbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, eine fundiert aufbereitete Auseinandersetzung mit technischen und nicht-technischen Entwicklungen im Mobilitätsystem und deren mögliche Auswirkungen auf das Schweizer Verkehrssystem oder auf Teilbereiche desselben anzufertigen.</p> <p>Die Teilnehmenden setzen sich dabei aktiv mit aktuellen und/oder zukünftig erwarteten Entwicklungen im Mobilitätssektor auseinander, übersetzen mögliche Entwicklungen in verkehrliche Parameter (=Zukunft der Mobilität); greifen auf Lerninhalte des Studiums zurück; entwickeln ausgewählte Themen selbständig weiter (bzw. im Rahmen einer Arbeitsgruppe) und setzen sich mit der Relevanz für die Praxis auseinander (Relevanz für Stakeholdergruppen wie z.B. politische Entscheidungsträger, Verkehrsunternehmen, Industrie, Umweltverbände, Energieversorger sowie auch andere gesellschaftliche Gruppen, z.B. für Menschen im Rentenalter).</p>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Literatur	Zu Beginn des Moduls angegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				

#### CAS in Mobilität der Zukunft: Systemaspekte - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Mobilität der Zukunft: Technologie-Potenziale

Das "CAS in Mobilität der Zukunft: Technologie-Potenziale" wird alle 1.5 Jahre, gemäss Programm Webseite angeboten.

Kursdauer: 6 Monate Teilzeit

Mehr Infos unter: <http://www.mas-mobilitaet.mavt.ethz.ch/>

## ► Vertiefung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0200-00L</b>	<b>Technologie-Potenziale: Antriebs-/Fahrzeugtechnik ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3.5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul legt ein Verständnis für den Ist-Zustand sowie die kurz- und mittelfristigen Entwicklungspfade in der Antriebs-/Fahrzeugtechnik für Personen- & Güterverkehr. Einbezogen werden die Bereitstellung entsprechender Energieträger und Konsequenzen für das Energiesystem. Die Teilnehmenden sind befähigt, die Potenziale der Technologien für konkrete Problemstellungen zu identifizieren und nutzen.				
Lernziel	Konventionelle und alternative Antriebs- und Fahrzeugsysteme für zukunftsfähige Mobilität zu kennen und Potenziale für konkrete Problemstellungen zu identifizieren und gezielt zu nutzen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wirkungsgrade und Kernfelder von Antriebskomponenten</li> <li>- Antriebs- und Nicht-Antriebs-Energieflüsse/"Fahrwiderstände" im Fahrzeug</li> <li>- Energieketten (nur Betriebsenergie) und CO2-Ausstoss bis Primärenergie</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
<b>166-0201-00L</b>	<b>Potenziale räumlicher Informations- und Kommunikationstechnologien ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Räumliche Informations- und Kommunikationssysteme beeinflussen massgeblich die Entwicklung von Mobilitätsangeboten. Die Teilnehmenden erlangen ein vertieftes Verständnis zu räumlichen Informationssystemen/-services und Kommunikationstechnologien (ICT) i.H. auf zukünftige Mobilitätssysteme und -applikationen.				
Lernziel	Informations- und Kommunikations-Technologie (ICT) und "räumliche Informationstechnologien" für zukunftsfähige Mobilität zu kennen und Potenziale für konkrete Problemstellungen zu identifizieren und gezielt zu nutzen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsweise und Anwendung von Geografischen Informationssystemen (GIS) zur Repräsentation and Analyse von Mobilitätssystemen (Geodaten aquirieren, modellieren, analysieren und visualisieren)</li> <li>- Potenziale durch Einsatz GIS &amp; ICT für effiziente Mobilitätslösungen (tangible, non-tangible)</li> <li>- Funktionsweise und Einsatz von mobilen räumlichen Informationstechnologien in zukünftigen Mobilitätssystemen</li> <li>- Methoden der raum-zeitlichen Analyse und Geodatenanalyse</li> <li>- Verkehrsanalysen mit neuen Technologien</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
<b>166-0202-00L</b>	<b>Integrierte Bewertung von Technologien und Verkehrssystemen ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	
Kurzbeschreibung	Das Modul führt ein in integriertes «Technology-Assessment» hinsichtlich ökonomischer, ökologischer oder soziale Kriterien. Vorgestellt werden Life Cycle Assessment, Cost Assessment, Risk Assessment und Multi-criteria Decision Analysis. Weiter eingeführt werden Szenario-Analysen basierend auf «energetisch-ökonomischen Modellen», die Mobilitäts- und Energieversorgungs-Technologien repräsentieren.				
Lernziel	Geeignete Methoden zur Analyse und Bewertung von technischen Systemen (Mobilitätssystemen) im Überblick kennen und für eine konkrete Problemstellung auswählen können				
Inhalt	<p>(1) Einführung und Überblick "Integrierte Bewertung"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rahmen und Ziele der Bewertung</li> <li>- Überblick über Konzepte und Methoden zur Umsetzung</li> </ul> <p>(2) Ausgewählte Methoden zur Bewertung von Mobilitätstechnologien und deren Anwendung auf heutige und zukünftige Optionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökobilanzen / Life Cycle Assessment (LCA)</li> <li>- Ortsspezifische Bewertung von Gesundheits- und Umweltschäden</li> <li>- Risikoanalyse</li> <li>- Interne Kosten</li> <li>- Externe Kosten</li> </ul> <p>(3) Integrierte Bewertung von Mobilitätstechnologien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesamtkosten (intern + extern)</li> <li>- Multi-Kriterien Analyse</li> </ul> <p>(4) Analyse von Mobilitätsszenarien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Szenarien, Einflussfaktoren, Politik und Nachhaltigkeit</li> <li>- Ansätze zur Modellierung von Szenarien</li> <li>- Mobilitätsszenarien für die Schweiz unter Anwendung von Energiesystemmodellen</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen				geprüft
		Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
<b>166-0203-00L</b>	<b>Energieträger für eine Mobilität der Zukunft ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3.5 KP</b>	<b>3G</b>	

Kurzbeschreibung	Das Modul beinhaltet die Versorgung der Strassenmobilität der Zukunft mit erneuerbarer Energie. Dabei werden Erzeugung, Transport, Aufbereitung, der Transfer der Energie in die Fahrzeuge (Betankung, Laden) und die energetische Bewertung vorgestellt. Betrachtet werden Elektrizität, Wasserstoff sowie biogene und synthetische Treibstoffe.
Lernziel	Ziel des Moduls ist ein detailliertes energetisches und technisches Verständnis zur Versorgung von Strassenfahrzeugen mit erneuerbarer Energie. Absolvierende kennen die Primärenergieerzeugung sowie die Endeneergie-Aufbereitung der verschiedenen Energieträgerkonzepte. Zudem kennen sie die gesetzlichen CO2-Vorgaben der Fahrzeugzulassung und sind sie in der Lage, den Einfluss auf das schweizerische Energiesystem qualitativ abschätzen zu können.
Inhalt	- Das Energiesystem der Zukunft; biogene und elektrische erneuerbare Primärenergie - Endeneergieaufbereitung - Transfer vom Energiesystem in die Mobilität sowie Einflüsse auf das Energiegesamtsystem
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben

### ► CAS-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
166-0290-00L	<b>CAS-Arbeit Technologie-Potenziale ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	5D	C. Onder
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden bearbeiten in heterogenen Teams eine aktuelle Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Technologie-Potenziale.				
Lernziel	- Eine konkrete Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Technologie-Potenziale bearbeiten können - Interdisziplinär und branchenübergreifend ggf. unter Zuzug relevanter weiterer Akteure zusammenarbeiten können - Die Ergebnisse adressatengerecht kommunizieren können				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				

### CAS in Mobilität der Zukunft: Technologie-Potenziale - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# CAS in Modern Concepts in Clinical Research

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>395-0104-00L</b>	<b>Digital Measures</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Goldhahn, I. Clay</b>
Kurzbeschreibung	Participants will learn all necessary steps to establish new digital measures for their own clinical research. They will get a comprehensive understanding of this new emerging field, will discuss the newest guidelines with authors from international societies, will have a chance to interact with digital pioneers, and will be enabled to develop a concept for their individual digital measure.				
Lernziel	The course enables participants to...				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. describe why new methods are needed to generate evidence.</li> <li>2. describe how new (digital) methods for generating evidence are established.</li> <li>3. explain how the concept of patient-centredness is applied in the development of new methods for evidence generation.</li> <li>4. analyse sources of bias in basic research.</li> <li>5. analyse the conditions for the development and validation of new evidence generation tools.</li> <li>6. understand the framework for the development of new methods for evidence generation and to analyse the advantages and disadvantages of different approaches.</li> <li>7. develop their own concept for a new digital measure.</li> </ol>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>395-0105-00L</b>	<b>Remote Monitoring</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Eckstein, C. Gugl, C. Menon, V. Mitropoulos</b>
Kurzbeschreibung	Participants will learn the essentials of remote monitoring in clinical trials. This includes key technology, selection of devices, integration into trials, and subsequent data management. Concepts and devices will be presented, and participants will have the chance to learn about challenges with hands-on workshops and direct interactions with experts.				
Lernziel	The course enables participants to...				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. describe the principles of remote monitoring</li> <li>2. understand essential concepts of sensor integration into clinical trials</li> <li>3. explain the opportunities and risks of the implementation of mobile sensor data in research and clinical routine</li> <li>3. explain the management, processing, and storage of electronic data</li> <li>4. set-up a data management plan</li> <li>5. scout and assess different technologies for particular research interests</li> <li>6. understand the requirements, challenges and opportunities associated with guiding/educating patients to use and comply with remote monitoring</li> <li>7. outline the potential and limitations of closed feedback loops between patients and physicians based on remote monitoring for therapy decision support (for example titration, diagnostics, remote intervention etc.)</li> </ol>				
<b>395-0106-00L</b>	<b>Digital Study Design</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. Goldhahn, K. Ormond, V. Voelter</b>
Kurzbeschreibung	Digital health technology enables new study designs, including better evidence generation for value-based health care. This module focuses on the preparation of a study synopsis incorporating a digital technology and/or modern study concept. It tackles healthcare ecosystem complexity challenges and how modern trial designs and multistakeholder engagement can mitigate some of these challenges.				
Lernziel	Participants will be able				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. to understand the added value of value-based health care</li> <li>2. to apply the concepts of outcomes-based research and broad stakeholder value to increase the potential impact of the product studied in their clinical trial for the end user</li> <li>3. to create their own negotiation framework to ensure they bring in all stakeholders' perspective along the value chain for their clinical trial: patient, provider, pharma/MedTech, payer, policy</li> <li>4. to explain all components of a clinical trial using DHT</li> <li>5. to apply the CAS knowledge to design their individual digital clinical study</li> </ol>				
Inhalt	In this module, students will focus on different aspects of digital clinical trial design, e.g. on study designs for different research purposes, on gamification in healthcare, and on ethics of data. We are also addressing the challenges of ecosystem complexity, cost and product attrition onto the product lifecycle. We are discussing how modern clinical trial designs can mitigate some of these challenges by ensuring that sustainable value is created for all actors: not only the manufacturer and the patient, but also providers, regulators and payers. Students will learn about negotiation strategies and apply the principles of value-based health care. At the end of the module, students will discuss how DHT and/or modern study designs can be applied to their individual digital clinical trial idea.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

#### CAS in Modern Concepts in Clinical Research - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Naturgefahren-Risikomanagement

Wird jedes Frühjahrssemester angeboten.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>141-0101-00L</b>	<b>Integrales Naturgefahren-Risikomanagement</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>B. Sudret, O. Stebler</b>
Kurzbeschreibung	Umgang mit Risiken aus Naturgefahren (Integrales Risikomanagement, Risikobegriff/-identifikation/-analyse/-bewertung/-beurteilung, Sicherheitsniveau, Schutzziele, Risikodialog/- kommunikation, Integrale Massnahmenplanung, Resilienz und Vulnerabilität, Ereignisbewältigung, Rechtliches) (Detailänderungen vorbehalten)				
Lernziel	Die Teilnehmenden kennen und verstehen das Konzept eines zukunftsfähigen Umgangs mit dem Naturgefahrenrisiko (risikokompetente Gesellschaft) und das Prinzip des Integralen Naturgefahrenrisikomanagements und entwickeln diese weiter.				
Inhalt	Dozierende: Dr. Oliver Stebler (Präsentations- /Kommunikationskompetenz [im Naturgefahrenmanagement]; Visuals – datengetriebene, visuelle Geschichten); Christoph Ammann, Prof. Dr. Miodrag Filipovic (Risikomanagement in der Aviatik und in der Medizin); Prof. Dr. Robert Boes, Dr. Matthias Oplatka, Dr. Jan Kleinn (Exkursion Hochwasserschutz Zürich); Prof. Dr. David Bresch (Naturgefahrenrisikoabschätzung und Resilienz, Economics of Climate Adaptation [ECA], Zukunft der Warnung: Wirkungswarnung und der Zwang zur Interoperabilität); Dr. Eduard Held, Dr. Marc Wüest (Naturkatastrophen und Klima aus der Versicherungsperspektive); Prof. Dr. Bruno Sudret, Dr. Stefano Marelli (Uncertainty Quantification Methods for Risk Assessment); Dr. Gian Reto Bezzola, Dörte Aller (Umgang mit Risiken aus Naturgefahren in der Schweiz: Reise zum akzeptierten Risiko [RaR]); Nils Hählen (Integrales Risikomanagement ausserhalb der Komfortzone); Dr. Christian Wilhelm, Kathrin Niederer (Bergsturz Cengalo, Murgänge Bondo und Rutschungen Brienz: Ereignisbewältigung und Risikomanagement) (Detailänderungen vorbehalten)				
Voraussetzungen / Besonderes	www.cas-naturgefahren.ethz.ch				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>141-0102-00L</b>	<b>Naturgefahrenprozesse</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>B. Sudret, O. Stebler</b>
Kurzbeschreibung	Gravitative, tektonische und klimatisch- meteorologische Naturgefahren; Klimawandel; (globale) Klimaszenarien; Extremereignisse (bspw. Starkniederschläge, Hitzewellen); Attribution (Detection); Projektion; Quantifizierung von Unsicherheiten; Klimaszenarien CH2018; Hydro-CH2018 (Detailänderungen vorbehalten)				
Lernziel	Die Teilnehmenden kennen und verstehen die für Mitteleuropa relevanten Naturgefahrenprozesse (unter besonderer Berücksichtigung neuer praxisrelevanter Forschungserkenntnisse bei Naturgefahrenprozessen sowie klimatisch-meteorologischer Naturgefahren).				
Inhalt	Dozierende: Prof. Dr. Reto Knutti (Klimawandel: Ursachen und Auswirkungen); Dr. Erich Fischer (Wetter- und Klimaextreme); Prof. Dr. Heini Wernli (Extreme Wetterereignisse: Prozesse und Vorhersagen); Prof. Dr. Stefan Wiemer (Grundlagen der seismischen Gefährdungsanalyse; Schnittstellen zum Risiko); Prof. Thomas Vogel (Risikomanagement im Objektschutz); Prof. Dr. Robert Boes, Katharina Sperger, Dr. Volker Weitbrecht (Grundlagen zu Hochwasserschutzkonzepten, Hochwasserrückhalt und Laborführung; Grundlagen zu Hochwasserentlastungen und Überlastfall sowie Schwemmholtzrückhalt und Geschiebemanagement, Praxisbeispiele); Prof. Dr. Johan Gaume, Dr. Michael Bründl ([Einfluss des Klimawandels auf] Massenbewegungen im Alpenraum); Prof. Dr. Manuela Brunner (Hydrologie und Klimafolgen); Dr. Massimiliano Zappa (Hydrologische Extremereignisse – Dürre und Hochwasser) (Detailänderungen vorbehalten)				
Voraussetzungen / Besonderes	www.cas-naturgefahren.ethz.ch				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>141-0103-00L</b>	<b>Naturgefahrenprozesse und Digitalisierung</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>B. Sudret, O. Stebler</b>
Kurzbeschreibung	Organisation der Warnung und der Alarmierung bei Naturgefahren durch den Bund; Geoinformations- Engineering; Mess-, Analyse- (inkl. Big-Data-, KI- und IoT-Ansätzen) und Warnsysteme; Modellieren; Monitoring von Naturgefahren (air-/spaceborne, Geosensorik); neue Methoden für Frühwarnsysteme; Geobasisdaten und Rapid-Mapping-Systeme für Naturgefahren-Ereignisse (Detailänderungen vorbehalten)				

Lernziel	Die Teilnehmenden verstehen die Organisation der Warnung und der Alarmierung bei Naturgefahren durch den Bund. Sie setzen sich mit den Grundzügen des Geoinformations-Engineerings auseinander. Sie kennen die Möglichkeiten und die Grenzen moderner Mess-, Analyse- (inkl. Big-Data- und KI-Ansätzen) und Warnsysteme (einzeln und im Verbund bspw. mittels Vernetzung im Internet der Dinge [Internet of Things IoT] durch Informations- und Kommunikationstechniken) für das Monitoring von Naturgefahren (air-/spaceborne, Geosensorik). Sie wissen, wie Geobasisdaten und Rapid-Mapping-Systeme vor und nach einem Naturgefahren-Ereignis eingesetzt werden können ('pre-/post-desaster'). Sie kennen die Funktionsweise und die Zusammenarbeit der Naturgefahrenfachstellen des Bundes. Sie können die Gemeinsame Informationsplattform Naturgefahren (GIN) des Bundes im Ereignisfall nutzen und einsetzen.		
Inhalt	Dozierende: Dr. Saskia Willemse (Wetterbedingte Naturgefahren: Von der Messung zur Warnung, GIN- Schulung); Markus Aeschlimann, Philippe Gyarmati (GIN- Schulung); Prof. Dr. Daniel Farinotti (Glaziologische Naturgefahren); Mathias Zesiger (Rapid Mapping – eine Dienstleistung des Bundes im Falle von Naturereignissen); Silvia Oppliger, Dr. Joao Paulo Leitao (Klimaangepasstes Wassermanagement: Umgang mit Oberflächenabfluss und Nutzen von blau-grünen Infrastrukturen); Prof. Dr. Jürg Schweizer (Naturgefahren- Warnung des SLF: aktueller Stand und künftige Entwicklung); Dr. Yves Bühler (Fernerkundung mit Drohnen); Dr. Marcia Phillips (Naturgefahren im Gebirgspermafrost); Dr. Fabian Walter (Seismogene Prozesse); Mario Studer, Susanne Wahlen, Dr. Lorenz Meier (Geosensorik für das Monitoring gravitativer Naturgefahren) (Detailänderungen vorbehalten)		
Voraussetzungen / Besonderes	www.cas-naturgefahren.ethz.ch		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert
<b>141-0200-00L</b>	<b>Vorausschauender Umgang mit Naturgefahrenrisiken; O</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>
	<b>Interdisziplinäres Praxisprojekt; Exkursion</b>		<b>B. Sudret, O. Stebler</b>
Kurzbeschreibung	Klimawandel/Naturgefahren und Bevölkerungsschutz (BS); Aufgaben/Funktionsweise von Blaulichtorganisationen; Akteure des (strategischen) BS; interdisziplinäres Praxisprojekt in Gruppen (schriftliche Arbeit und Präsentation); Exkursion nach Brienz (Albula) und Bondo (Bergell): Naturgefahrenereignis, (verkettete) -prozesse, Ereignisbewältigung und Wiederaufbaumassnahmen (Detailänderungen vorbehalten)		
Lernziel	Die Teilnehmenden lernen die Funktionsweise des Bevölkerungsschutzes als Verbundaufgabe im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels und Naturgefahrenereignissen kennen. Sie verstehen die Aufgaben und Funktionsweise von Blaulichtorganisationen bei Naturgefahrenereignissen. Sie lernen die wichtigsten Akteure im Bereich des (strategischen) Bevölkerungsschutzes bei Naturgefahren kennen und vernetzen sich mit diesen.  Die Teilnehmenden erarbeiten ein interdisziplinäres Praxisprojekt in Gruppen (schriftliche Arbeit und Präsentation).  Die Teilnehmenden lernen auf einer Exkursion nach Brienz (Albula) und Bondo (Bergell) ein Naturgefahrenereignis kennen und setzen sich kritisch mit den entsprechenden (verketteten) Naturgefahrenprozessen, der Ereignisbewältigung und den Wiederaufbaumassnahmen auseinander.		
Inhalt	Dozierende: Dr. Catherine Berger (Klimawandel und Naturgefahren); Dr. Jan Kleinn (Vorausschauender Umgang mit Naturgefahrenrisiken im Klimawandel). Referentin und Referenten: Anton Lüthi, Heinz Jäggi, Basil Brühlmann, Martin Bühler; Josef Eberli, Prof. Dr. Reto Knutti, Dr. Christoph Hegg, Anton Poschung, Dörte Aller (Detailänderungen vorbehalten); Abschlussexkursion: Prof. Thomas Vogel, Andreas Huwiler, Martin Keiser, Fernando Giovanoli, Ueli Weber (Detailänderungen vorbehalten)		
Voraussetzungen / Besonderes	www.cas-naturgefahren.ethz.ch		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft

### CAS in Naturgefahren-Risikomanagement - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Nutrition for Disease Prevention and Health

## ► Disziplinäre Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention W</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: - maintenance of health, - prevention of chronic disease, - progression of chronic diseases... ...at different life-stages.				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
<b>752-6202-00L</b>	<b>Nutrition Case Studies ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	In groups, students address real-world case studies focusing on the links between nutrition and health. Each case is introduced in a case brief and presented to the class by the respective group, followed by a class discussion facilitated by the group and the lecturer. Cases cover diverse topics in public health.				
Lernziel	In this course, students develop their communication and problem solving skills, as well as critical thinking ability.				
	At the end of this course students can:				
	- Understand the relationships between nutrition/diets and several major diseases/health outcomes;				
	- Integrate knowledge on diet/nutrition, health/disease and methodologies in nutrition sciences;				
	- Make evidence-based decisions/recommendations by gathering and analyzing scientific information.				
Skript	Presentation slides, case studies, and relevant literature will be shared.				
Literatur	Relevant scientific literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to attend and actively participate in the course, which includes the presentation of a case study (in groups), critical reading of pertinent literature, and active participation in class discussions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### CAS in Nutrition for Disease Prevention and Health - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Nutrition in Medicine

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
395-0303-00L	<b>Healthy Nutrition in Old Age</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	2G	
395-0304-00L	<b>Food Health Interactions</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	2 KP	1G	
395-0305-00L	<b>Personalised Nutrition</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	2G	F. von Meyenn

### CAS in Nutrition in Medicine - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Pharmaceuticals - From Research to Market

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
541-0001-00L	<b>Modul 1: Healthcare Systems, Pharma Business and Marketing</b> <i>Only for CAS in Pharmaceuticals.</i>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3G</b>	R. Schibli
	<i>The enrolment is done by the CAS in Pharmaceuticals study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Students learn about the different health systems, primarily about the European and the Swiss specialities, then also in comparison with the US system. A short introduction is made about Marketing with focus on Pharma, the legislation and patents/licencing are discussed and pharmaco-economic aspects and business development are explained and intensified through workshops.				
Lernziel	Pharmabusiness and Corporate Governance; Pharmamarketing with workshop; Healthcare systems in Switzerland and in the EU; Pharmacoeconomics with workshop; Data integrity for supply chain powered by blockchain; Opinion Leader Management, Workshop; Legislation; Patents and licences; Building Pharma 4.0 – Future Directions; Market Access, Pricing and Reimbursement; Business Development: Connected Health;				
Skript	Course documents in print and a link to the electronic version are distributed during the module.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
541-0003-00L	<b>Module 3: Quality and GxP</b> <i>Only for CAS in Pharmaceuticals.</i>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3G</b>	R. Schibli
	<i>The enrolment is done by the CAS in Pharmaceuticals study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Students learn about pharmaceutical regulations in Switzerland, EU and US, various quality systems and CAPA, quality risk management, life cycle management, quality assurance of biotechnological processes, process validation, quality by design, statistical tools in QA, computerized systems validation, quality aspects of packaging and the role of the qualified person.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quality Risk Management</li> <li>• Quality Systems and CAPA</li> <li>• Pharmaceutical Regulations, Swissmedic and ICH Basics</li> <li>• GMP and its Legal Basis</li> <li>• US Regulations and Enforcement Systems</li> <li>• GxP Requirements with Focus on Distribution</li> <li>• Change Management, Life Cycle Management</li> <li>• Case Studies for Analytics and Production</li> <li>• QA of Biotechnological Processes</li> <li>• Quality Aspects of Therapeutic Antibodies</li> <li>• Workshop: How to write an effective SOP</li> <li>• Process Validation with Examples</li> <li>• Quality by Design</li> <li>• Statistical Tools in QA</li> <li>• Challenges and Trends in QA</li> <li>• Computerized Systems Validation</li> <li>• Quality Aspects of Packaging</li> <li>• The Role of the Qualified Person</li> </ul>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>541-0005-00L</b>	<b>Module 5: Pharmaceutical Development and Production</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3G</b>	R. Schibli
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Only for CAS in Pharmaceuticals.</i>				
	<i>The enrolment is done by the CAS in Pharmaceuticals study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Students learn about the pharmaceutical drug development process from the analytical characterisation of drug product both for small molecules and biotechnological drug substances. The learnings include: formulation of clinical and market form, scale-up, 2D/3D printing technology for drugs, clinical trial supply, commercial packaging, supply chain management and continuous manufacturing.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analytical characterization of the active pharmaceutical ingredient (API)</li> <li>Drug formulation: clinical form and market form</li> <li>Analytical characterization of formulations</li> <li>Scale-up of manufacturing processes</li> <li>Clinical trial supply</li> <li>Commercial packaging</li> <li>Technical project management</li> <li>Supply chain management</li> <li>Leading pharmaceutical operational excellence</li> <li>Research trends in drug formulation and delivery</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>541-0006-00L</b>	<b>Module 6: Regulatory Affairs</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3G</b>	R. Schibli
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Only for CAS in Pharmaceuticals.</i>				
	<i>The enrolment is done by the CAS in Pharmaceuticals study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Students learn about the regulatory aspects of drug development, about the Swiss, European and FDA regulations, regulatory information and strategies, personalizing healthcare and the role of companion diagnostics, about special regulations for biosimilars, medical devices, generics, orphan drugs, GMOs and advanced therapeutics incl. gene therapy and pharmacovigilance.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• European regulations for medicinal products</li> <li>• Clinical trial directives and application procedures</li> <li>• Marketing authorization procedures in the EU</li> <li>• FDA regulations</li> <li>• Swiss authorities and regulations</li> <li>• Helvetisation of regulatory documents</li> <li>• Variations and change control</li> <li>• Pharmacovigilance</li> <li>• Regulatory aspects of packaging</li> <li>• Electronic submissions</li> <li>• Health economics and outcomes research</li> <li>• Special regulations: Biologics, Orphan drugs, Biosimilars, Pediatrics, Generics</li> <li>• How to search the web for regulatory information</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Essay

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende	
541-1000-00L	<b>Essay</b> <i>Nur für CAS in Pharmaceuticals.</i>	O	1 KP	2D	R. Furegati Hafner, R. Schibli	
	<i>Einschreibung nur über das Sekretariat des CAS in Pharmaceuticals.</i>					
Kurzbeschreibung	The essay is an essential part of the CAS program „Pharmaceuticals – From Research to Market“ (CAS Pharm) and serves as final performance assessment.					
Lernziel	The essay documents the student's competence development during the program as well as the transfer of acquired knowledge to professional practice/activities.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft	
		Verfahren und Technologien			geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				geprüft
		Medien und digitale Technologien				geprüft
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation			
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Kundenorientierung				geprüft
		Menschenführung und Verantwortung				geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				geprüft
		Sensibilität für Vielfalt				geprüft
		Verhandlung				geprüft
		Anpassung und Flexibilität				geprüft
		Kreatives Denken				geprüft
Kritisches Denken					geprüft	
Integrität und Arbeitsethik					geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft		
Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft		

### CAS in Pharmaceuticals - From Research to Market - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Radiopharmazeutischer Chemie, Radiopharmazie

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
542-0002-00L	<b>Module II: Radiopharmaceutical Chemistry</b> <i>Only for CAS in Radiopharmazeutischer Chemie, Radiopharmacy.</i>	O	4 KP	6G	R. Schibli
	<i>The enrolment is done by the CAS study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	Knowledge about the fundamentals of radionuclide production and generator systems, design and in vitro- & in vivo-characterization of radiolabelled peptides and antibodies., chemistry of Tc, Re and other radiometals, including the usage of kits as well as of chemistry of 11C and 18F and of other radiohalogens.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to radiopharmacy and physics</li> <li>• Radionuclide production</li> <li>• Generator systems</li> <li>• In vitro- and in vivo-characterization of radiolabelled peptides and antibodies</li> <li>• The chemistry of Tc and Re</li> <li>• Kits and pitfalls</li> <li>• Radiopharmaceutical chemistry with halogen isotopes</li> <li>• 18F- and 11C-radiolabelled pharmaceuticals</li> <li>• Chemistry of radiometals other than Tc and Re</li> <li>• Animal and in vitro models</li> <li>• Practical sessions:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiolabelling and quality control of antibodies</li> <li>• Mo/Tc-generator and use of kits including quality control and preclinical application</li> <li>• Ge/Ga-generator and 68Ga-radiolabelling of peptides including quality control/video cell labelling</li> </ul> </li> <li>• Insight into the routine manufacturing of clinical PET radiopharmaceuticals</li> <li>• 11C- and 18F- radiolabelling for research</li> <li>• In vitro/preclinical characterization of PET radiopharmaceuticals</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

### CAS in Radiopharmazeutischer Chemie, Radiopharmazie - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Raumentwicklung und Prozessdesign

## ► Einführung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
135-0001-00L	<b>Einführung: Grundlagen der Raumentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Jerjen, A. Rupf, J. Van Wezemael</b>
Kurzbeschreibung	Orientierung und Vorbereitung auf eine Weiterbildung im Bereich der Raumplanung und Raumentwicklung. Kennenlernen des Raumplanungsgesetzes und seiner Instrumente, Abgleich des Wissenstandes der Teilnehmenden. Abschluss durch obligatorischen Leistungsnachweis.				

## ► Raumentwicklung und Prozessdesign

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
135-0201-00L	<b>Modul 1: Urbane Governance</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemael, weitere Dozierende</b>
135-0202-00L	<b>Modul 2: Stadt der Akteure</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemael, weitere Dozierende</b>
135-0203-00L	<b>Modul 3: Verfahrensdesign</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemael, weitere Dozierende</b>
135-0204-00L	<b>Modul 4: Organisationsdesign</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemael, weitere Dozierende</b>
135-0205-00L	<b>Modul 5: Transformation gestalten</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemael, weitere Dozierende</b>
135-0206-00L	<b>Design Studio</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>5G</b>	<b>J. Van Wezemael, R. Lüscher, H. Piplas, A. Rupf</b>

### CAS in Raumentwicklung und Prozessdesign - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Regenerative Materials – Essentials

Wird jedes Frühjahrssemester angeboten.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>136-0101-00L</b>	<b>Discovering Regenerative Materials</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	Regenerative materials come in a wide variety of forms and compositions, from raw materials to industrialized construction systems. Knowing the specificities of these different materials is needed to adopt the appropriate constructive choice adapted to the socio-economic situation of the territory and the resource availability.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn the diversity of regenerative materials.</li> <li>- Understand the material through its composition, implementation, LCA analysis and aesthetic.</li> <li>- Take inspiration from vernacular architecture : think local - adopt a territorial approach.</li> <li>- Grasp the fundamental relations existing between a specific construction choice, a level of industrialisation, and the material and immaterial resources available on the territory.</li> <li>- Dare an innovative project which overcome legislative barriers and involve the inhabitants as early as possible in the design process.</li> <li>- Learn how to develop solutions to move towards a regenerative architecture.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>136-0102-00L</b>	<b>Earth Construction</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	Earth construction is attracting attention in contemporary construction. New strategies have been developed for innovation, combining traditional techniques with modern construction systems and new materials. These constructions are still challenging with regards to standards and building codes, but many solutions exist to fulfil the expectation and ambition to make a different architecture.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn the different techniques of earth construction.</li> <li>- Understand the structural behaviour and the durability risks.</li> <li>- Define the cost and planning of earth construction.</li> <li>- Adapt the production process to the project: local resources, production line, prefabrication.</li> <li>- Gain experience from projects overcoming structural engineering difficulties and the lack of standards.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures				
<b>136-0103-00L</b>	<b>Bio-Based Construction</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	Lightweight construction correspond to wooden-framed or prefabricated system fulfilled with a lightweight biobased material. Knowing the technical aspects, limitations and solutions, rules, public market, but also building physic is essential for a good conception and the management of the project.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Know the different techniques of lightweight construction and good practices to prevent future disorders.</li> <li>- Understand the specific thermal and hygrothermal behaviour.</li> <li>- Define the cost and planning strategies.</li> <li>- Know the recent development of lightweight materials.</li> <li>- Identify the challenges for the organization of bio-material supply chain in a territory.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures				
<b>136-0104-00L</b>	<b>Re-Valuing the Building Stock</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	New construction represent only one percent of construction per year in European countries. Re-valuing the existing building stock is therefore a priority. Using bio-based insulation for energy retrofit and the reuse of building component in case of building demolition represent promising carbon-neutral solutions for the construction sector.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adopt a methodology for the retrofit of historic buildings as well as 50's to 80's building stock.</li> <li>- Understand and manage the moisture risks when retrofitting buildings.</li> <li>- Know the biobased insulation market.</li> <li>- Practice deconstruction of existing building, from dismantling to reuse.</li> <li>- Challenge the conventional building design to maximize its potential for later reuse.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures				

## ► Projekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>136-0150-00L</b>	<b>Regenerative renovation - Project exercise</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	The last module of the CAS consists in an individual or group project exercise, that will be presented during a final review on the 15th of May 2020				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Analysis of the local resources, the regional know-how and the social challenges of the project to tend towards a regenerative architecture</li> <li>-Definition of a pre-program with cost and planning</li> <li>-Formulation of a strategy to overcome blockage</li> </ul>				

### CAS in Regenerative Materials – Essentials - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Regenerative Systems: Beyond Systems Thinking

Mehr Informationen: <https://systemicdesignlabs.ethz.ch/drrs-mooc-2-beyond-systems-thinking/>

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
112-0001-00L	<b>Module 1: (Critical) Systems Thinking</b>	O	1 KP	6G	A. Grêt-Regamey, D. Günther, Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This module focuses on developing a critical understanding of systems thinking. It equips participants with the skills and perspectives necessary to navigate complex systems. It encourages a holistic approach to understanding and engaging with the intricate dynamics of various systems, from biological organisms to social structures and beyond.				
Lernziel	The learning objective of the module on Critical Systems Thinking is to develop a critical understanding of systems thinking and its practical application. It introduces key concepts through insights from experts like Fritjof Capra, emphasizing systems thinking culture and literacy. Participants learn to distinguish between mechanistic, linear approaches to science and systemic, nonlinear approaches. They also recognize the significance of intuition in scientific discovery and understand its role in generating new ideas and theories.				
	The module explores advanced systems thinking, which acknowledges the intelligence of living systems. Participants understand the interconnectedness of systems through systems literacy and ecological literacy, focusing on the relationships within ecological communities.				
	The learning objective assessment starts in the preceding MOOC with a multiple-choice quiz. To pass, 70 percent of the questions must be answered correctly across all modules. Active attendance in the live sessions with experts is also required for each module. In addition, the Quest's progress is monitored continuously in the peer-learning process and through individual discussions with the lecturers.				
Inhalt	Through all modules, the course integrates three domains of learning competencies—cognitive, behavioral, and social-mental—interconnected through the individual Quests of the learners.				
	This module focuses on developing a critical understanding of systems thinking. It introduces systems thinking through insights from experts like Fritjof Capra, covering the distinction between mechanistic and systemic approaches to science and highlighting the significance of intuition in scientific discovery. Advanced systems thinking is explored, acknowledging living systems' intelligence and interconnectedness.				
	The module reflects on AI's role in systems thinking and designing for positive emergence. It emphasizes the transition from systems theory to practice, which involves embracing uncertainty and ambiguity. Overall, the module aims to equip learners with the skills and understanding necessary to engage effectively with systems thinking in various contexts.				
Skript	See Module 2.1 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>				
Literatur	See Module 2.1 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	MOOC#2 Beyond Systems Thinking is a pathway to the same-named CAS#2. To be accepted into the CAS, applicants must have completed MOOC#1 and have started MOOC#2 by the time the CAS starts. The content from the MOOC will be supplemented in the CAS by live virtual events with experts from all over the world. After the first month of virtual live conversations, the course takes a field design trip to three emerging Living Systems Labs across Norway. This trip is obligatory.				
	The final delivery of the CAS should demonstrate the scientific base of our work in evidence-based writing with a foundation in the peer-reviewed literature and graphical, visual, systems-mapping, and spatial ways of designerly expressions. As the main deliverable, participants must submit a framed graphical Quest synthesis process map consisting of two main parts: a graphical synthesis map (pdf format) and a framing text bracket that motivates, introduces, explains, discusses, and concludes the synthesis map.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
112-0002-00L	<b>Module 2: Living Systems</b>	O	2 KP	1G	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The course explores living systems' complexity and unpredictability, discussing emergence, interbeing, and non-linearity. Living Systems Labs are introduced as places to navigate and intervene in complex systems. Key elements include emergence for social innovation and leveraging nature-centric reflections.				



Lernziel	<p>The learning objective of the second course module is to provide participants with a comprehensive understanding of living systems, encompassing biological and social complexities. The module addresses the inherent unpredictability within these systems and explores strategies for navigating this uncertainty. It seeks to elucidate where engineering interventions may be warranted and where they may be contra-productive, emphasizing the need to balance knowledge with humility regarding our limits of understanding. Concepts such as emergence, interbeing, and non-linearity are introduced to help participants grasp the intricacies of living systems and identify effective points of intervention. Metaphors, such as the "View from Above," are utilized to encourage holistic perspectives and highlight the interconnectedness of system elements.</p> <p>Practical engagement within living systems labs, like the local-regional "hatchery" economy project in Hemsedal, Norway, offers participants opportunities for hands-on experimentation and learning in real-world settings. The module incorporates philosophical reflections, nature-centric perspectives, and insights from scholars like Daniel Christian Wahl to enrich participants' understanding and inform their approaches to intervention and progress within living systems. Overall, the objective is to equip participants with the knowledge and tools necessary to engage thoughtfully and responsibly with the complexities of living systems.</p> <p>The learning objective assessment starts in the preceding MOOC with a multiple-choice quiz. To pass, 70 percent of the questions must be answered correctly across all modules. Active attendance in the live sessions with experts is also required for each module. In addition, the Quest's progress is monitored continuously in the peer-learning process and through individual discussions with the lecturers.</p>																																																														
Inhalt	<p>The second course module on Living Systems delves into the intricate dynamics of ecological, biological, and social systems. It acknowledges the inherent unpredictability within these systems, emphasizing that while much is understood, there remains a significant amount that is not. The module aims to explore how individuals can navigate this uncertainty and determine where engineering interventions may be beneficial or unnecessary.</p> <p>Concepts such as emergence and interbeing are discussed, highlighting living systems' interconnectedness and unpredictable nature.</p> <p>The module explores the role of living systems labs, like the MonViso Institute, as experimental spaces where individuals, as part of communities, can interact with real-world systems and learn from their dynamics.</p> <p>Strategies for navigating complexity and intervening in living systems while maintaining system health are discussed. The module also introduces concepts from authors like Daniel Christian Wahl, particularly focusing on his work "Designing Regenerative Cultures," which offers insights into systems thinking and social innovation.</p> <p>The module goes beyond traditional systems thinking by exploring various practices, metaphors, heuristics, and tools for effectively engaging with complexity and prioritizing actions within living systems. Overall, it aims to provide participants with a comprehensive understanding of living systems and equip them with the skills necessary to engage meaningfully with these complex entities.</p>																																																														
Skript	See Module 2.2 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																														
Literatur	See Module 2.2 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																														
Voraussetzungen / Besonderes	MOOC#2 Beyond Systems Thinking is a pathway to the same-named CAS#2. To be accepted into the CAS, applicants must have completed MOOC#1 and have started MOOC#2 by the time the CAS starts. The content from the MOOC will be supplemented in the CAS by live virtual events with experts from all over the world. After the first month of virtual live conversations, the course takes a field design trip to three emerging Living Systems Labs across Norway. This trip is obligatory.																																																														
Kompetenzen	<p>The final delivery of the CAS should demonstrate the scientific base of our work in evidence-based writing with a foundation in the peer-reviewed literature and graphical, visual, systems-mapping, and spatial ways of designerly expressions. As the main deliverable, participants must submit a framed graphical Quest synthesis process map consisting of two main parts: a graphical synthesis map (pdf format) and a framing text bracket that motivates, introduces, explains, discusses, and concludes the synthesis map.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fachspezifische Kompetenzen</th> <th>Konzepte und Theorien</th> <th>geprüft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <th>Methodenspezifische Kompetenzen</th> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <th>Soziale Kompetenzen</th> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verhandlung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <th>Persönliche Kompetenzen</th> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </tbody> </table>			Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Kundenorientierung	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		Verhandlung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																													
	Verfahren und Technologien	gefördert																																																													
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																													
	Entscheidungsfindung	gefördert																																																													
	Medien und digitale Technologien	geprüft																																																													
	Problemlösung	geprüft																																																													
	Projektmanagement	geprüft																																																													
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																																													
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																													
	Kundenorientierung	gefördert																																																													
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																																													
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert																																																													
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																																													
	Verhandlung	gefördert																																																													
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																													
	Kreatives Denken	geprüft																																																													
	Kritisches Denken	geprüft																																																													
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																																													
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft																																																													
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																													

<b>112-0003-00L</b>	<b>Module 3: (Social) Networks</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Module three explores network analysis methods applicable to diverse networks like social, social-ecological, and other relational networks. It introduces social network analysis (SNA), computing variables for interpretation, and understanding network structures within systems. It emphasizes relational mapping's significance in navigating complex systems.				
Lernziel	<p>The learning objective of this module is to explore network analysis methods and their applications in various contexts, including social networks, social-ecological networks, and other relational mappings. The module provides both a quantitative and a qualitative understanding of network structures, emphasizing their relevance to designing resilient regenerative systems (DRRS). Participants will learn how to compute variables and metrics using social network analysis (SNA) and interpret them qualitatively for specific functions such as resilience. By the end of the module, learners should be able to analyze and visualize different types of networks, understand their implications in complex systems, and apply this understanding to contribute effectively to enacting complex systems.</p> <p>The learning objective assessment starts in the preceding MOOC with a multiple-choice quiz. To pass, 70 percent of the questions must be answered correctly across all modules. Active attendance in the live sessions with experts is also required for each module. In addition, the Quest's progress is monitored continuously in the peer-learning process and through individual discussions with the lecturers.</p>				

Inhalt	<p>The learning module on (Social) Networks extensively explores network analysis methods, offering insights into their application across various types of networks within the context of designing resilient regenerative systems (DRRS).</p> <p>The importance of identifying leverage points within complex systems, as espoused by Donella Meadows, is emphasized. These leverage points represent areas where interventions can have a significant impact on the system as a whole.</p> <p>Metaphors and visualization techniques, such as the "View from Above," are introduced as tools to gain perspective on complex systems and discern underlying structures and patterns.</p> <p>The module then introduces the method of social network analysis as a set of techniques applicable to diverse networks, including social networks between individuals or companies, social-ecological networks encompassing natural resources, and networks representing shared interests or concepts among people. The module emphasizes the dual nature of network analysis, comprising both quantitative and qualitative components. Quantitative methods involve computing variables and metrics using specialized computer programs. Qualitative mapping, such as visual dialogue, serves as a powerful tool for understanding the underlying reasoning and motivations within network structures.</p> <p>The module discusses the abstraction of networks, highlighting that any set of related objects can be represented in a network format for analytical purposes. Within the scope of DRRS, social networks are portrayed as representations of communities, groups, companies, and other entities. Social network analysis (SNA) is presented as a method to compute variables and metrics, allowing for the qualitative interpretation of resilience and other specific functions within these networks.</p> <p>The module adopts a functional and quantitative perspective, focusing on elements, relationships, context, and purpose to define systems within network structures. Relational mapping, particularly within social and social-ecological networks, is explored in detail, emphasizing its significance in understanding complex relationships and interactions.</p> <p>Additionally, the module covers techniques for analyzing and visualizing social networks, both quantitatively and qualitatively, providing learners with practical tools to explore and interpret network data effectively. Overall, the module aims to equip learners with a comprehensive understanding of social networks, network analysis methods, and their practical application in designing resilient regenerative systems, integrating quantitative and qualitative approaches for a systemic perspective on networks.</p>																																																																
Skript	See Module 2.3 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																																
Literatur	See Module 2.3 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																																
Voraussetzungen / Besonderes	MOOC#2 Beyond Systems Thinking is a pathway to the same-named CAS#2. To be accepted into the CAS, applicants must have completed MOOC#1 and have started MOOC#2 by the time the CAS starts. The content from the MOOC will be supplemented in the CAS by live virtual events with experts from all over the world. After the first month of virtual live conversations, the course takes a field design trip to three emerging Living Systems Labs across Norway. This trip is obligatory.																																																																
Kompetenzen	<p>The final delivery of the CAS should demonstrate the scientific base of our work in evidence-based writing with a foundation in the peer-reviewed literature and graphical, visual, systems-mapping, and spatial ways of designerly expressions. As the main deliverable, participants must submit a framed graphical Quest synthesis process map consisting of two main parts: a graphical synthesis map (pdf format) and a framing text bracket that motivates, introduces, explains, discusses, and concludes the synthesis map.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verhandlung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Kundenorientierung	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		Verhandlung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																															
	Verfahren und Technologien	gefördert																																																															
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																															
	Entscheidungsfindung	gefördert																																																															
	Medien und digitale Technologien	geprüft																																																															
	Problemlösung	geprüft																																																															
	Projektmanagement	geprüft																																																															
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																																															
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																															
	Kundenorientierung	gefördert																																																															
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																																															
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert																																																															
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																																															
	Verhandlung	gefördert																																																															
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																															
	Kreatives Denken	geprüft																																																															
	Kritisches Denken	geprüft																																																															
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																																															
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft																																																															
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																															
<b>112-0004-00L</b>	<b>Module 4: Resilience</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Noch nicht bekannt																																																												
Kurzbeschreibung	This module explores resilience from diverse perspectives. It aims to expand traditional notions of resilience beyond simply "bouncing back" after shocks, focusing on innovative and transformative capacities. Topics range from social-ecological resilience to inner personal resilience and mindfulness practices, providing practical tools for fostering resilience in various contexts.																																																																

Lernziel	<p>The learning objective of this course module on resilience is to provide students with a comprehensive understanding of resilience as a scientific method to analyse social-ecological systems, a technique of systems thinking, and a design concept, aligning with the program's focus on designing resilient regenerative systems (DRRS).</p> <p>Through lectures, discussions, and supplementary materials, participants will explore various resilience heuristics and learn to expand their understanding of resilience beyond the traditional notion of bouncing back after shocks. They will also delve into innovative and transformative capacities inherent in resilience thinking, connecting it with a network perspective and tools from previous modules on social networks.</p> <p>The module aims to examine resilience in diverse contexts, such as mountain environments and urban settings. Readings and live expert discussions offer insights into adaptive strategies for different communities and ecosystems.</p> <p>Participants will engage in inner resilience development, guided by mindfulness and self-compassion experts, to explore strategies for cultivating resilience at a personal level, including mindfulness practices and inner development goals. The module seeks to equip students with the knowledge and skills to navigate and thrive in dynamic and challenging environments at a systemic and personal level.</p> <p>The learning objective assessment starts in the preceding MOOC with a multiple-choice quiz. To pass, 70 percent of the questions must be answered correctly across all modules. Active attendance in the live sessions with experts is also required for each module. In addition, the Quest's progress is monitored continuously in the peer-learning process and through individual discussions with the lecturers.</p>		
Inhalt	<p>This learning module on resilience explores resilience as a scientific lens and method to analyse social-ecological systems, a systemic way of thinking, and a design concept, covering heuristics, innovative capacities, and practical strategies. It investigates resilience in diverse contexts and emphasizes personal resilience through mindfulness and self-compassion practices.</p>		
Skript	<p>See Module 2.4 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a></p>		
Literatur	<p>See Module 2.4 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a></p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>MOOC#2 Beyond Systems Thinking is a pathway to the same-named CAS#2. To be accepted into the CAS, applicants must have completed MOOC#1 and have started MOOC#2 by the time the CAS starts. The content from the MOOC will be supplemented in the CAS by live virtual events with experts from all over the world. After the first month of virtual live conversations, the course takes a field design trip to three emerging Living Systems Labs across Norway. This trip is obligatory.</p> <p>The final delivery of the CAS should demonstrate the scientific base of our work in evidence-based writing with a foundation in the peer-reviewed literature and graphical, visual, systems-mapping, and spatial ways of designerly expressions. As the main deliverable, participants must submit a framed graphical Quest synthesis process map consisting of two main parts: a graphical synthesis map (pdf format) and a framing text bracket that motivates, introduces, explains, discusses, and concludes the synthesis map.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert

<b>112-0005-00L</b>	<b>Module 5: Circularity</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<p>The fifth module explores circularities, covering various flows such as material, financial, water, energy/carbon, and social relations. It emphasizes the integration of previous concepts like systems thinking and social networks. Special attention is given to social flows and their connection to regeneration. The module stresses co-design as essential for achieving circularity.</p>				
Lernziel	<p>The learning objective of the module on circularities is to equip participants with a comprehensive understanding of the concept, encompassing various types of flows such as material, financial, water, energy/carbon, and social flows. Throughout the module, participants will explore how circularity extends beyond the material economy, encompassing diverse aspects of systems such as social interactions and cultural connections.</p> <p>Participants will learn to frame circularities within the context of circular design and the circular economy, recognizing the intricate interplay between different flows and their implications for sustainability and regeneration. This involves understanding the complexities of circular systems and developing skills in systems thinking, social network analysis, resilience, and gaining a broader perspective.</p> <p>Key skills participants are expected to develop include the ability to analyze and understand the interconnectedness of circular systems, identify feedback loops, and recognize the role of social networks in promoting circularity. They will also learn to apply principles of circular design to address complexity and promote sustainability within various circular flows.</p> <p>Participants will explore the importance of mutual learning and co-design approaches in developing circular solutions that integrate cultural origins, patterns, and local contexts. By fostering collaboration and embracing diverse perspectives, participants will be better equipped to navigate the complexities of circularity and contribute to the development of more sustainable and regenerative systems.</p> <p>The learning objective assessment starts in the preceding MOOC with a multiple-choice quiz. To pass, 70 percent of the questions must be answered correctly across all modules. Active attendance in the live sessions with experts is also required for each module. In addition, the Quest's progress is monitored continuously in the peer-learning process and through individual discussions with the lecturers.</p>				

Inhalt	<p>The learning module on circularities explores the multifaceted concept of circularity within complex systems. It delves into the interconnected nature of various flows, including material, financial, water, energy/carbon, and social flows. By framing circularities in this context, the module provides learners with a comprehensive understanding of how different types of circular flows interact and influence one another.</p> <p>The module emphasizes the importance of circular design and a circular economy in addressing the complexities associated with creating sustainable systems. It encourages learners to consider the holistic nature of circularity and its implications for design, economy, and societal well-being.</p> <p>One significant aspect highlighted in the module is the role of social flows in fostering regeneration and sustainability. This includes reconnecting with place and culture, engaging in mutual learning, and co-designing systems in ways that prioritize human agency and participation. By integrating social considerations into discussions of circularity, the module underscores the importance of inclusive and equitable approaches to sustainable development.</p> <p>Throughout the module, learners are encouraged to apply skills in systems thinking, social networks, resilience, and the View from Above to analyze and address the complexities inherent in circular systems. By doing so, they can gain the necessary knowledge and tools to design and implement circular solutions that effectively manage resources, promote resilience, and enhance societal well-being.</p>																																																																
Skript	See Module 2.5 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																																
Literatur	See Module 2.5 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																																
Voraussetzungen / Besonderes	MOOC#2 Beyond Systems Thinking is a pathway to the same-named CAS#2. To be accepted into the CAS, applicants must have completed MOOC#1 and have started MOOC#2 by the time the CAS starts. The content from the MOOC will be supplemented in the CAS by live virtual events with experts from all over the world. After the first month of virtual live conversations, the course takes a field design trip to three emerging Living Systems Labs across Norway. This trip is obligatory.																																																																
Kompetenzen	<p>The final delivery of the CAS should demonstrate the scientific base of our work in evidence-based writing with a foundation in the peer-reviewed literature and graphical, visual, systems-mapping, and spatial ways of designerly expressions. As the main deliverable, participants must submit a framed graphical Quest synthesis process map consisting of two main parts: a graphical synthesis map (pdf format) and a framing text bracket that motivates, introduces, explains, discusses, and concludes the synthesis map.</p> <table border="1"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verhandlung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Kundenorientierung	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		Verhandlung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																															
	Verfahren und Technologien	gefördert																																																															
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																															
	Entscheidungsfindung	gefördert																																																															
	Medien und digitale Technologien	geprüft																																																															
	Problemlösung	geprüft																																																															
	Projektmanagement	geprüft																																																															
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																																															
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																															
	Kundenorientierung	gefördert																																																															
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																																															
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert																																																															
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																																															
	Verhandlung	gefördert																																																															
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																															
	Kreatives Denken	geprüft																																																															
	Kritisches Denken	geprüft																																																															
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																																															
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft																																																															
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																															
<b>112-0006-00L</b>	<b>Module 6: Systemic Innovation</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	M. Stauffacher, Noch nicht bekannt																																																												
Kurzbeschreibung	The module focuses on methods for intervening in complex systems, emphasizing diverse tools and scientific approaches. It covers navigating challenges through various techniques, methods, and practices to innovate systems resilience and regeneration.																																																																
Lernziel	The learning objective of the module on systemic innovation is to equip participants with the knowledge, skills, and practices that are beneficial to innovate in complex systems towards their design of resilience and regeneration. This involves understanding various methods and approaches for systemic intervention, navigating different ways of enacting change, utilizing scientific methods, and developing inner tools and practices to deal with challenges such as trauma, frustration, and disconnection from society. The aim is to empower learners to identify opportunities for innovation within complex systems and to work towards resilience and regeneration.																																																																
Inhalt	<p>The learning objective assessment starts in the preceding MOOC with a multiple-choice quiz. To pass, 70 percent of the questions must be answered correctly across all modules. Active attendance in the live sessions with experts is also required for each module. In addition, the Quest's progress is monitored continuously in the peer-learning process and through individual discussions with the lecturers.</p> <p>The module on systemic innovation is a comprehensive exploration of various approaches and methods to instigate change within complex social-ecological systems. It encompasses a diverse range of topics and practices, beginning with examining the principles underlying systemic innovation and the challenges inherent in navigating such intricate systems.</p> <p>Drawing from real-world examples, the module provides practical illustrations of systemic innovation in action, offering insights into how these concepts manifest in different contexts. It further delves into the tools and practices utilized in systemic innovation, which may include scientific methodologies, design principles, and experiential learning techniques.</p> <p>One notable aspect covered in the module is the concept of post-activism, which explores novel ways of effecting societal change beyond traditional activism paradigms. Additionally, the module explores the use of serious gaming as a tool for understanding and addressing complex systems, providing an interactive approach to learning and problem-solving.</p> <p>The module explores the concept of Living Systems Labs, experimental spaces dedicated to experimenting with and fostering systemic innovation. These labs serve as environments for experimentation and collaboration, where participants can explore innovative ideas and approaches to addressing complex challenges.</p> <p>Overall, the module emphasizes the importance of innovating towards resilience and regeneration within social-ecological systems, aiming to design systems that are adaptive, sustainable, and capable of thriving in the face of uncertainty and change.</p>																																																																
Skript	See Module 2.6 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																																
Literatur	See Module 2.6 in MOOC#2 Beyond systems thinking: <a href="https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2">https://www.edx.org/learn/social-science/eth-zurich-beyond-systems-thinking-2</a>																																																																

Voraussetzungen /  
Besonderes MOOC#2 Beyond Systems Thinking is a pathway to the same-named CAS#2. To be accepted into the CAS, applicants must have completed MOOC#1 and have started MOOC#2 by the time the CAS starts. The content from the MOOC will be supplemented in the CAS by live virtual events with experts from all over the world. After the first month of virtual live conversations, the course takes a field design trip to three emerging Living Systems Labs across Norway. This trip is obligatory.

The final delivery of the CAS should demonstrate the scientific base of our work in evidence-based writing with a foundation in the peer-reviewed literature and graphical, visual, systems-mapping, and spatial ways of designerly expressions. As the main deliverable, participants must submit a framed graphical Quest synthesis process map consisting of two main parts: a graphical synthesis map (pdf format) and a framing text bracket that motivates, introduces, explains, discusses, and concludes the synthesis map.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Regulatory Thinking

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>395-0203-00L</b>	<b>Production / GMP</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Nägeli</b>
Kurzbeschreibung	Die Kursteilnehmer werden in die GMP-Grundlagen eingeführt, welche zum Produktionsumfeld von Pharmaprodukten gehören. Die zugehörigen Prozesse des benötigten Qualitätsmanagementsystems werden erläutert und mit Beispielen untermauert. Die Teilnehmer wenden ihr Wissen in verschiedenen Szenarien an.				
Lernziel	Teilnehmer <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen wo man sich über die GMP Anforderungen informieren kann</li> <li>• kennen die Hauptprozesse eines GMP Qualitätsmanagementsystems</li> <li>• können risikobasiert Anforderungen an Gerätschaften oder Reinräume identifizieren</li> <li>• können Projektpläne bis «first in man» interpretieren</li> <li>• kennen die Aufwände, wenn man die Herstellung extern vergibt</li> <li>• verstehen die Abläufe bis eine analytisches Resultat feststeht</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die GMP Welt – alles im Internet verfügbar, wer blickt da noch durch</li> <li>• GMP taugliches Qualitätsmanagementsystem – die Hauptprozesse leichtgemacht</li> <li>• Gerätschaften, Reinräume und Medien – Risikobasiertes Abwägen was benötigt wird</li> <li>• Herstellprozesse bis zum Ende gedacht</li> <li>• Ausgelagerte Herstellung – ich will nichts selber machen, geht das?</li> <li>• Qualitätskontrolle und Freigabe – wie «testing into compliance» verhindert wird</li> </ul>				
<b>395-0205-00L</b>	<b>Development Process: Clinical</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Goldhahn, M. Kalousek, I. Schauwecker</b>
Kurzbeschreibung	Participants will be introduced into clinical development of medicinal products including diagnostics, medical devices, and drugs. They will learn how to develop a clinical strategy based on key characteristics of the product under development. Key considerations for supporting studies, endpoint development, and safety strategy will be discussed and applied.				
Lernziel	Participants <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the challenges to define a clinical development strategy</li> <li>- know the main elements of a clinical development plan</li> <li>- identify the necessary steps and stakeholders</li> <li>- generate a clinical development plan based on various cases</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• clinical strategies</li> <li>• GCP aspects in clinical studies</li> <li>• Patients as partners in development</li> <li>• Clinical development plan and Ph I-IV</li> <li>• Exploratory studies to support product development</li> <li>• preparation of a clinical development plan</li> <li>• Symposium Clinical strategy</li> </ul>				
<b>395-0206-00L</b>	<b>Approval Post Market Activities</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Voelter, D. Schaffarczyk</b>
Kurzbeschreibung	Wir untersuchen Zulassungsanforderungen und PMS-Strategien für SaMD, MD, IVD, ATMPs und Pharma und konzentrieren uns auf Sicherheit, Leistung und biologische/chemische Komplexität. Wir diskutieren Kostenerstattung, regulatorische Zulassungs- und Marktzugangsstrategien, einschließlich wirtschaftlicher Aspekte im Produktlebenszyklus.				
Lernziel	RegulatoryThinking <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassungsprozess von Gesundheitsprodukten steuern.</li> <li>• Synthese von Gemeinsamkeiten und Unterschieden in den regulatorischen Anforderungen verschiedener Produkttypen.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Zulassungs-Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wesentliche Schritte für die Zulassung vor der Markteinführung skizzieren, einschließlich der klinischen Bewertung und Prüfung.</li> <li>• Formulierung von Strategien für effektive Zulassungsanträge und Interaktionen mit den Behörden.</li> </ul> <p>Überwachung nach dem Inverkehrbringen (Post-Market Surveillance, PMS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines Prozesses für die laufende Überwachung und Berichterstattung über Produktsicherheit und -wirksamkeit.</li> <li>• Vorbereitung auf die Meldung von unerwünschten Ereignissen, Rückrufe und klinische Nachuntersuchungen nach der Markteinführung.</li> </ul> <p>Erstattungsstrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfung von Erstattungsstrategien mit Überlegungen zur behördlichen Genehmigung und zum Marktzugang.</li> <li>• Vergleich verschiedener Preisgestaltungs- und Erstattungsmodelle / Verständnis für deren Einfluss auf den Produkterfolg.</li> </ul> <p>Überblick über den regulatorischen Rahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SaMD, MD, und IVD: Fokus auf Sicherheit und Leistung</li> <li>• ATMPs: Zusätzliche Überlegungen zur biologischen Komplexität</li> <li>• Pharmazeutische Produkte: Unterschiedliche Pfade aufgrund der chemischen Zusammensetzung</li> </ul> <p>Prinzip RegulatoryThinking</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsamkeiten der regulatorischen Anforderungen für alle Produkttypen</li> <li>• Unterschiede in den Zulassungsverfahren für SaMD, MD, IVD, ATMPs vs. Pharmazeutika</li> </ul> <p>Zulassungs-Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassungsanträge und Interaktion mit Behörden</li> </ul> <p>Überwachung nach dem Inverkehrbringen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berichterstattung Sicherheit und Wirksamkeit</li> <li>• Meldung von unerwünschten Ereignissen und Produktrückrufe</li> <li>• Klinische Nachbeobachtung nach der Markteinführung und Sammlung von Daten aus der Praxis</li> </ul> <p>Erstattungsstrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfung von Kostenerstattung und Zulassung</li> <li>• Gesundheitsökonomie und Marktzugangsüberlegungen</li> <li>• Preisgestaltung und Erstattungsmodelle für Healthtech-Produkte</li> </ul> <p>Einhaltung gesetzlicher Vorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufrechterhaltung der Compliance</li> <li>• Verwaltung von Produktvariationen und Aktualisierungen</li> <li>• Die Rolle von Qualitätsmanagementsystemen bei der Einhaltung von Vorschriften</li> </ul>				

<b>395-0207-00L</b>	<b>Success Factors</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Goldhahn</b>
Kurzbeschreibung	Participants will learn and apply success factors of regulatory thinking. They will prepare, present, and defend their individual project. The group will analyse potential success factors of the presented strategy.				
Lernziel	Participants - apply the course knowledge to an individual regulatory challenge - generate a regulatory strategy - analyse strategies of the other course participants				
Inhalt	Onsite symposium to present and discuss regulatory strategy.				
Literatur	Principles of Biomedical Sciences and Industry - Translating Ideas Into Treatments				

#### CAS in Regulatory Thinking - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Repair and Maintenance

Das CAS findet nur im Frühjahrssemester statt.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>082-0001-00L</b>	<b>Economic and Legal Frameworks</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	The module deals with the legal, normative market conditions. Different business models and legal tools that determine the current forms of production and services in the fields of architecture, construction, industrial design, and manufacturing are examined.				
Lernziel	The inputs will enable participants to understand and critically reflect on the interrelationships between legal and economic principles and the associated tools and actors. Participants will be encouraged to question the status quo and develop new concepts, tools and business models that enable and promote sustainable repair and maintenance strategies.				
Inhalt	The legal framework and relevant standards for repair and maintenance activities will be discussed. Instruments and stakeholders in relation to product development and entrepreneurship are presented and the process from a product idea to the establishment of a business is examined.				
Literatur	A bibliography will be provided in the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>082-0002-00L</b>	<b>Design and Making</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	This module introduces various serial, digital and other innovative methods of industrial manufacturing and industrial designs. The related materials and types of construction as well as the different methods of building research and data acquisition on existing objects and structures complement this thematic module.				
Lernziel	The aim is to provide participants with a basic understanding of the challenges associated with the reparability of constructions and the designs, planning and manufacturing methods and materials used in building components and installations.				
Inhalt	The aim is to provide participants with a basic understanding of the challenges associated with the reparability of constructions and the designs, planning and manufacturing methods and materials used in building components and installations.				
Literatur	A bibliography will be provided in the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>082-0003-00L</b>	<b>Sustainable Development</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	The module includes contributions from specialists actively working in the field of sustainability with a focus on social, environmental, and cultural aspects.				
Lernziel	Students will be able to relate preservation and waste management concepts to maintenance measures. They learn to contextualize emission calculations and apply them to their model projects, and they are introduced to aspects of circularity.				
Inhalt	Interactions between the various aspects of sustainability and the measures taken to repair and maintain objects, as well as the various concepts of preservation that can be used to formulate appropriate strategies are demonstrated.				
Literatur	A bibliography will be provided in the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert



## ► Projekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
082-0004-00L	<b>Module Project</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	4 KP	4G	S. Langenberg
Kurzbeschreibung	The Core Module focuses on existing, industrially built objects in need of repair or retrofitting (repair project) on which CAS participants actively work to develop their model projects throughout the duration of the program.				
Lernziel	The aim is to develop a scalable interdisciplinary repair strategy for a repair model. Participants will be able to reflect on their strategies from the perspective of sustainability and adapt their projects accordingly. They learn to design concepts, develop them strategically and implement them in prototypes.				
Inhalt	Participants work in groups to develop strategies for the sustainable maintenance and repair of the different elements and components which constitute the object. They apply and critically integrate knowledge gained from the accompanying modules to develop concepts which contribute to extending its lifespan, preserve existing qualities, and improve long-term repairability.				
Literatur	A bibliography will be provided in the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### CAS in Repair and Maintenance - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Robotics

## ► Modul

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
172-0100-00L	<b>CAS Module in Robotics and AI</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	In the CAS Robotics participants are offered a RobotX professor as a mentor together with whom they design their study plan along an individually-specified focus area in the area of Robotics and AI. Based on the individual expertise and interests of the participants, the customised Robotics and AI module consists of a combination of (i) research project, ii) lectures, (iii) knowledge transfer.				
Lernziel	The CAS Robotics and AI module offers experienced industry individuals the opportunity to undergo research-related training in Robotics and AI, to update their knowledge and to expand their area of expertise in a targeted manner and aims at: - training skills at the frontiers of the current state of research in Robotics and AI, - deepening technical know-how with state-of-the-art knowledge in the specified focus area, and - advancing practical competencies in the impart of expertise and knowledge transfer across disciplines and educational levels.				

### CAS in Robotics - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Technology and Public Policy: Impact Analysis

Two yearly-recurring programme. The programme is offered only in Spring Semester.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>877-0201-00L</b>	<b>Economic Foundations for Policy Analysis</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Schmidt, J.-E. Sturm</b>
Kurzbeschreibung	Markets play an important function in modern societies by allocating resources and capital. Yet, important market failures require the intervention of public policy. This module introduces the fundamentals of micro- and macro-economics and thereby lays the foundation for the economic assessment of policy interventions.				
Lernziel	<p>How Markets Function (Microeconomics):                      Participants (1) understand basic principles, problems and approaches in microeconomics, (2) can analyse and explain simple economic principles in a market using supply and demand graphs, (3) can contrast different market structures and describe firm and consumer behaviour, (4) can identify market failures such as externalities related to market activities and illustrate how these affect the economy as a whole, (5) can address utility maximization and cost minimization problems.</p> <p>How Economic Systems Function (Macroeconomics):                      Participants understand (1) the behaviour of macroeconomic variables, such as gross domestic product, unemployment and inflation rates, (2) why national economic activity fluctuates, (3) what economic policy can do against unemployment and inflation, (4) what significance international economic relations have for specific countries, such as Switzerland.</p>				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>877-0221-00L</b>	<b>Technology and Policy Analysis</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Schmidt, E. Ash, A. Beerli, A. Blasimme, M. Leese</b>
Kurzbeschreibung	Technologies substantially affect the way we live and how our societies function. Technological change, i.e. the innovation and diffusion of new technologies, is a fundamental driver of economic growth but can also have detrimental side effects. This module introduces methods to assess technology-related policy alternatives and to analyse how policies affect technological changes and society.				
Lernziel	<p>Introduction:                      Participants understand (1) what ex ante and ex post policy impact analysis is, (2) in what forms and with what methods they can be undertaken, (3) why they are important for evidence-based policy-making.</p> <p>Analysis of Policy and Technology Options:                      Participants understand (1) how to perform policy analyses related to technology; (2) a policy problem and the rationale for policy intervention; (3) how to select appropriate impact categories and methods to address a policy problem through policy analysis; (4) how to assess policy alternatives, using various ex ante policy analysis methods; (5) and how to communicate the results of the analysis.</p> <p>Evaluation of Policy Outcomes:                      Participants understand (1) when and why policy outcomes can be evaluated based on observational or experimental methods, (2) basic methods for evaluating policy outcomes (e.g. causal inference methods and field experiments), (3) how to apply concepts and methods of policy outcome evaluation to specific cases of interest.</p> <p>Big Data Approaches to Policy Analysis:                      Participants understand (1) why "big data" techniques for making policy-relevant assessments and predictions are useful, and under what conditions, (2) key techniques in this area, such as procuring big datasets; pre-processing and dimension reduction of massive datasets for tractable computation; machine learning for predicting outcomes; interpreting machine learning model predictions to understand what is going on inside the black box; data visualization including interactive web apps.</p>				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>877-0231-00L</b>	<b>Policy-Making in Practice</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Bernauer, D. N. Bresch</b>
Kurzbeschreibung	Effective management of risks and uncertainty as well as communication of scientific evidence to stakeholders and policy-makers are essential for successful policy-advice and policy-making. Hence, this module conveys the fundamentals of risk analysis/management and of writing for policy-makers. Besides an academic perspective, it features practitioners working at the technology-policy interface.				
Lernziel	<p>Risk Analysis and Risk Management:                      Participants understand (1) the role risk and uncertainty play in decision- and policy-making, (2) common approaches to risk management, (3) how to apply methods of quantitative risk analysis, (4) how to communicate risk information clearly and effectively.</p> <p>Writing for Policy-Makers:                      Participants understand (1) particular prerequisites for successful dissemination of scientific results to policy-makers and the wider public, (2) expectations and needs of different target groups and audiences, (3) how to effectively write policy briefs for stakeholders and policy-makers.</p>				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### CAS in Technology and Public Policy: Impact Analysis - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# CAS in Technology and Public Policy: Policy Process

Two-yearly recurring programme, offered only in spring semester. The programme is offered again in the spring semester of 2025.

## ► Modul Technology, Society, Markets, and the State

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
877-0101-00L	<b>Technology, Society, Markets and the State</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	6 KP	5G	T. Schmidt, T. Bernauer, F. Schimmelfennig
Kurzbeschreibung	Technological innovation is seldom entirely market-driven but often requires policy intervention. This module will introduce the participants into the literature that aims to understand technology and the underlying markets and its interaction with policy and its underlying politics. Besides an academic perspective, it will introduce practitioners working at the technology-policy interface.				
Lernziel	Introduction: Participants understand (1) what public policy and policy analysis are, (2) why policy analysis is important for evidence-based policy-making, (3) how policy analysis is undertaken in a consulting firm, and (4) they learn from each other for which current professional challenges policy analysis will be useful. Technology, Society, Markets, and the State: Participants understand (1) what the key technological innovations in history have been, (2) how technological innovation unfolds and what factors drive it or slow it down, (3) what role the state (public policy, regulatory frameworks), markets (consumers, firms), and other stakeholders play in this regard. Political Institutions and Policy-Making Processes: Understand (1) how electoral systems, legislatures, government, public administrations, the judiciary, and interest groups function and shape policy choices, (2) the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies, (3) how the European Union and international organisations decide on and implement policies.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ► Modul Public Sphere and Stakeholders in Policy-Making

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
877-0121-00L	<b>Public Sphere and Stakeholders in Policy-Making</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	6 KP	4G	T. Bernauer, D. Kaufmann, M. Stauffacher
Kurzbeschreibung	Citizens, consumers, firms, and other stakeholders play an important role in designing and implementing policies that affect and/or are affected by technology. This module enables participants to understand what role public opinion and behavioural approaches play in policy design and implementation, and to systematically design and analyse citizen and stakeholder participation in policy-making.				
Lernziel	Public Opinion and Behavioural Public Policy Analysis: Participants understand (1) what role public opinion plays in policy design and implementation processes, (2) how public opinion surveys are designed, (3) how public opinion data is collected, (4) how such data is analysed, (5) how social media data can be used to assess public opinion, (6) how behavioural (field) experiments can be used for policy analysis. Citizen and Stakeholder Participation in Policy-Making: Participants understand (1) what forms of citizen and stakeholder participation can be used when policy interventions are designed and implemented, (2) how such participation can influence decision processes, policy choices, and policy outcomes, (3) what the pitfalls of particular participation forms are and how they can be avoided.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung		geprüft gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ► Modul Communication and Negotiation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
877-0141-00L	<b>Communication and Negotiation</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	2G	T. Bernauer
Kurzbeschreibung	This module enables participants to understand and assess political communication and information-processing techniques, strategies and activities. It also enables them to identify different negotiation situations and apply respective negotiation approaches. These are important skills in order to effectively co-design policies through collaboration between scientists and political practitioners.				
Lernziel	Political Communication: Participants (1) understand key communication and information-processing principles and techniques, (2) are able to assess political communication strategies and activities, and (3) are able to identify appropriate creative solutions to political communication challenges. Negotiations: Participants (1) understand and are able to identify different negotiation situations, (2) analyse specific cases, and discuss respective negotiation approaches based on important negotiation methods.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

#### CAS in Technology and Public Policy: Policy Process - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Chemie (Allgemeines Angebot)

## ► Allgemeines Angebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0499-00L	Physical Chemistry	Z	0 KP	1K	R. Signorell, M. Ernst, P. H. Hünenberger, H. J. Wörner
Kurzbeschreibung	Seminar series covering current developments in Physical Chemistry				
Lernziel	Discussing current developments in Physical Chemistry				
529-0688-00L	Sicherheitsvorlesung für Assistierende <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	Z	0 KP		
Kurzbeschreibung	Safety-Praxis und Riskmanagement in Laboratorien				
Lernziel	Gute Safety-Praxis				
Inhalt	Safety-Regeln, Riskmanagement im Labor, Safety-Parcours				
529-0060-00L	MPS Colloquium	Z	0 KP	3K	G. Jeschke, A. Barnes, M. Ernst, P. H. Hünenberger, F. Merkt, M. Reiher, J. Richardson, R. Riek, S. Riniker, T. Schmidt
Kurzbeschreibung	Seminar series covering current developments in Molecular Physical Science				
Lernziel	Discussing current developments in Molecular Physical Science				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### Chemie (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Chemie Bachelor

## ► 2. Semester

### ►► Obligatorische Fächer Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0012-02L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (AC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>H. Grützmacher, J. Cvengros</b>
Kurzbeschreibung	1) Allgemeine Definitionen 2) VSEPR Model 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme 4) Kugelpackungen, Metallstrukturen 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Strukturen, Eigenschaften und Reaktivitäten der Hauptgruppenelemente (Gruppen 1, 2 und 13 bis 18).				
Inhalt	Die Vorlesung ist in 14 Teile gegliedert, in denen grundlegende Phänomene der Chemie der Hauptgruppenelemente diskutiert werden: 1) Einführung in die periodischen Eigenschaften und allgemeine Definitionen 2) VSEPR Modell 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme für einfache anorganische Molekülverbindungen 4) Dichteste Kugelpackungen und Strukturen der Metalle 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Skript	Die Folien der Vorlesung sind auf dem Internet unter <a href="http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html">http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html</a> zugänglich.				
Literatur	Der Vorlesungsstoff kann in folgendem Lehrbuch, das auch in Englisch erhältlich ist, nachgelesen werden: J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 3. Auflage, deGruyter, 2003.  C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4th edition, Pearson Prentice Hall, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen zum Verständnis dieser Vorlesung ist die Vorlesung Allgemeine Chemie 1.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0012-03L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (OC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Chen</b>
Kurzbeschreibung	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN1-/SN2-Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Reaktivitätsprinzipien und der Beziehung zwischen Struktur und Reaktivität. Kenntnis der wichtigsten Reaktionstypen und ausgewählter Stoffklassen.				
Inhalt	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN1-/SN2-Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Skript	als pdf bei Vorlesungsbeginn erhältlich				
Literatur	[1] P. Sykes, "Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie", VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988. [2] Carey/Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A and B, 3rd ed., Plenum Press, New York, 1990/1991. Deutsch: Organische Chemie. [3] Vollhardt/Schore, Organic Chemistry, 2th ed., Freeman, New York, 1994 Deutsche Fassung: Organische Chemie 1995, Verlag Chemie, Weinheim, 1324 S. Dazu: N. Schore, Arbeitsbuch zu Vollhardt, Organische Chemie, 2. Aufl. Verlag Chemie, Weinheim, 1995, ca 400 S. [4] J. March, Advanced Organic Chemistry; Reactions, Mechanisms, and Structure, 5th ed., Wiley, New York, 1992. [5] Streitwieser/Heathcock, Organische Chemie, 2. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim, 1994. [6] Streitwieser/Heathcock/Kosower, Introduction to Organic Chemistry, 4th ed., MacMillan Publishing Company, New York, 1992. [7] P. Y. Bruice, Organische Chemie, 5. Auflage, Pearson Verlag, 2007.				
<b>529-0012-01L</b>	<b>Physikalische Chemie I: Thermodynamik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Barnes, M. Ernst</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der chemischen Thermodynamik: Entropie, Chemische Thermodynamik, Zustandsfunktionen, Hauptsätze der Thermodynamik, Zustandssumme, chemische Reaktionen, Reaktionsgrößen, Gleichgewichtsbedingungen, chemisches Potential, Standardbedingungen, ideale und reale Systeme und Gase, Phasengleichgewichte, kolligative Eigenschaften, mit Applikationen zu aktueller Forschung an der ETHZ.				
Lernziel	Verständnis der Entropie und thermodynamischen Grundlagen.				
Inhalt	Zustandsgrößen und Prozessgrößen, das totale Differential als mathematische Beschreibung von Zustandsänderungen. Modelle: Das ideale und das reale Gas. Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Empirische Temperatur und thermodynamische Temperaturskala, innere Energie, Enthalpie, Entropie, thermisches Gleichgewicht. Mischphasenthermodynamik: Das chemische Potential. Ideale Lösungen und Mischungen, reale Lösungen und Mischungen, Aktivität, kolligative Eigenschaften. Tabellierung thermodynamischer Standardgrößen. Reaktionsthermodynamik: Reaktionsgrößen und Gleichgewichtsbedingungen, Gleichgewichtskonstante und deren Druck- und Temperaturabhängigkeit. Phasengleichgewichte und Phasendiagramme.				
Skript	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Literatur	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Allgemeine Chemie I, Grundlagen der Mathematik				
<b>402-0044-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>L. P. Gallmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Student/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.				



Inhalt	Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen) Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung) Kurze Einführung in die Quantenphysik				
Skript	Die Vorlesung richtet sich nach dem Lehrbuch "Physik" von Paul A. Tipler				
Literatur	Paul A. Tipler and Gene Mosca Physik Springer Spektrum Verlag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>401-0272-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik I (Analysis B)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Kobel-Keller</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Vertiefte Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Lernziel	Anwendungsorientierte Einführung in die mehrdimensionale Analysis. Einfache Modelle kennen und selber bilden und mathematisch analysieren können. Kenntnisse der grundlegenden Konzepte.				
Inhalt	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Literatur	- G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass: Analysis 2, Lehr- und Übungsbuch, Pearson-Verlag - D. W. Jordan, P. Smith: Mathematische Methoden für die Praxis, Spektrum Akademischer Verlag - M. Akveld/R. Sperb: Analysis I, Analysis II (vdf) - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Bde 1,2,3. (Vieweg) Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>401-0622-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik II (Lineare Algebra und Statistik)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Auer</b>
Kurzbeschreibung	Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Vektorgeometrie, Matrix-Rechnung, Lineare Abbildungen, Orthogonale Abbildungen, Spur & Determinante, Eigenwerte & Eigenvektoren, Vektorräume				
	Stochastik: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Statistik				
Lernziel	Kenntnisse in Mathematik sind eine wesentliche Voraussetzung für einen quantitativen, und insbesondere für einen computergestützten Zugang zu den Naturwissenschaften. In einem zweisemestrigen 11 Semesterwochenstunden umfassenden (Intensiv-)Kurs werden die wichtigsten mathematischen Grundlagen der Mathematik, nämlich ein- und mehrdimensionale Analysis, Lineare Algebra und Statistik, erarbeitet.				
Inhalt	Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Vektorgeometrie, Matrix-Rechnung, Lineare Abbildungen, Orthogonale Abbildungen, Spur & Determinante, Eigenwerte & Eigenvektoren, Vektorräume				
	Stochastik: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Statistik				
Skript	Es steht ein Skript vom Dozenten zur Verfügung.				
Literatur	Für Lineare Algebra: K. Nipp/D. Stoffer: "Lineare Algebra", vdf, 5. Auflage, 2002. Für Statistik: W. Stahel, "Statistische Datenanalyse", Vieweg, 5. Auflage, 2008.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0230-00L</b>	<b>Anorganische und Organische Chemie I ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>12P</b>	<b>B. Morandi</b>
Kurzbeschreibung	Praktikum in Anorganischer und Organischer Chemie I				
Lernziel	Schulung in experimenteller Arbeitstechnik. Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente.				

Inhalt	Teil I: (ca. 1. Semesterdrittel): Grundoperationen: Erlernen der wichtigsten Grundoperationen in der Reinigung, Trennung, Isolierung und Analytik organischer Verbindungen: Fraktionierende Destillation; Extraktive Trennverfahren; Chromatographie; Kristallisation; IR- (evtl. UV-, 1 H-NMR)-spektroskopische Verfahren zur Strukturermittlung.
	Teil II: (2. Semesterdrittel): Organisch-chemische Reaktionen: Herstellung organischer Präparate. Anfänglich ein-, später mehrstufige Synthesen. Präparate beinhalten breite Palette an klassischen und modernen Reaktionstypen.
	Teil III: (3. Semesterdrittel): Synthese eines chiralen, enantiomerenreinen Liganden fuer die asymmetrische Katalyse (zusammen mit AOCP II)
Literatur	- R. K. Müller, R. Keese: "Grundoperationen der präparativen organischen Chemie"; J. Leonard, B. Lygo, G. Procter: "Praxis der Organischen Chemie" (Übersetzung herausgegeben von G. Dyker), VCH, Weinheim, 1996, ISBN 3-527-29411-2.
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: - Praktikum Allgemeine Chemie (1. Semester, 529-0011-04/05) - Vorlesung Organische Chemie I (1. Semester, 529-0011-03)
	Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen.

## ► 4. Semester

### ►► Obligatorische Fächer Prüfungsblock II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0122-00L</b>	<b>Inorganic Chemistry II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Kovalenko, K. Kravchik</b>
Kurzbeschreibung	The lecture is based on Inorganic Chemistry I and addresses an enhanced understanding of the symmetry aspects of chemical bonding of molecules and translation polymers, i.e. crystal structures.				
Lernziel	The lecture follows Inorganic Chemistry I and addresses an enhanced understanding of the symmetry aspects of chemical bonding of molecules and translation polymers.				
Inhalt	Symmetry aspects of chemical bonding, point groups and representations for the deduction of molecular orbitals, energy assessment for molecules and solids, Sanderson formalism, derivation and understanding of band structures, densities of states, overlap populations, crystal symmetry, basic crystal structures and corresponding properties, visual representations of crystal structures.				
Skript	see Moodle				
Literatur	1. I. Hargittai, M. Hargittai, "Symmetry through the Eyes of a Chemist", Plenum Press, 1995; 2. R. Hoffmann, "Solids and Surfaces", VCH 1988; 3. U. Müller, "Anorganische Strukturchemie", 6. Auflage, Vieweg + Teubner 2008				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Inorganic Chemistry I				
<b>529-0222-00L</b>	<b>Organic Chemistry II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Morandi, J. W. Bode</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on the material learned in Organic Chemistry I or Organic Chemistry II for Biology/Pharmacy Students. Topics include advanced concepts and mechanisms of organic reactions and introductions to pericyclic and organometallic reactions. The basics of retro- and forward synthesis are also introduced.				
Lernziel	Goals of this course include a deeper understanding of basic organic reactions and mechanisms as well as advanced transformations. Reactive intermediates including carbenes and nitrenes are covered, along with methods for their generation and use in complex molecule synthesis. Frontier molecular orbital theory (FMO) is introduced and used to rationalize pericyclic reactions including Diels Alder reactions, cycloadditions, and rearrangements (Cope, Claisen). The basic concepts and key reactions of catalytic organometallic chemistry, which are key methods in modern organic synthesis, are introduced, with an emphasis on their catalytic cycles and elementary steps. All of these topics are combined in an overview of strategies for complex molecule synthesis, with specific examples from natural product derived molecules used as medicines.				
Inhalt	Redox neutral reactions and rearrangements, advanced transformations of functional groups and reaction mechanisms, carbenes and nitrenes, frontier molecular orbital theory (FMO), cycloadditions and pericyclic reactions, introduction to organometallic chemistry and catalytic cross couplings, protecting groups, retrosynthetic analysis of complex organic molecules, planning and execution of multi-step reactions.				
Skript	The lecture notes and additional documents including problem sets are available as PDF files online, without charge. Link: <a href="https://morandi.ethz.ch/education.html">https://morandi.ethz.ch/education.html</a>				
Literatur	Clayden, Greeves, and Warren. Organic Chemistry, 2nd Edition. Oxford University Press, 2012.				
<b>529-0431-00L</b>	<b>Physikalische Chemie III: Molekulare Quantenmechanik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Merkt, U. Hollenstein</b>
Kurzbeschreibung	Postulate der Quantenmechanik, Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte, Matrixdarstellung von Operatoren, das Teilchen im Kasten, Tunnelprozess, harmonischer Oszillator, molekulare Schwingungen, Drehimpuls und Spin, verallgemeinertes Pauli Prinzip, Störungstheorie, Variationsprinzip, elektronische Struktur von Atomen und Molekülen, Born-Oppenheimer Näherung.				
Lernziel	Es handelt sich um eine erste Grundvorlesung in Quantenmechanik. Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und führt den mathematischen Formalismus ein. Im Folgenden werden die Postulate und Theoreme der Quantenmechanik im Kontext der experimentellen und rechnerischen Ermittlung von physikalischen Grössen diskutiert. Die Vorlesung vermittelt die notwendigen Werkzeuge für das Verständnis der elementaren Quantenphänomene in Atomen und Molekülen.				
Inhalt	Postulate und Theoreme der Quantenmechanik: Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte. Lineare Bewegungen: Das freie Teilchen, das Teilchen im Kasten, quantenmechanisches Tunneln, der harmonische Oszillator und molekulare Schwingungen. Drehimpulse: Spin- und Bahnbewegungen, molekulare Rotationen. Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen: Pauli-Prinzip, Drehimpulskopplung, Born-Oppenheimer Näherung. Grundlagen der Variations- und Störungstheorie. Behandlung grösserer Systeme (Festkörper, Nanostrukturen).				
Skript	Ein Vorlesungsskript in Deutsch wird erhältlich sein. Das Skript ersetzt allerdings NICHT persönliche Notizen und deckt nicht alle Aspekte der Vorlesung ab.				
<b>551-1324-00L</b>	<b>Biochemie</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. Locher, N. Ban, R. Glockshuber, J. Piel, E. Weber-Ban</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt zentrale Reaktionen und Stoffwechselwege der Biochemie sowie Molekularbiologie mit Betonung der chemischen und z.T. biophysikalischen Aspekte.				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten an zellulärer Energiegewinnung und -Speicherung beteiligten Stoffwechselforgänge sowie ausgewählter biosynthetischer Prozesse (inkl. Zucker, Fette, Steroide etc). Verständnis der molekularen Vorgänge bei Replikation, Transkription und Translation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Einige Vorlesungseinheiten werden in englischer Sprache gehalten.				

<b>529-0058-00L</b>	<b>Analytische Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Günther, D. Bleiner, T. Bucheli, M.-O. Ebert, G. Schwarz</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung in den wichtigsten elementaranalytischen und spektroskopischen Methoden sowie ihrer Anwendung in der Praxis, aufbauend auf der Vorlesung Analytische Chemie I. Vorstellung der wichtigsten Trennmethode.				
Lernziel	Praxisnahe Anwendung und Vertiefung des spektroskopischen und elementaranalytischen Grundwissens der Vorlesung Analytische Chemie I.				
Inhalt	Praxis des kombinierten Einsatzes spektroskopischer Methoden zur Strukturaufklärung und praktischer Einsatz elementaranalytischer Methoden. Komplexere NMR-Methoden: Aufnahmetechnik, analytisch-chemische Anwendungen von Austauschphänomenen, Doppelresonanz, Spin-Gitter-Relaxation, Kern-Overhauser-Effekt, analytisch-chemische Anwendungen der experimentellen 2D- und Multipuls-NMR-Spektroskopie, Verschiebungsreagenzien. Anwendung chromatographischer und elektrophoretischer Trennverfahren: Grundlagen, Arbeitstechnik, Beurteilung der Qualität eines Trennsystems, van-Deemter-Gleichung, Gaschromatographie, Flüssigchromatographie (HPLC, Ionenchromatographie, Gelpermeation, Packungsmaterialien, Gradientenelution, Retentionsindex), Elektrophorese, elektroosmotischer Fluss, Zonenelektrophorese, Kapillarelektrophorese, isoelektrische Fokussierung, Elektrochromatographie, 2D-Gelelektrophorese, SDS-PAGE, Field Flow Fractionation, Vertiefung in Atomabsorptions-Spektroskopie, Atomemissions-Spektroskopie und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie, ICP-OES, ICP-MS.				
Skript	Ein Skript zur Vorlesung wird den Studierenden digital zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Literaturlisten werden in der Vorlesung verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Übungen zur Spektreninterpretation und zu den Trennmethode erfolgen im Rahmen der Vorlesung. Zusätzlich wird die Veranstaltung 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" (4. Semester) empfohlen.				
	Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)"				

<b>529-0625-00L</b>	<b>Chemieingenieurwissenschaften</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>W. J. Stark</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Chemieingenieurwissenschaften vermittelt die Grundlagen zur Produktions- und Prozessplanung. Neben Reaktorenwahl, Reaktionsführung und Skalierung werden aktuelle Probleme grosstechnischer Prozesse und neue Syntheseverfahren behandelt. Heterogene Katalyse und Transport von Impuls, Masse und Energie verbindet den erarbeiteten Stoff mit der chemisch/biologischen Grundausbildung.				
Lernziel	Die Vorlesung Chemie und Bio-Ingenieurwissenschaften im 4. Semester vermittelt Chemikern, Chemieingenieuren, Biochemikern und Biologen die Grundlagen zur Produktions- und Prozessplanung. Zuerst werden verschiedene Reaktoren, einzelne Prozess- und Verfahrensschritte sowie grosstechnische Aspekte von Chemikalien und Reagenzien eingeführt und anhand von aktuellen Produktionsbeispielen zusammengefasst. Betrachtungen im Bezug auf Materialverbrauch, Energiekosten und Nebenproduktbildung zeigen, wo modernes Engineering einen grossen Beitrag zur umweltfreundlichen Produktion leisten kann. In einem zweiten Teil werden chemische und biologische Vorgänge in Reaktoren, Zellen oder Lebewesen aus einer neuen Sichtweise behandelt. Transport von Impuls, Masse und Energie werden zusammen eingeführt und bilden eine Basis zum Verständnis von Strömungen, Diffusionsvorgängen und Wärmetransport. Mittels dimensionsloser Kennzahlen werden diese Transportvorgänge in die Planung der Produktion eingeführt und ein Ueberblick in die Grundoperationen der chemischen und biochemischen Industrie gegeben. Eine Einführung in heterogene Katalyse verbindet den erarbeiteten Stoff mit der chemisch/biologischen Basis und illustriert wie durch enges Zusammenspiel von Transport und Chemie/Biologie neue, sehr leistungsfähige Prozesse entwickelt werden können.				
Inhalt	Elemente einer chemischen Umsetzung: Vorbereitung der Ausgangsstoffe, Reaktionsführung, Aufarbeitung/Rückführung, Produktreinigung; Kontinuierliche, halbkontinuierliche und diskontinuierliche Prozesse; Materialbilanzen: Chemische Reaktoren und Trennprozesse, zusammengesetzte und mehrstufige Systeme; Energiebilanzen: Chemische Reaktoren und Trennprozesse, Enthalpieänderungen, gekoppelte Material- und Energiebilanzen; Zusammengesetzte Reaktionen: Optimierung der Reaktorleistung, Ausbeute und Selektivität; Stofftransport und chemische Reaktion: Mischungseffekte in homogenen und heterogenen Systemen, Diffusion und Reaktion in porösen Materialien; Wärmeaustausch und chemische Reaktion: Adiabatische Reaktoren, optimale Betriebsweise bei exothermen und endothermen Gleichgewichtsreaktionen, thermischer Runaway, Reaktordimensionierung und Massstabvergrößerung (scale up).				
Skript	Vorlesungsunterlagen können über die Homepage ( <a href="http://www.fml.ethz.ch">www.fml.ethz.ch</a> ) bezogen werden.				
Literatur	Literatur und Lehrbücher werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.				

## ►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0054-00L</b>	<b>Physikalische und Analytische Chemie</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>15P</b>	<b>R. Zenobi, M.-O. Ebert, B. Hattendorf, T. Segawa, Y. Yamakoshi</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in wichtige Methoden der physikalischen und analytischen Chemie.				
Lernziel	Durchführung ausgewählter physikalisch-chemischer Experimente und Auswertung von Messdaten. Kenntnis der wichtigsten analytisch-chemischen Arbeitstechniken in der Praxis. Abfassen von Versuchsberichten.				
Inhalt	<p>Teil Physikalische Chemie:</p> <p>Kurze Rekapitulation der Statistik und Auswertung von Messdaten. Abfassen von Versuchsberichten im Hinblick auf das Publizieren von wissenschaftlichen Arbeiten. Grundlegende physikalisch-chemische Versuche (maximal 6 Versuche aus folgenden Themenkreisen): 1. Phasendiagramme (Siede- und Schmelzdiagramme, Kryoskopie); 2. Elektrochemie und Elektronik; 3. Quantenchemische Untersuchungen; 4. Kinetik; 5. Thermochemie; 6. Schallgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten; 7. Oberflächenspannung.</p> <p>Teil Analytische Chemie:</p> <p>1. Einführung in die Konzepte der Probenahme, Quantitative Elementanalytik und Spurenanalytik, atomspektroskopische Methoden, Vergleichsmessungen mit elektrochemischen Methoden; 2. Trennmethode, deren Prinzipien und Optimierung: Vergleich der verschiedenen chromatographischen Methoden, Einfluss der stationären und mobilen Phasen, häufige Fehler/Artefakte, Flüssigchromatographie, Gaschromatographie (Injektionsmethoden). 3. Spektroskopische Methoden in der organischen Strukturaufklärung: Aufnahme von IR- und UV/VIS-Spektren, Aufnahmetechnik NMR.</p> <p>Integriert in das Praktikum sind obligatorische Spektrenübungen 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" als praktikums-begleitendes Seminar.</p>				
Skript	Versuchsanleitungen sind auf der Webseite erhältlich.				
Literatur	Für PC-Teil: Erich Meister, "Grundpraktikum Physikalische Chemie: Theorie und Experimente", 3. Auflage, vdf Hochschul-Verlag an der ETH, Zürich, 2022. Als e-Book erhältlich.				

Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: 529-0011-04 "Allgemeine Chemie (Praktikum)" 529-0051-00 "Analytische Chemie I" (3. Semester) 529-0058-00 "Analytische Chemie II" (4. Semester) parallel zum Praktikum oder in einem früheren Semester abgeschlossen. Die Veranstaltung 529-0289-00L "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" ist ein integraler Bestandteil dieses Praktikums.		
	Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ► 6. Semester

### ►► Obligatorische Fächer Prüfungsblock III

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0131-00L</b>	<b>Inorganic Chemistry IV: (Nano-)Materials; Synthesis, Properties and Surface Chemistry</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Copéret, A. Comas Vives</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Synthese und Eigenschaften von Feststoffen und von Nanomaterialien.				
Lernziel	Kenntnis von Synthesen, Eigenschaften und Anwendungen von Feststoffen und von Nanomaterialien.				
Inhalt	Klassifikation fester Stoffe; Synthese fester Stoffe; Stoffgruppen-Eigenschaften-Anwendungen: Nanomaterialien, Ionenverbindungen, Halbleiter, Intermetallische Phasen; Bindung und Bandstruktur; physikalische Methoden zur Charakterisierung von Festkörpern und ihrer Oberflächen.				
Skript	auf dem Internet erhältlich.				
Literatur	A. West, Solid State Chemistry and its Applications, Wiley 1989; U. Müller, Anorganische Strukturchemie, Teubner Taschenbuch 2006; R. Nesper, H.-J. Muhr, Chimia 52 (1998) 571; C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, Nanomaterials, Wiley-VCH 2007.				
Voraussetzungen / Besonderes	AC-II				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
<b>529-0232-00L</b>	<b>Organic Chemistry IV: Physical Organic Chemistry</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Chen, A. Tsybizova</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to qualitative molecular orbital theory as applied to organic reactivity. Hückel theory, perturbation theory, molecular symmetry. Frontier orbital theory and stereoelectronic effects. Pericyclic reactions, photochemistry				
Lernziel	Introduction to theoretical methods in organic chemistry				
Inhalt	Qualitative MO theory and its application to organic reactions, thermal rearrangements, pericyclic reactions.				
<b>529-0434-00L</b>	<b>Physical Chemistry V: Spectroscopy</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. J. Wörner</b>
Kurzbeschreibung	thermal radiation and Planck's law; transition probabilities, rate equations; atomic structure and spectra electronic, vibrational, and rotational spectroscopy of molecules symmetry, group theory, and selection rules				
Lernziel	When you successfully finished this course, you are able to analyze and interpret electronic spectra of atoms and rotational, vibrational as well as electronic spectra of molecules.				
	In particular, you will be able				
	* to determine the term symbols of the states of atoms, as well as diatomic and polyatomic molecules				
	* to explain the theoretical steps that are needed to separate the motions of nuclei and electrons (Born-Oppenheimer approximation) as well as rotations and vibrations of the nuclear motion (normal-mode approximation),				
	* to use group theory as tool in spectroscopy, e.g. to classify rotational modes according to symmetry and predict their spectroscopic activity, to construct symmetry-adapted molecular orbitals, and to use the symmetry of states to derive selection rules of molecules,				
	* to use a quantum-mechanical picture to explain intensities of vibrational progressions of an electronic spectrum (Franck-Condon factors), and				
	* to determine selection rules for spectroscopic transitions based on a qualitative evaluation of the dipole matrix element.				

Inhalt	Basics: thermal radiation, Planck's law transition probabilities rate equations Einstein coefficients and lasers
	Atomic and molecular spectroscopy: tools to evaluate the transition matrix elements which describe atomic and molecular spectra quantum-mechanically, in particular - selection rules and symmetry/group theory : separation of electrons and nuclei (Born-Oppenheimer approximation) - separation of vibrations and rotations (normal mode approximation) and how to use these tools to understand and predict spectra qualitatively
Skript	is available on the lecture website
<b>529-0580-00L</b>	<b>Safety, Environmental Assessment and Risk Analysis O 4 KP 2G P. Arosio, F. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview of safety in the chemical industry, focusing on toxicology, industrial hygiene, fires and explosions, hazards identification and risk assessment. It also introduces the fundamentals of environmental impact studies, focusing on life cycle assessment.
Lernziel	This module introduces the concepts and tools needed to understand and analyze the main hazards in chemical processes, including fires and explosions, chemical reactivity, toxic emissions, and equipment failure. It also provides an overview of the life cycle assessment methodology and how to use it to quantify the environmental footprint of chemical products from cradle to grave, covering carbon emissions, and impacts on human health and ecosystems.
Inhalt	The module includes lectures on general safety principles, the fundamentals of fires and explosions and chemical reactivity, toxicology and industrial hygiene, risk analysis and quantification, and life cycle assessment. The lectures include both theory and coursework based on the concepts and tools explained.
Skript	The lecture notes will be delivered to the students in the form of slides and additional material.
Literatur	The module is mostly based on the book Chemical Process Safety by Daniel Crowl and Joseph Louvar, Pearson Education US ISBN: 9780134857770.
Voraussetzungen / Besonderes	The final mark is given by a written exam that represents 100% of the grade.

### ►► Praktika

*Studierende im Bachelor-Studiengang Chemie dürfen im 6. Semester bereits entweder ein Praktikum und eine oder zwei Projektarbeiten in den Kern- oder Wahlfachbereichen des Master-Studiengangs absolvieren, sofern nicht mehr als 60 Kreditpunkte für das Bachelor- Diplom fehlen.*

### ► Wahlfächer

*Den Studierenden stehen der Studienstufe angemessene chemische Lehrangebote des D-CHAB zur Auswahl offen (Zulassungsbedingungen beachten).  
Bei Unklarheiten das Studiensekretariat kontaktieren.*

### ►► Anorganische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0142-00L</b>	<b>Advanced Organometallic and Coordination Chemistry: Learning from Nature and Industrial Processes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>V. Mougel, C. Copéret</b>
	<i>Voraussetzung: Besuch der Lehrveranstaltung 529-0132-00L "Anorganische Chemie III: Metallorganische Chemie und Homogenkatalyse"</i>				
Kurzbeschreibung	This class will discuss advanced concepts in organometallic, bio-inorganic and coordination chemistry, in the context of homogeneous and heterogeneous catalysis as well as enzymatic processes. The class will thus cover a broad range of catalytic transformations focusing on the sustainable and efficient use of feedstock molecules, exploring the parallel between industrial and biological systems.				
Lernziel	Gain knowledge of catalytic transformations, relevant to processes found in industry and in Nature. Development of an extended molecular understanding of organometallic, bio-inorganic and coordination chemistry in relation to catalytic transformations.				
Inhalt	Specific focus will be given to key reactions such as alkane functionalization and homologation, olefin metathesis and polymerization, oxidation, processes related to conversion of C1 molecules (CH <sub>4</sub> and CO <sub>2</sub> ), CO/H <sub>2</sub> to hydrocarbons (Fischer-Tropsch) and N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> to ammonia (Haber-Bosch) as well as the corresponding enzymatic counterparts. The fundamental underlying principle of the associated elementary steps and reaction mechanisms involved in these processes, that include C-H activation, O/N-atom transfer reactions, N-N, C-O and C-C bond cleavage and formation will be discussed in details exploiting Molecular Orbital theory and spectroscopy.				
Skript	A script is provided on Ilias. It is expected that the students will consult the accompanying literature.				
Literatur	Books  1) R. Crabtree: the Organometallic Chemistry of Transition Metals – Wiley, 5th Edition 2) TA Albright, JB Burdett, MH Whangbo: Orbital Interactions in Chemistry – Wiley Interscience 3) Y. Jean: Molecular Orbitals of Transition Metal complexes – Oxford University Press 4) Bertini, Gray, Stiefel, Valentine: Biological Inorganic Chemistry – University Science Books				
Voraussetzungen / Besonderes	it is expected that students will have knowledge of AC-III or similar class/level.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
				Kooperation und Teamarbeit	gefördert
				Kundenorientierung	gefördert
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
Verhandlung	gefördert				
Anpassung und Flexibilität	geprüft				
Kreatives Denken	geprüft				
Kritisches Denken	geprüft				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				

<b>529-0948-00L</b>	<b>Solid State Chemistry</b> <i>Belegung nur möglich bis 06.02.2024.</i> <i>Bevorzugung von Teilnehmenden, welche die Vorlesung «Inorganic Chemistry II» besucht haben.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>10P</b>	<b>M. Kovalenko, M. Kotyrba, S. Yakunin</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to single crystal growth with the Bridgman-Stockbarger technique and thin film preparation using melt processing and evaporation deposition. Physical characterization of single crystals and thin films.				
Lernziel	The practical laboratory course gives an insight into the growth of single crystals and their applications. Focus lies on the growth of semiconductor crystals, thin film preparation (melt & evaporation technique) of semiconducting materials and the measurement of their physical (optical & electronic) properties. Additionally, the complete work is documented in a detailed scientific report.				
Inhalt	The growth of perovskite (CsPbBr <sub>3</sub> ) semiconductor crystals using the Bridgman-Stockbarger technique as a model system for single crystals grown from the melt. Alternatively thin films derived over melt processing or via evaporation deposition are prepared. The preparation of crystals for physical measurements through cutting and polishing. Measuring optical characteristics (absorption) as well as electronic properties, including current-voltage (IV) measurements, time-of-flight, charge carrier recombination, charge extraction efficiencies, noise measurement and photodetection.				
Skript	Electronic version of the script will be provided.				
Literatur	All references in the script will be provided in .pdf-form, no other sources are needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Every participant works on 14 afternoons in a row (Tuesday - Thursday, 13:00 - 18:00) during the semester after being assigned to a group of two or three participants depending on the overall amount of participants. No further presence is demanded. Presence dates: 27.02. - 27.03.2024 28.02. - 28.03.2024 12.03. - 17.04.2024 20.03. - 25.04.2024 28.03. - 08.05.2024 11.04. - 16.05.2024 24.04. - 29.05.2024 25.04. - 30.05.2024  Preferences for the personal assignment can be considered.  Electronic enrollment is mandatory. (except ETH-external participants).  Safety concept: <a href="https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html">https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Soziale Kompetenzen	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Organische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.				
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.				
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.				

Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.

## ►► Physikalische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0442-00L</b>	<b>Advanced Kinetics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Richardson</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers the theoretical and conceptual foundations of quantum dynamics in molecular systems. Particular attention is taken to derive and compare quantum and classical approximations which can be used to simulate the dynamics of molecular systems and the reaction rate constant used in chemical kinetics.				
Lernziel	The theory of quantum dynamics is derived from the time-dependent Schrödinger equation. This is illustrated with molecular examples including tunnelling, recurrences, nonadiabatic crossings. We consider thermal distributions, correlation functions, interaction with light and nonadiabatic effects. Quantum scattering theory is introduced and applied to discuss molecular collisions. The dynamics of systems with a very large number of quantum states are discussed to understand the transition from microscopic to macroscopic dynamics. A rigorous rate theory is obtained both from a quantum-mechanical picture as well as within the classical approximation. The approximations leading to conventional transition-state theory for polyatomic reactions are discussed. In this way, relaxation and irreversibility will be explained which are at the foundation of statistical mechanics.				
	By the end of the course, the student will have learned many ways to simplify the complex problem posed by quantum dynamics. They will understand when and why certain approximations are valid in different situations and will use this to make quantitative and qualitative predictions about how different molecular systems behave.				
Skript	Wird online zur Verfügung gestellt.				
Literatur	D. J. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective R. D. Levine, Molecular Reaction Dynamics S. Mukamel, Principles of Nonlinear Optical Spectroscopy				
Voraussetzungen / Besonderes	529-0422-00L Physikalische Chemie II: Chemische Reaktionskinetik				
<b>529-0440-00L</b>	<b>Physical Electrochemistry and Electrocatalysis</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes and introduction into the technologies (e.g., fuel cell, electrolysis), electrochemical methods (e.g., voltammetry, impedance spectroscopy), mass transport.				
Lernziel	Providing an overview and in-depth understanding of Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes (fuel cell, electrolysis), electrochemical methods and mass transport during electrochemical reactions. The students will learn about the importance of electrochemical kinetics and its relation to industrial electrochemical processes and in the energy sector.				
Inhalt	Review of electrochemical thermodynamics, description electrochemical kinetics, Butler-Volmer equation, Tafel kinetics, simple electrochemical reactions, electron transfer, Marcus Theory, fundamentals of electrocatalysis, elementary reaction processes, rate-determining steps in electrochemical reactions, practical examples and applications specifically for electrochemical energy conversion processes, introduction to electrochemical methods, mass transport in electrochemical systems. Introduction to fuel cells and electrolysis				
Skript	Will be handed out during the Semester				
Literatur	Physical Electrochemistry, E. Gileadi, Wiley VCH Electrochemical Methods, A. Bard/L. Faulkner, Wiley-VCH Modern Electrochemistry 2A - Fundamentals of Electroics, J. Bockris, A. Reddy, M. Gamboa-Aldeco, Kluwer Academic/Plenum Publishers				

## ►► Analytische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0042-00L</b>	<b>Structure Elucidation by NMR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-O. Ebert</b>
Kurzbeschreibung	Structure Elucidation of Complex Organic Molecules by NMR				
Lernziel	Structure elucidation of complex organic molecules (including peptides, oligosaccharides and oligonucleotides) by advanced 1D and 2D NMR spectroscopy: Finding the constitution, rel. configuration and the conformation of an unknown molecule. The emphasis of the course is on the selection of optimal strategies for the solution of a given problem. Discussing and solving these problems by the combined application of various 2D methods form an important part of the course. This also includes the use of state-of-the-art methods for computer assisted structure elucidation (CASE) and chemical shift prediction.				
Inhalt	Important experiments for structure elucidation. Finding the optimal strategy for a given problem. Spectral processing for optimal results. Spectral interpretation. Assignment strategies for complex molecules. Common Artefacts. Computer assisted structure elucidation incl. introduction to relevant software and hands-on application. Chemical shift prediction. Discussion of challenging problem sets during class.				
Skript	Scripts (in English) are distributed in the course				
Literatur	"T.D.W. Claridge, High Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry, Pergamon Press, 1999. (NMR Teil)				
	Further reading and citations are listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course language is English. Required level: Courses in analytical chemistry of the 2nd year or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ►► Biologische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0732-00L</b>	<b>Proteins and Lipids</b> <i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>

*Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.*

Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.

## ►► Chemische Aspekte der Energie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0191-01L	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ►► Informatikgestützte Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0474-00L	<b>Quantenchemie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Reiher, T. Weymuth</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Konzepte der Elektronenstruktur-Theorie und in die Methoden der numerischen Quantenchemie; begleitende Übungen mit Papier und Bleistift, sowie Anleitungen zu praktischen Berechnungen mit Quantenchemie-Programmen am Computer.				
Lernziel	Chemie kann inzwischen vollständig am Computer betrieben werden, eine intellektuelle Leistung, für die 1998 der Nobelpreis an Pople und Kohn verliehen wurde. Diese Vorlesung zeigt, wie das geht. Erarbeitet wird dabei die Vielteilchen-Quantentheorie von Mehrelektronensystemen (Atome und Moleküle) und ihre Implementierung in Computerprogramme. Es soll ein vollständiges Bild der Quantenchemie vermittelt werden, das alles Rüstzeug zur Verfügung stellt, um selbst solche Berechnungen durchführen zu können (sei es begleitend zum Experiment oder als Start in eine Vertiefung dieser Theorie).				
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Vielteilchen-Quantenmechanik. Entwicklung der Mehrelektronentheorie für Atome und Moleküle; beginnend bei der harmonischen Näherung für das Kern-Problem und bei der Hartree-Fock-Theorie für das elektronische Problem über Moeller-Plesset-Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung zu Coupled-Cluster und Multikonfigurationsverfahren. Dichtefunktionaltheorie. Verwendung quantenchemischer Software und Problemlösungen mit dem Computer.				
Skript	Ein Skript zu allen Vorlesungsstunden wird zur Verfügung gestellt (die aufgearbeitete Theorie wird durch praktische Beispiele kontinuierlich begleitet).				
Literatur	Sämtliche Informationen zur Vorlesung, sowie die links zum Online-Streaming werden auf dieser Webseite bekanntgegeben: <a href="https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html">https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html</a> Lehrbücher: F.L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, Dover Publications I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall  Hartree-Fock in Basisdarstellung: A. Szabo and N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill  Bücher zur Computerchemie: F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, John Wiley & Sons C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, John Wiley & Sons				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: einführende Vorlesung in Quantenmechanik (z.B. Physikalische Chemie III: Quantenmechanik)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	



## ►► Materialwissenschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-1206-00L	<b>Chemistry of Soft Materials</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Anastasaki, Y. Bao, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover the basic links between organic and polymer chemistry, state-of-the-art polymerization methods in industry and academia (e.g. materials each method can synthesize), the synthesis of complex materials, chemical recycling of polymeric materials (chemistry, engineering, thermodynamics), polymeric nanoparticles (effect of shape on properties & applications and polymer electronics).				
Lernziel	The goal of the two courses combined is to present the students with a toolbox for materials engineers to design, study and make soft materials.				
Inhalt	Where physics, chemistry and biology meet engineering.				
Skript	Copies of the slides and a set of lecture notes will be provided.				
Literatur	For the first and the second part combined there are a few books of recommended reading, but there is no textbook that we will rigorously follow.				
	Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials Paperback by Ian W. Hamley ISBN-13: 978-0470516102 ISBN-10: 0470516100				
	Structured Fluids: Polymers, Colloids, Surfactants by Thomas A. Witten, Philip A. Pincus (Oxford) ISBN-13: 978-0199583829 ISBN-10: 019958382X				

## ►► Industrielle Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0192-00L	<b>Industrial Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. A. van Bokhoven, M. Ranocchiari</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung wird beschrieben, wie die wichtigsten Chemikalien und Zwischenprodukte sowohl aus chemischer Sicht als auch aus der Perspektive chemischer Technologie/Verfahrenstechnik hergestellt werden. Reaktionsmechanismen bis zum Reaktordesign werden abgedeckt.				
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen der Reaktionsmechanismen und Reaktordesign der wichtigsten Chemikalien und Zwischenprodukte.				
Inhalt	Die allermeisten Zwischenprodukte und Chemikalien stammen aus Kohle, Öl oder Gas. Die Entwicklung dieser Prozesse über einen Zeitraum von mehr als hundert Jahren hat zu faszinierenden chemischen Prozessen geführt. In der Vorlesung wird beschrieben, wie die wichtigsten Chemikalien und Zwischenprodukte sowohl aus chemischer Sicht als auch aus der Perspektive chemischer Technologie/Verfahrenstechnik hergestellt werden. Reaktionsmechanismen bis zum Reaktordesign werden abgedeckt.				
Skript	Zusätzliche Unterlagen werden auf der Webseite publiziert: <a href="http://www.vanbokhoven.ethz.ch/education.html">http://www.vanbokhoven.ethz.ch/education.html</a>				
Literatur	Hans-Jürgen Arpe, Industrial Organic Chemistry, 5th Edition, Wiley-VCH, 2010				
	G. P. Chiusoli, P. M. Maitlis, Metal-catalysis in Industrial Organic Processes, RSC Publishing, 2008				

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### Chemie Bachelor - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Chemie Lehrdiplom

Weitere Informationen: <https://www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung/studienangebot-zulassung/lehrdiplom-fuer-maturitaetsschulen.html>

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.  Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Findet in diesem Semester nicht statt.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	1 KP	2S	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
851-0238-01L	<b>Unterstützung und Diagnose von Wissenserwerbsprozessen (EW3) ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW3 absolvieren) sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang "Lehrdiplom für Maturitätsschulen" einzuschreiben.</i> <i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW1)".</i>	W	3 KP	3S	C. M. Thurn, S. Daguati

Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lernpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Wissenserwerbsprozessen im Unterricht.		
Lernziel	Die Hauptziele der Veranstaltung sind: (1) Sie kennen verschiedene Techniken des Formative Assessments und können diese inhalts- und situationsadäquat zur Aufdeckung von Misskonzepten anwenden. (2) Sie kennen verschiedene Unterstützungsmethoden und können diese inhalts- und situationsadäquat im Unterricht einsetzen. (3) Sie verfügen über ein Grundverständnis psychologischer Testtheorie und sind in der Lage, Tests angemessen zu gestalten und zu bewerten.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken

siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen

## ► Fachdidaktik in Chemie

WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0952-00L	<b>Fachdidaktik Chemie II</b> <i>Voraussetzung: Kann nur nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung Fachdidaktik Chemie I - 529-0950-00L - im Herbstsemester belegt werden.</i>  <i>Information für UZH Studierende:</i> <i>Die Fachdidaktik Chemie II kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls 090PCh2 ist an der UZH nicht möglich.</i> <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>	O	4 KP	3V	A. Baertsch
Kurzbeschreibung	Einführung in den Chemie-Unterricht am Gymnasium unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Lehr- und Lernforschung				
Lernziel	Die Studierenden verfügen über fachdidaktisches Grundwissen für den Chemieunterricht an einer Mittelschule. Sie können Lektionen entwerfen, Unterricht lernwirksam gestalten und reflektieren, Schülerinnen und Schüler aktiv in den Unterricht einbinden, anspruchsvolle Konzepte einfach erklären, Experimente für die Theorie nutzen, Unterricht im Labor durchführen und Prüfungen korrigieren.				
Inhalt	Schwerpunkte im zweiten Studiensemester bilden die folgenden Themen: - Laborunterricht: Offene Fragestellungen und präzise Anleitungen - Hausaufgaben, Prüfungen und Noten - Der Alltagsbezug gibt dem Unterricht Bedeutung - Medien: Animationen, Filme, Wandtafel und Tablet - Stöchiometrie - Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse - Dynamisches Gleichgewicht - Säure/Base-Reaktionen - Redox-Reaktionen - Organische Chemie - Strukturaufklärung - Chiralität - Biochemie				
Skript	Die Unterlagen sind auf der Plattform <a href="http://fdchemie.pbworks.com">http://fdchemie.pbworks.com</a> zugänglich				
Literatur	E. Rossa: Chemie-Didaktik, Cornelsen Verlag, 2015 H.-D. Barke et al: Chemiedidaktik kompakt, Lernprozesse in Theorie und Praxis, Springer Verlag, 2. Auflage, 2015 H.-D. Barke: Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen, Springer Verlag, 2006 H.-J. Bader et al: Konkrete Fachdidaktik Chemie, Oldenbourg Verlag, 2002				
529-0959-00L	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Chemie A ■</b>	O	2 KP	4A	A. Baertsch
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				

Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit muss vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				
<b>529-0960-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Chemie B ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>A. Baertsch</b>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit muss vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				

<b>529-0028-00L</b>	<b>Fachdidaktik Chemie II für UZH mit Chemie im 1. Fach W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>A. Baertsch</b>
	<i>Voraussetzung: Kann nur nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung Fachdidaktik Chemie I - 529-0950-00L - im Herbstsemester belegt werden.</i>			
	<i>Information für UZH Studierende: Die Fachdidaktik Chemie II kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls 090PCh2 ist an der UZH nicht möglich. Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>			
Kurzbeschreibung	Einführung in den Chemie-Unterricht am Gymnasium unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Lehr- und Lernforschung			
Lernziel	Die Studierenden verfügen über fachdidaktisches Grundwissen für den Chemieunterricht an einer Mittelschule. Sie können Lektionen entwerfen, Unterricht lernwirksam gestalten und reflektieren, Schülerinnen und Schüler aktiv in den Unterricht einbinden, anspruchsvolle Konzepte einfach erklären, Experimente für die Theorie nutzen, Unterricht im Labor durchführen und Prüfungen korrigieren.			
Inhalt	Schwerpunkte im zweiten Studiensemester bilden die folgenden Themen: - Laborunterricht: Offene Fragestellungen und präzise Anleitungen - Hausaufgaben, Prüfungen und Noten - Der Alltagsbezug gibt dem Unterricht Bedeutung - Medien: Animationen, Filme, Wandtafel und Tablet - Stöchiometrie - Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse - Dynamisches Gleichgewicht - Säure/Base-Reaktionen - Redox-Reaktionen - Organische Chemie - Strukturaufklärung - Chiralität - Biochemie			
Skript	Die Unterlagen sind auf der Plattform <a href="http://fdchemie.pbworks.com">http://fdchemie.pbworks.com</a> zugänglich			
Literatur	E. Rossa: Chemie-Didaktik, Cornelsen Verlag, 2015 H.-D. Barke et al: Chemiedidaktik kompakt, Lernprozesse in Theorie und Praxis, Springer Verlag, 2. Auflage, 2015 H.-D. Barke: Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen, Springer Verlag, 2006 H.-J. Bader et al: Konkrete Fachdidaktik Chemie, Oldenbourg Verlag, 2002			

## ► Berufspraktische Ausbildung in Chemie

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0964-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum Chemie ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17P</b>	<b>A. Baertsch</b>
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Lektionen: 30 werden von den Studierenden unterrichtet, 20 hospitiert. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen und bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen und didaktischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Findet am Schluss der Ausbildung, vor Ablegung der Prüfungslektionen statt.				

<b>529-0968-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Chemie</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion obere Stufe Chemie" (529-0968-02L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Baertsch</b>
	<i>Bildet den Abschluss der gesamten Lehrdiplom Ausbildung in Chemie.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel zwei Wochen vor dem Prüfungstermin. Zudem erhalten sie Informationen über den Wissensstand der Schülerinnen und Schüler und können die Klasse besuchen. Die Studierenden erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie 48 Stunden vor der Prüfung ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/main/education/didaktische-ausbildung/Files/Diverses/Schriftliche%20Unterrichtsvorbereitung_18.07.2017.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/main/education/didaktische-ausbildung/Files/Diverses/Schriftliche%20Unterrichtsvorbereitung_18.07.2017.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				

<b>529-0968-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Chemie</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Chemie" (529-0968-01L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Baertsch</b>
	<i>Bildet den Abschluss der gesamten Lehrdiplom Ausbildung in Chemie.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel zwei Wochen vor dem Prüfungstermin. Zudem erhalten sie Informationen über den Wissensstand der Schülerinnen und Schüler und können die Klasse besuchen. Die Studierenden erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie 48 Stunden vor dem Termin ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/main/education/didaktische-ausbildung/Files/Diverses/Schriftliche%20Unterrichtsvorbereitung_18.07.2017.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/main/education/didaktische-ausbildung/Files/Diverses/Schriftliche%20Unterrichtsvorbereitung_18.07.2017.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				

### ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0961-00L</b>	<b>Vertiefte Grundlagen der Chemie II für Lehrdiplom</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Togni, P. Steinegger, C. Thilgen</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte, vertieft behandelte Kapitel der allgemeinen Chemie: 1) Säuren, Supersäuren, Aciditätsfunktionen und unkonventionelle Lösungsmittel 2) Fullerene und gekrümmte polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe 3) Geschichte der Radioaktivität und moderne Radiochemie 4) Molekülgeometrie und Struktur				
Lernziel	Die Teilnehmenden erwerben in dieser Lehrveranstaltung ein erweitertes und vertieftes Wissen in ausgewählten Kapiteln der Chemie. Die Auswahl richtet sich zu einem wichtigen Teil danach, welche Teilaspekte der Chemie typischerweise an Gymnasien unterrichtet werden. Der Gewinn an einem breiteren Verständnis versetzt die Lehrpersonen in die Lage, die zu unterrichtenden Themen in einem grösseren, zum Teil unkonventionellen Zusammenhang zu verstehen und im Hinblick auf die Lehr- und Lernbarkeit kritisch zu verarbeiten. Ebenso werden Querbeziehungen zwischen den klassischen Unterdisziplinen der Chemie aufgezeigt, wie auch die Eigenart der Chemie als zentrale Naturwissenschaft.				
Inhalt	Die FV vermittelt primär grundlegende fachwissenschaftliche Kompetenzen. Fachdidaktische Aspekte oder gar konkrete Anstösse zur inhaltlichen Gestaltung des gymnasialen Unterrichts stellen eine mögliche, aber nicht zwingende Ergänzung dar. Thematische Schwerpunkte FV II Säuren, Supersäuren und nicht wässrige Medien: Von H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> über Aciditätsfunktionen zu ionischen Flüssigkeiten. Entdeckungsgeschichte der Fullerene, strukturelle Merkmale und Synthese von Fullerenen und schalenförmigen polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Grundzüge der Chemie von Fullerenen und Strukturen ausgewählter Derivate. Geschichte der Radioaktivität und moderne Radiochemie: Von der Entdeckung der Radioaktivität zur modernen Elementsynthese. Molekülgeometrie und Struktur: Das VSEPR Modell, ELF, hypervalente Verbindungen und ihre Anwendungen.				
	Lernform Vorlesung.				
Skript	Folien und ausgewählte Literatur werden via Moodle-Kurs zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Ausgewählte Artikel aus der Primärliteratur werden vorgestellt, kommentiert und zur Lektüre empfohlen.				
Voraussetzungen / Besonderes	FV I (gelesen im Herbstsemester) und FV II (gelesen im Frühjahrssemester) bauen nicht aufeinander auf. Die Reihenfolge der Belegung ist somit indifferent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>529-0078-00L</b>	<b>Fachdidaktik-Praktikum ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>A. Baertsch</b>
---------------------	---------------------------------	----------	-------------	-----------	--------------------

Kurzbeschreibung	Im Fachdidaktikpraktikum unterrichten die Studierenden 8 Lektionen an einem Gymnasium. Die Studierenden erproben aktivierende Unterrichtsformen, die in der Fachdidaktik vorgestellt werden und werten sie aus.
Lernziel	Die Studierenden können unterschiedliche didaktische Methoden im Unterricht einsetzen und erkennen die Details, die für eine erfolgreiche Umsetzung nötig sind.
Inhalt	In Absprache mit der Lehrperson unterrichten die Studierenden mit unterschiedlichen, lernwirksamen Methoden. Besprechungen vor und nach den Lektionen dienen der Planung und Verbesserung des Unterrichts. Die Studierenden sammeln die schriftliche Ausarbeitung und die Reflexionen zum Unterricht in einem Portfolio.
Skript	Konkrete Beispiele für Unterrichtsmethoden, die sich in Chemie bewährt haben, sind unter <a href="http://fdchemie.pbworks.com">http://fdchemie.pbworks.com</a> zugänglich.
Voraussetzungen / Besonderes	Das Fachdidaktikpraktikum kann erst nach dem Besuch von Fachdidaktik 1 und frühestens mit Fachdidaktik 2 durchgeführt werden (eine gleichzeitige Belegung von Fachdidaktik 2 und Fachdidaktikpraktikum ist möglich).

### ► Wahlpflicht

*siehe Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen*

#### Chemie Lehrdiplom - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Chemie Master

## ► Kernfächer

### ►► Anorganische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0134-01L	Functional Inorganics	W	6 KP	3G	M. Kovalenko, K. Kravchyk, T. Lippert, G. Raino
Kurzbeschreibung	This course covers the synthesis, properties and applications of inorganic materials. In particular, the focus is on photo-active coordination compounds, quasicrystals, nanocrystals (including nanowires), molecular precursors for inorganic materials and metal-organic frameworks.				
Lernziel	Understanding the structure-property relationship and the design principles of modern inorganic materials for prospective applications in photovoltaics, electrochemical energy storage (e.g. Li-ion batteries), thermoelectrics and photochemical and photoelectrochemical water splitting.				
Inhalt	(A) Introduction into the synthesis and atomic structure of modern molecular and crystalline inorganic materials. -Quasicrystals -Nanocrystals, including shape engineering -Molecular precursors (including organometallic and coordination compounds) for inorganic materials -Metal-organic frameworks -Photoactive molecules  (B) Applications of inorganic materials: -photovoltaics -Li-ion batteries -Thermoelectrics -Photochemical and photoelectrochemical water splitting -Light-emitting devices etc.				
Skript	will be distributed during lectures				
Literatur	will be suggested in the lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	No special knowledge beyond undergraduate curriculum				

### ► Projektarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0200-10L	Research Project I	W	13 KP	16A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students are accustomed to scientific work and they get to know one specific research field.				
529-0201-10L	Research Project II	W	13 KP	16A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students are accustomed to scientific work and they get to know one specific research field.				

### ► Industriepraktikum oder Praktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0202-00L	Industry Internship	W	13 KP		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Internship in industry with a minimum duration of 7 weeks				
Lernziel	The aim of the internship is to make students acquainted with industrial work environments. During this time, they will have the opportunity to get involved in current projects of the host institution.				

### ► Wahlfächer

*Den Studierenden stehen der Studienstufe angemessene chemische Lehrangebote des D-CHAB zur Auswahl offen (Zulassungsbedingungen beachten).*

### ►► Anorganische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0134-01L	Functional Inorganics	W	6 KP	3G	M. Kovalenko, K. Kravchyk, T. Lippert, G. Raino
Kurzbeschreibung	This course covers the synthesis, properties and applications of inorganic materials. In particular, the focus is on photo-active coordination compounds, quasicrystals, nanocrystals (including nanowires), molecular precursors for inorganic materials and metal-organic frameworks.				
Lernziel	Understanding the structure-property relationship and the design principles of modern inorganic materials for prospective applications in photovoltaics, electrochemical energy storage (e.g. Li-ion batteries), thermoelectrics and photochemical and photoelectrochemical water splitting.				
Inhalt	(A) Introduction into the synthesis and atomic structure of modern molecular and crystalline inorganic materials. -Quasicrystals -Nanocrystals, including shape engineering -Molecular precursors (including organometallic and coordination compounds) for inorganic materials -Metal-organic frameworks -Photoactive molecules  (B) Applications of inorganic materials: -photovoltaics -Li-ion batteries -Thermoelectrics -Photochemical and photoelectrochemical water splitting -Light-emitting devices etc.				
Skript	will be distributed during lectures				
Literatur	will be suggested in the lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	No special knowledge beyond undergraduate curriculum				

<b>529-0144-01L</b>	<b>NMR Spectroscopy in Inorganic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Verel</b>
Kurzbeschreibung	Theory and applications of NMR spectroscopy with a focus of its use to problems in Inorganic Chemistry. The use of the Bloch Equations to describe broadband and selective excitation, measurement techniques and processing strategies of NMR data, applications of NMR to the study of molecular structure, chemical exchange processes, diffusion spectroscopy, and solid-state NMR techniques.				
Lernziel	In depth understanding of both practical and theoretical aspects of solution and solid-state NMR and its application to problems in Inorganic Chemistry				
Inhalt	Selection of the following themes: 1. Bloch Equations and its use to understand broadband and selective pulses. 2. Measurement techniques and processing strategies of NMR data. 3. Applications of NMR to the study of molecular structure: Experiments and strategies to solve problems in Inorganic Chemistry. 4. Application of NMR to the study of chemical exchange processes. 5. Application of NMR to the study of self-diffusion and the determination of diffusion coefficients. 6. Differences and similarities between fundamental interactions in solution and solid-state NMR 7. Experimental techniques in solid-state NMR (Magic Angle Spinning, Cross Polarization, Decoupling and Recoupling Techniques, MQMAS) 8. The use of Dynamic Nuclear Polarization for the study of surfaces.				
Skript	A handout is provided during the lectures. It is expected that the students will consult the accompanying literature as specified during the lecture.				
Literatur	Specified during the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	529-0432-00 Physikalische Chemie IV: Magnetische Resonanz 529-0058-00 Analytische Chemie II (or equivalent)				
	The individual and in depth (literature) study of a theme related but separate from the themes presented during the lecture requires different competences compared to the ones which are tested during the oral exam. Therefore the students must give a presentation during the semester about a theme based on their study of the literature. A list of possible themes and corresponding literature will be provided during the lecture. The student presentation is a mandatory "pass/fail" element of the course and must be passed separately from the oral exam. If the presentation fails it will not be possible to pass the final exam. A renewed presentation is not required in case the oral exam has to be repeated.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
<b>529-0948-00L</b>	<b>Solid State Chemistry</b> <i>Belegung nur möglich bis 06.02.2024.</i> <i>Bevorzugung von Teilnehmenden, welche die Vorlesung «Inorganic Chemistry II» besucht haben.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>10P</b>	<b>M. Kovalenko, M. Kotyrba, S. Yakunin</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to single crystal growth with the Bridgman-Stockbarger technique and thin film preparation using melt processing and evaporation deposition. Physical characterization of single crystals and thin films.				
Lernziel	The practical laboratory course gives an insight into the growth of single crystals and their applications. Focus lies on the growth of semiconductor crystals, thin film preparation (melt & evaporation technique) of semiconducting materials and the measurement of their physical (optical & electronic) properties. Additionally, the complete work is documented in a detailed scientific report.				
Inhalt	The growth of perovskite (CsPbBr <sub>3</sub> ) semiconductor crystals using the Bridgman-Stockbarger technique as a model system for single crystals grown from the melt. Alternatively thin films derived over melt processing or via evaporation deposition are prepared. The preparation of crystals for physical measurements through cutting and polishing. Measuring optical characteristics (absorption) as well as electronic properties, including current-voltage (IV) measurements, time-of-flight, charge carrier recombination, charge extraction efficiencies, noise measurement and photodetection.				
Skript	Electronic version of the script will be provided.				
Literatur	All references in the script will be provided in .pdf-form, no other sources are needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Every participant works on 14 afternoons in a row (Tuesday - Thursday, 13:00 - 18:00) during the semester after being assigned to a group of two or three participants depending on the overall amount of participants. No further presence is demanded. Presence dates: 27.02. - 27.03.2024 28.02. - 28.03.2024 12.03. - 17.04.2024 20.03. - 25.04.2024 28.03. - 08.05.2024 11.04. - 16.05.2024 24.04. - 29.05.2024 25.04. - 30.05.2024  Preferences for the personal assignment can be considered.  Electronic enrollment is mandatory. (except ETH-external participants).  Safety concept: <a href="https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html">https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html</a>				
Kompetenzen	By enrolling in this lab course, students confirm to thoroughly study all safety information and follow instructions.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0142-00L</b>	<b>Advanced Organometallic and Coordination Chemistry: Learning from Nature and Industrial Processes</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lehrveranstaltung 529-0132-00L "Anorganische Chemie III: Metallorganische</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>V. Mougél, C. Copéret</b>



	<i>Chemie und Homogenkatalyse"</i>		
Kurzbeschreibung	This class will discuss advanced concepts in organometallic, bio-inorganic and coordination chemistry, in the context of homogeneous and heterogeneous catalysis as well as enzymatic processes. The class will thus cover a broad range of catalytic transformations focusing on the sustainable and efficient use of feedstock molecules, exploring the parallel between industrial and biological systems.		
Lernziel	Gain knowledge of catalytic transformations, relevant to processes found in industry and in Nature. Development of an extended molecular understanding of organometallic, bio-inorganic and coordination chemistry in relation to catalytic transformations.		
Inhalt	Specific focus will be given to key reactions such as alkane functionalization and homologation, olefin metathesis and polymerization, oxidation, processes related to conversion of C1 molecules (CH <sub>4</sub> and CO <sub>2</sub> ), CO/H <sub>2</sub> to hydrocarbons (Fischer-Tropsch) and N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> to ammonia (Haber-Bosch) as well as the corresponding enzymatic counterparts. The fundamental underlying principle of the associated elementary steps and reaction mechanisms involved in these processes, that include C-H activation, O/N-atom transfer reactions, N-N, C-O and C-C bond cleavage and formation will be discussed in details exploiting Molecular Orbital theory and spectroscopy.		
Skript	A script is provided on Ilias. It is expected that the students will consult the accompanying literature.		
Literatur	Books		
	1) R. Crabtree: the Organometallic Chemistry of Transition Metals – Wiley, 5th Edition		
	2) TA Albright, JB Burdett, MH Whangbo: Orbital Interactions in Chemistry – Wiley Interscience		
	3) Y. Jean: Molecular Orbitals of Transition Metal complexes – Oxford University Press		
	4) Bertini, Gray, Stiefel, Valentine: Biological Inorganic Chemistry – University Science Books		
Voraussetzungen / Besonderes	it is expected that students will have knowledge of AC-III or similar class/level.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

## ►► Materialwissenschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0941-00L</b>	<b>Introduction to Macromolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Opris, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	Basic definitions, types of polyreactions, constitution of homo- and copolymers, networks, configurative and conformational aspects, contour length, coil formation, mobility, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of and examples for polyreactions.				
Lernziel	Understanding the significance of molecular size, constitution, configuration and conformation of synthetic and natural macromolecules for their specific physical and chemical properties.				
Inhalt	This introductory course on macromolecular chemistry discusses definitions, introduces types of polyreactions, and compares chain and step-growth polymerizations. It also treats the constitution of polymers, homo- and copolymers, networks, configuration and conformation of polymers. Topics of interest are contour length, coil formation, the mobility in polymers, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of polyreactions, and examples for polyreactions (polyadditions, polycondensations, polymerizations). Selected polymerization mechanisms and procedures are discussed whenever appropriate throughout the course. Some methods of molecular weight determination are introduced.				
Skript	Course materials (consisting of personal notes and distributed paper copies) are sufficient for exam preparation.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be taught in English. Complicated expressions will also be given in German. Questions are welcome in English or German. The written examination will be in English, answers in German are acceptable. A basic chemistry knowledge is required.				
	PhD students who need recognized credit points are required to pass the written exam.				
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				

## ►► Wirtschafts- und Technikmanagement

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1008-00L	<b>Public Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Köthenbürger, T. Giommoni</b>
Kurzbeschreibung	Public Economics analyses the role of the government in the economy. In this course we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. Issues related to public goods, taxation, in particular the effects of tax policy on labor supply, entrepreneurship and innovation will be emphasized.				
Lernziel	The primary goal of the course is to familiarize students with the central concepts and principles of public economics. The course aims at providing a good understanding of theoretical work and how it may be applied to actual policy problems. Students will get a good overview of recent key contributions in the field and how these relate to empirical observations.				
Inhalt	Overview: The course Public Economics analyses the role of the government in the economy. In most developed countries, government activity is significant and ranges from public service provision, redistribution of incomes, regulation and taxation. In many cases, public expenditures are 30-40 percent of GDP. In the course, we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. We will repeatedly use real-world policy examples to allow students to apply their knowledge and to realize how effectively the knowledge can be used to understand and design public policy making.				
Kompetenzen	Organization: The course consists of four big building blocks, "externalities", "taxation", "political economy", and "social security". For each of the building blocks we will provide slides. There will be three problem sets and a written exam at the end of the course. Problem sets will not be graded. Credit points are given for passed exams only.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
Verhandlung				gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		

## ►► Chemische Aspekte von Energie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0507-00L	<b>Hands-on Electrochemistry for Energy Storage and Conversion Applications ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>6P</b>	<b>L. Gubler, E. Fabbri, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
	<i>Prerequisites: previous attendance of at least one of the following courses is mandatory:</i>				
	- 529-0659-00L Electrochemistry: Fundamentals, Cells & Applications				
	- 529-0440-00L Physical Electrochemistry and Electrocatalysis				
	- 151-0234-00L Electrochemical Energy Systems				
Kurzbeschreibung	The course will provide the students with hands-on laboratory experience in the field of electrochemistry, specifically within the context of energy related applications (i.e., Li-ion batteries, fuel cells and water electrolyzers).				
Lernziel	Solidify the students' theoretical knowledge of electrochemistry; apply these concepts in the context of energy-related applications; get the students acquainted with different electrochemical techniques, as well as with application-relevant materials and preparation methods.				
Inhalt	Day 1: Course introduction, electrochemistry refresher Day 2: Rotating disk electrode (RDE) studies Days 3 - 8: 3 x 2-day blocks of laboratory work (rotating assignments): - Lithium-ion batteries - Polymer electrolyte fuel cells - Water electrolysis cells Day 9: finalize data processing, prepare for oral presentation and exam Day 10 (at ETH): presentations and exam				
Skript	- The course material will be prepared and provided by the lecturers. - Students should bring their own laptop - Origin will be used for data treatment demonstration				
Literatur	References to academic publications of specific relevance to the experiments to be performed will be included within the courses' script				
Voraussetzungen / Besonderes	- Course language is english. - The course will take place at the Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen PSI (www.psi.ch). - The number of participants is limited to 15 (Master level students have priority over PhD students). - Students are encouraged to bring their own protective gear for the work in the lab (lab coat, safety goggles). If needed, this can also be provided, please contact the organizers in advance. - Participants need to be insured (health / accident insurance). - On-site accommodation at the PSI guesthouse (www.psi.ch/gaestehaus) is possible and will be arranged.				
	Admittance criterion: previous attendance of at least one of the following courses is mandatory: - 529-0659-00L Electrochemistry: Fundamentals, Cells & Applications - 529-0440-00L Physical Electrochemistry and Electrocatalysis - 151-0234-00L Electrochemical Energy Systems				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

## ►► Physikalische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0014-00L</b>	<b>Advanced Magnetic Resonance - Relaxation</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Ernst</b>
Kurzbeschreibung	The course is for advanced students and covers relaxation theory in magnetic resonance spectroscopy.				
Lernziel	The aim of the course is to familiarize students with the theory behind relaxation phenomena in magnetic resonance. Starting from a theoretical description of magnetic resonance, Redfield theory will be developed and applications to liquid-state and solid-state NMR will be discussed. In the end, students should be able to read and understand research publications in the field of magnetic resonance relaxation.				
Inhalt	The lecture will discuss Hamiltonian in Magnetic Resonance that are important for relaxation phenomena. Building on this, Redfield theory will be discussed and put into context with other relaxation theories used in Magnetic Resonance. To illustrate the working of Redfield theory, relaxation a simple two-spin model will be calculated in extensive detail. Building on this, selected topics from relaxation in liquids and solids are discussed so that at the end a reasonable overview of the field is given. Prerequisite: A basic knowledge of NMR, e.g. as covered in the Lecture Physical Chemistry IV, or the book by Malcolm Levitt.				
Skript	A script which covers the topics will be distributed in the lecture and will be accessible through the web page <a href="http://www.ssnmr.ethz.ch/education">http://www.ssnmr.ethz.ch/education</a>				
Literatur	J. Kowalewski, L. Mäler, Nuclear Spin Relaxation in Liquids, CRC Press, 2006. J. McConnell, The Theory of Nuclear Magnetic Relaxation in Liquids, Cambridge University Press, 2009.				
<b>529-0445-01L</b>	<b>Advanced Optics and Spectroscopy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Signorell, G. David</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to the interaction of light with nano- and microparticles followed by an overview of applications of current interest. Examples range from nanoparticles for medical applications and sensing to the role of the interaction of solar radiation with aerosol particles and cloud droplets for the climate.				
Lernziel	The students will be introduced to the basic concepts of the interaction of light with nano- and microparticles. The combination of basic concepts with different applications will enable students to apply their knowledge to new problems in various fields where nanoscale objects play a role.				
Inhalt	Light interacts surprisingly differently with small particles than with bulk or with gas phase materials. The first part of the course provides a basic but rigorous introduction into the interaction of light with nano- and microparticles. The emphasis is on the classical treatment of absorption and scattering of light by small particles. The strengths and limits of this conventional approach will be discussed. The second part of the course is devoted to a broad range of applications. Here topics include: Plasmon resonances in metallic systems, metallo-dielectric nanoparticles for medical applications, the use of lasers for optical trapping and characterization of single particles, vibrational excitons in dielectric nanoparticles, interaction of light with aerosol particles and cloud droplets for remote sensing applications and climate predictions, characterization of ultrafine aerosol particles by photoemission using velocity map imaging.				
Skript	will be distributed during the course				
Literatur	Basics: Absorption and Scattering of Light by Small Particles, C. F. Bohren and D. R. Huffman, John Wiley & Sons, Inc.  Applications: References will be provided during the course.				

## ►► Analytische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft

<b>529-0042-00L</b>	<b>Structure Elucidation by NMR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-O. Ebert</b>
Kurzbeschreibung	Structure Elucidation of Complex Organic Molecules by NMR				
Lernziel	Structure elucidation of complex organic molecules (including peptides, oligosaccharides and oligonucleotides) by advanced 1D and 2D NMR spectroscopy: Finding the constitution, rel. configuration and the conformation of an unknown molecule. The emphasis of the course is on the selection of optimal strategies for the solution of a given problem. Discussing and solving these problems by the combined application of various 2D methods form an important part of the course. This also includes the use of state-of-the-art methods for computer assisted structure elucidation (CASE) and chemical shift prediction.				

Inhalt	Important experiments for structure elucidation. Finding the optimal strategy for a given problem. Spectral processing for optimal results. Spectral interpretation. Assignment strategies for complex molecules. Common Artefacts. Computer assisted structure elucidation incl. introduction to relevant software and hands-on application. Chemical shift prediction. Discussion of challenging problem sets during class.		
Skript	Scripts (in English) are distributed in the course		
Literatur	"T.D.W. Claridge, High Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry, Pergamon Press, 1999. (NMR Teil)		
	Further reading and citations are listed in the script.		
Voraussetzungen / Besonderes	The course language is English. Required level: Courses in analytical chemistry of the 2nd year or equivalent.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft gefördert gefördert

## ►► Organische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.				
Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.				
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.				
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.				
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.				
<b>529-0077-00L</b>	<b>Biosynthesis of Fragrant and Medicinal Natural Products</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Flachsmann</b>
Kurzbeschreibung	Natural products from a biosynthetic perspective. You will learn how living cells make terpenoids, fatty acids, polyketides and alkaloids, exemplified with fragrant molecules and pharmaceutically active natural products (with many examples to smell). The course requires a solid background in synthetic organic chemistry and includes regular exercises.				
Lernziel	At the end of the course, you will be able to formulate educated biogenetic hypotheses on any natural product.				
Inhalt	Terpenes – Saturated and unsaturated fatty acids and derived products – Polyketides – Shikimates – Alkaloids.				
Skript	P. Dewick, Medicinal Natural Products, 3rd edition, und PDF Handouts des Dozenten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Umweltchemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0052-00L</b>	<b>Concepts and Tools for Sustainable Chemicals Manufacture</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. J. Mitchell, G. Guillén Gosálbez, J. Pérez-Ramírez</b>
Kurzbeschreibung	Sustainable chemistry embodies the design and efficient manufacture of chemicals from abundant and renewable raw materials using routes that minimize energy requirements, avoid damaging the environment and human health, and are economically viable. It is a powerful tool to help society achieve several of the Sustainable Development Goals identified by the United Nations.				
Lernziel	This course introduces tools to design and evaluate sustainable routes for chemicals and materials manufacture. You will understand approaches to process design and optimization, from the molecular to the planet level, and learn the fundamentals of sustainable chemistry.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to green versus sustainable chemistry</li> <li>- Lifecycle analysis</li> <li>- Corporate sustainability</li> <li>- Alternative carbon sources</li> <li>- Catalytic processes</li> <li>- Chemical fate and toxicological effects</li> <li>- Role of finances</li> <li>- Industrial view</li> <li>- Ethics</li> </ul> <p>Each topic will be presented by a lecturer or guest speaker with relevant expertise.</p>		
Skript	Course content based on slides		
Literatur	Klöpffer, W., Grahl, B. Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice, Wiley (2014)		
Voraussetzungen / Besonderes	No special knowledge beyond the undergraduate curriculum in Chemistry or Chemical Engineering. Students wishing to attend the course from other backgrounds should contact the lecturers to discuss the fit.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Informatikgestützte Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0150-00L</b>	<b>Digital Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Jorner</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the topic of digital chemistry, an emerging interdisciplinary field that intersects machine learning, cheminformatics, computational chemistry and software development. In contrast to specialized courses on these separate topics, this course focuses on how to combine the best tools and approaches of each field to solve chemical problems.				
Lernziel	Students will gain fundamental knowledge of digital chemistry and will be well-prepared to engage with subject specialists in academia or industry. They will know how to work with and visualize chemical data and train predictive and generative machine learning models. Students will learn how to apply critical thinking and sound skepticism to build well-grounded and validated models. By completing a hands-on project, students will get practical experience of leading a machine learning project from start to finish.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Introduction to Python for chemists</li> <li>-Practical cheminformatics</li> <li>-Introduction to data curation, extraction, and management</li> <li>-Generating representations and simulated data with computational chemistry methods</li> <li>-Classical supervised and unsupervised machine learning</li> <li>-Advanced machine learning: neural networks, graph models, language models</li> <li>-Explainable AI</li> <li>-Applications of digital chemistry to property and reaction prediction, molecular design and experimental design</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be provided.				
Literatur	The course is based on the lectures notes, and accompanying code notebooks, but the following books can be used as reference: <ul style="list-style-type: none"> <li>- K. A. Tanemura, D. Sierra-Costa, K. M. Merz Jr., Python for Chemists</li> <li>- J. P. Janet, H. J. Kulik, Machine Learning in Chemistry</li> <li>- G. M. Jones, B. Story, V. Maroulas, K. D. Vogiatzis, Molecular Representations for Machine Learning</li> <li>-S. Raschka, Y. Liu, V. Mirjalili, Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn</li> <li>-A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 3rd Edition</li> <li>-A. D. White, Deep Learning for Molecules &amp; Materials</li> <li>-G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning</li> <li>-T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning</li> <li>-Y. S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail, H.-T. Lin, Learning From Data</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming skills, basic knowledge of chemistry				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0500-10L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>25 KP</b>	<b>54D</b>	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
	<i>Dauer der Masterarbeit 20 Wochen.</i>				
Kurzbeschreibung	In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master thesis is usually carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

## ► Wissenschaft im Kontext

	<i>Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB</i>
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH</i>
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung</i>

## ► Auflagen-Lerneinheiten

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0051-AAL	<b>Analytical Chemistry I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	3 KP	6R	D. Günther, R. Zenobi
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction into the most important spectroscopical methods and their applications to gain structural information.				
Lernziel	Knowledge about the necessary theoretical background of spectroscopical methods and their practical applications				
Inhalt	Application oriented basics of organic and inorganic instrumental analysis and of the empirical employment of structure elucidation methods: Mass spectrometry: Ionization methods, mass separation, isotope signals, rules of fragmentation, rearrangements. NMR spectroscopy: Experimental basics, chemical shift, spin-spin coupling. IR spectroscopy: Revisiting topics like harmonic oscillator, normal vibrations, coupled oscillating systems (in accordance to the basics of the related lecture in physical chemistry); sample preparation, acquisition techniques, law of Lambert and Beer, interpretation of IR spectra; Raman spectroscopy. UV/VIS spectroscopy: Basics, interpretation of electron spectra. Circular dichroism (CD) und optical rotation dispersion (ORD). Atomic absorption, emission, and X-ray fluorescence spectroscopy: Basics, sample preparation.				
Skript	Script will be provided for factory costs.				
Literatur	- R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto, H. M. Widmer (Eds.) Analytical Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 1998; - D. A. Skoog und J. J. Leary, Instrumentelle Analytik, Springer, Heidelberg, 1996; - M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie, 5. überarbeitete Auflage, Thieme, Stuttgart, 1995 - E. Pretsch, P. Bühlmann, C. Afholter, M. Badertscher, Spektroskopische Daten zur Strukturaufklärung organischer Verbindungen, 4. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2001- Kläntschli N., Lienemann P., Richner P., Vonmont H: Elementaranalytik. Instrumenteller Nachweis und Bestimmung von Elementen und deren Verbindungen. Spektrum Analytik, 1996, Hardcover, 339 S., ISBN 3-86025-134-1.				
Voraussetzungen / Besonderes	Exercices are integrated in the lectures. In addition, attendance in the lecture 529-0289-00 "Instrumental analysis of organic compounds" (4th semester) is recommended.				
529-0058-AAL	<b>Analytical Chemistry II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	3 KP	6R	D. Günther, D. Bleiner, M.-O. Ebert, G. Schwarz, R. Zenobi
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Enhanced knowledge about the elemental analysis and spectroscopical techniques with close relation to practical applications. This course is based on the knowledge from analytical chemistry I. Separation methods are included.				
Lernziel	Use and applications of the elemental analysis and spectroscopical knowledge to solve relevant analytical problems.				
Inhalt	Combined application of spectroscopic methods for structure determination, and practical application of element analysis. More complex NMR methods: recording techniques, application of exchange phenomena, double resonance, spin-lattice relaxation, nuclear Overhauser effect, applications of experimental 2d and multipulse NMR spectroscopy, shift reagents. Application of chromatographic and electrophoretic separation methods: basics, working technique, quality assessment of a separation method, van-Deemter equation, gas chromatography, liquid chromatography (HPLC, ion chromatography, gel permeation, packing materials, gradient elution, retention index), electrophoresis, electroosmotic flow, zone electrophoresis, capillary electrophoresis, isoelectrical focussing, electrochromatography, 2d gel electrophoresis, SDS-PAGE, field flow fractionation, enhanced knowledge in atomic absorption spectroscopy, atomic emission spectroscopy, X-ray fluorescence spectroscopy, ICP-OES, ICP-MS.				
Literatur	general: R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto, H. M. Widmer (Eds.) Analytical Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 1998; XRF: R. Schramm, X-Ray Fluorescence Analysis: Practical and Easy, Fluxana, Kleve, 2012; ICP-MS: R. Thomas, Practical Guide to ICP-MS - A Tutorial for beginners, 3rd Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2013 (especially: chapters 1-15, 19 and 21). Separation methods: S. Ahuja (Ed.), Chromatography and Separation Science, Volume 4 of series "Separation Science and Technology", Elsevier Academic Press, San Diego, 2003. K. Robards, P. R. Haddad, and P. E. Jackson, Principle and Practise of Modern Chromatographic Methods, Academic Press, London, 1994. F. Foret, L. Krivankova, and P. Bocek, Capillary Zone Electrophoresis, VCH, Weinheim (1993)				
Voraussetzungen / Besonderes	None.				
529-0132-AAL	<b>Inorganic Chemistry III: Organometallic Chemistry and Homogeneous Catalysis</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	4 KP	9R	C. Copéret
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
	<i>Dieser Kurs beinhaltet keine eigene Vorlesung, sondern bezieht sich auf die Vorlesung 529-0132-00L.</i>				
Kurzbeschreibung	Fundamental aspects of the organometallic chemistry of the transition elements. Mechanistic homogeneous catalysis including oxidative additions, reductive eliminations and insertion reactions. Catalytic hydrogenation, carbonylation, C-C bond-forming and related reactions.				
Lernziel	Towards an understanding of the fundamental coordination-chemical and mechanistic aspects of transition-metal chemistry relevant to homogeneous catalysis.				
Inhalt	Fundamental aspects of the organometallic chemistry of the transition elements. Mechanistic homogeneous catalysis including oxidative additions, reductive eliminations and insertion reactions. Catalytic hydrogenation, carbonylation, C-C bond-forming and related reactions.				

- Literatur 1) Robert H. Crabtree, The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, 6th Edition, Wiley, 2014, ISBN: 978-1-118-13807-6. A relatively concise but excellent introduction to organometallic chemistry. Strong textbook character, available as E-book
- 2) John F. Hartwig, Organotransition Metal Chemistry. From Bonding to Catalysis, University Science Books, 2010, ISBN: 978-1-891389-53-5. A more comprehensive standard work on organometallic chemistry. Several chapters written by various authors, partly specialized review-article style.

<b>529-0431-AAL</b>	<b>Physical Chemistry III: Molecular Quantum Mechanics E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>F. Merkt</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>			
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>			
Kurzbeschreibung	Postulates of quantum mechanics, operator algebra, Schrödinger's equation, state functions and expectation values, matrix representation of operators, particle in a box, tunneling, harmonic oscillator, molecular vibrations, angular momentum and spin, generalised Pauli principle, perturbation theory, electronic structure of atoms and molecules, Born-Oppenheimer approximation.			
Lernziel	This is an introductory course in quantum mechanics. The course starts with an overview of the fundamental concepts of quantum mechanics and introduces the mathematical formalism. The postulates and theorems of quantum mechanics are discussed in the context of experimental and numerical determination of physical quantities. The course develops the tools necessary for the understanding and calculation of elementary quantum phenomena in atoms and molecules.			
Inhalt	Postulates and theorems of quantum mechanics: operator algebra, Schrödinger's equation, state functions and expectation values. Linear motions: free particles, particle in a box, quantum mechanical tunneling, the harmonic oscillator and molecular vibrations. Angular momentum: electronic spin and orbital motion, molecular rotations. Electronic structure of atoms and molecules: the Pauli principle, angular momentum coupling, the Born-Oppenheimer approximation. Variational principle and perturbation theory. Discussion of bigger systems (solids, nano-structures).			
Literatur	P.W. Atkins, R.S. Friedman: Molecular Quantum Mechanics, 5th Edition, Oxford University Press 2010, ISBN 978-0-19-954142-3.			
	J.S. Townsend: A Modern Approach to Quantum Mechanics, 2nd Edition, University Science Books 2012, ISBN 978-1-89-138-978-8.			

<b>529-0432-AAL</b>	<b>Physical Chemistry IV: Magnetic Resonance E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>G. Jeschke, M. Ernst</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>			
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>			
Kurzbeschreibung	Theoretical foundations of magnetic resonance (NMR,EPR) and selected applications.			
Lernziel	Introduction to magnetic resonance in isotropic and anisotropic phase.			
Inhalt	The course gives an introduction to magnetic resonance spectroscopy (NMR and EPR) in liquid, liquid crystalline and solid phase. It starts from a classical description in the framework of the Bloch equations. The implications of chemical exchange are studied and two-dimensional exchange spectroscopy is introduced. An introduction to Fourier spectroscopy in one and two dimensions is given and simple 'pulse trickery' is described. A quantum-mechanical description of magnetic resonance experiments is introduced and the spin Hamiltonian is derived. The chemical shift term as well as the scalar, dipolar and quadrupolar terms are discussed. The product-operator formalism is introduced and various experiments are described, e.g. polarization transfer. Applications in chemistry, biology, physics and medicine, e.g. determination of 3D molecular structure of dissolved molecules, determination of the structure of paramagnetic compounds and imaging (MRI) are presented.			
Skript	handed out in the lecture (in english)			
Literatur	see <a href="http://www.ssnmr.ethz.ch/education/PC_IV_Lecture">http://www.ssnmr.ethz.ch/education/PC_IV_Lecture</a>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert

## ► Kompensationsfach

### ►► Physikalische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0445-01L</b>	<b>Advanced Optics and Spectroscopy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Signorell, G. David</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to the interaction of light with nano- and microparticles followed by an overview of applications of current interest. Examples range from nanoparticles for medical applications and sensing to the role of the interaction of solar radiation with aerosol particles and cloud droplets for the climate.				
Lernziel	The students will be introduced to the basic concepts of the interaction of light with nano- and microparticles. The combination of basic concepts with different applications will enable students to apply their knowledge to new problems in various fields where nanoscale objects play a role.				
Inhalt	Light interacts surprisingly differently with small particles than with bulk or with gas phase materials. The first part of the course provides a basic but rigorous introduction into the interaction of light with nano- and microparticles. The emphasis is on the classical treatment of absorption and scattering of light by small particles. The strengths and limits of this conventional approach will be discussed. The second part of the course is devoted to a broad range of applications. Here topics include: Plasmon resonances in metallic systems, metallo-dielectric nanoparticles for medical applications, the use of lasers for optical trapping and characterization of single particles, vibrational excitons in dielectric nanoparticles, interaction of light with aerosol particles and cloud droplets for remote sensing applications and climate predictions, characterization of ultrafine aerosol particles by photoemission using velocity map imaging.				
Skript	will be distributed during the course				

**Chemie Master - Legende für Typ**

W	Wählbar für KP	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Chemie- und Bioingenieurwissenschaften Master

## ► Kernfächer

### ►► Produkte und Materialien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0610-01L</b>	<b>Interface Engineering of Materials</b>	<b>W+</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C.-J. Shih</b>
Kurzbeschreibung	Advances in interface engineering, the control of molecular and charge behaviour between two phases, are driving the development of new technologies across many industrial and scientific fields. This course will review the fundamental engineering concepts required to analyse and solve problems at liquid-solid and solid-solid interfaces.				
Lernziel	Introduce the students to the engineering principles of energy, mass, and electron transport at the liquid-solid and solid-solid interfaces, for the applications in materials processing and electronic devices.				
Inhalt	PART A: Solid-Liquid Interface Chapter 1: Interface Phenomena Chapter 2: Crystallization and Crystal Growth Chapter 3: Electrical Double Layer Chapter 4: Electroosmotic Flow PART B: Solid-Solid Interface Chapter 5: Fundamentals of Electronic Materials Chapter 6: Junction Characteristics Chapter 7: Solar Cells and Light Emitting Diodes Chapter 8: Field-Effect Transistors				
Literatur	Hiemenz P.C., Rajagopalan R., Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd Edition. Deen W.M., Analysis of Transport Phenomena, 2nd Edition. Sze S.M. and Ng K.K., Physics of Semiconductor Devices, 3rd Edition.				
Voraussetzungen / Besonderes	Engineering Mathematics, Transport Phenomena, Undergraduate Physical Chemistry				

### ► Projektarbeit oder Industriepraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0300-10L</b>	<b>Research Project</b>	<b>W</b>	<b>13 KP</b>	<b>16A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	First contact with experimental techniques of chemical engineering in a research group. Critical evaluation and presentation of the results in a scientific report.				
Inhalt	This laboratory project is organised during the spring vacation before the sixth semester. The participant can choose his topic from the list of projects suggested. Main emphasis during this research work is to get experience in using different engineering tools and evaluation and the interpretation of the results. Those are presented as a scientific report.				
<b>529-0301-00L</b>	<b>Industry Internship</b>	<b>W</b>	<b>13 KP</b>		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Internship in industry with a minimum duration of 7 weeks				
Lernziel	The aim of the internship is to make students acquainted with industrial work environments. During this time, they will have the opportunity to get involved in current projects of the host institution.				

## ► Wahlfächer

### ►► Produkte und Materialien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0610-01L</b>	<b>Interface Engineering of Materials</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C.-J. Shih</b>
Kurzbeschreibung	Advances in interface engineering, the control of molecular and charge behaviour between two phases, are driving the development of new technologies across many industrial and scientific fields. This course will review the fundamental engineering concepts required to analyse and solve problems at liquid-solid and solid-solid interfaces.				
Lernziel	Introduce the students to the engineering principles of energy, mass, and electron transport at the liquid-solid and solid-solid interfaces, for the applications in materials processing and electronic devices.				
Inhalt	PART A: Solid-Liquid Interface Chapter 1: Interface Phenomena Chapter 2: Crystallization and Crystal Growth Chapter 3: Electrical Double Layer Chapter 4: Electroosmotic Flow PART B: Solid-Solid Interface Chapter 5: Fundamentals of Electronic Materials Chapter 6: Junction Characteristics Chapter 7: Solar Cells and Light Emitting Diodes Chapter 8: Field-Effect Transistors				
Literatur	Hiemenz P.C., Rajagopalan R., Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd Edition. Deen W.M., Analysis of Transport Phenomena, 2nd Edition. Sze S.M. and Ng K.K., Physics of Semiconductor Devices, 3rd Edition.				
Voraussetzungen / Besonderes	Engineering Mathematics, Transport Phenomena, Undergraduate Physical Chemistry				
<b>529-0135-00L</b>	<b>Cook and Look: Watching Functional Materials in Situ</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>M. Nachtegaal, D. Ferri, O. Safonova, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	Hands-on course on in situ spectroscopies (x-ray, infrared, Raman) and x-ray diffraction for understanding the structure of functional materials.				
Lernziel	Thorough understanding of available state-of-the-art spectroscopies for the characterization of the structure of functional materials under in situ conditions. Problem solving strategies and reporting in a scientific format. To learn the basics of spectroscopic data analysis.				

Inhalt	This course will introduce state-of-the art synchrotron techniques (x-ray absorption and emission spectroscopies, x-ray diffraction) as well as complementary infrared and Raman spectroscopies for the characterization of functional materials, such as catalysts, under operating (in situ) conditions. On the 'cook' days, each technique will be introduced by a lecture, after which samples will be 'cooked' (sample preparation, building in situ setup, and measurement). This will be followed by a 'look' day where the collected data will be analyzed. Principles of x-ray data treatment, including Fourier transformation, will be introduced.				
Skript	A course manual with in depth background information will be distributed before the course.				
Literatur	Will be suggested in the course manual and made available during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place at the Swiss Light Source, at the Paul Scherrer Institut. Students will be housed for several nights in the guest house. You are required to contact the organizers upon registration since beamtime and housing has to be reserved well in advance.				
<b>529-0052-00L</b>	<b>Concepts and Tools for Sustainable Chemicals Manufacture</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. J. Mitchell, G. Guillén Gosálbez, J. Pérez-Ramírez</b>
Kurzbeschreibung	Sustainable chemistry embodies the design and efficient manufacture of chemicals from abundant and renewable raw materials using routes that minimize energy requirements, avoid damaging the environment and human health, and are economically viable. It is a powerful tool to help society achieve several of the Sustainable Development Goals identified by the United Nations.				
Lernziel	This course introduces tools to design and evaluate sustainable routes for chemicals and materials manufacture. You will understand approaches to process design and optimization, from the molecular to the planet level, and learn the fundamentals of sustainable chemistry.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to green versus sustainable chemistry</li> <li>- Lifecycle analysis</li> <li>- Corporate sustainability</li> <li>- Alternative carbon sources</li> <li>- Catalytic processes</li> <li>- Chemical fate and toxicological effects</li> <li>- Role of finances</li> <li>- Industrial view</li> <li>- Ethics</li> </ul> <p>Each topic will be presented by a lecturer or guest speaker with relevant expertise.</p>				
Skript	Course content based on slides				
Literatur	Klöppfer, W., Grahl, B. Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice, Wiley (2014)				
Voraussetzungen / Besonderes	No special knowledge beyond the undergraduate curriculum in Chemistry or Chemical Engineering. Students wishing to attend the course from other backgrounds should contact the lecturers to discuss the fit.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0948-00L</b>	<b>Solid State Chemistry</b> <i>Belegung nur möglich bis 06.02.2024. Bevorzugung von Teilnehmenden, welche die Vorlesung «Inorganic Chemistry II» besucht haben.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>10P</b>	<b>M. Kovalenko, M. Kotyrba, S. Yakunin</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to single crystal growth with the Bridgman-Stockbarger technique and thin film preparation using melt processing and evaporation deposition. Physical characterization of single crystals and thin films.				
Lernziel	The practical laboratory course gives an insight into the growth of single crystals and their applications. Focus lies on the growth of semiconductor crystals, thin film preparation (melt & evaporation technique) of semiconducting materials and the measurement of their physical (optical & electronic) properties. Additionally, the complete work is documented in a detailed scientific report.				
Inhalt	The growth of perovskite (CsPbBr <sub>3</sub> ) semiconductor crystals using the Bridgman-Stockbarger technique as a model system for single crystals grown from the melt. Alternatively thin films derived over melt processing or via evaporation deposition are prepared. The preparation of crystals for physical measurements through cutting and polishing. Measuring optical characteristics (absorption) as well as electronic properties, including current-voltage (IV) measurements, time-of-flight, charge carrier recombination, charge extraction efficiencies, noise measurement and photodetection.				
Skript	Electronic version of the script will be provided.				
Literatur	All references in the script will be provided in .pdf-form, no other sources are needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Every participant works on 14 afternoons in a row (Tuesday - Thursday, 13:00 - 18:00) during the semester after being assigned to a group of two or three participants depending on the overall amount of participants. No further presence is demanded. Presence dates: 27.02. - 27.03.2024 28.02. - 28.03.2024 12.03. - 17.04.2024 20.03. - 25.04.2024 28.03. - 08.05.2024 11.04. - 16.05.2024 24.04. - 29.05.2024 25.04. - 30.05.2024				
	Preferences for the personal assignment can be considered.				
	Electronic enrollment is mandatory. (except ETH-external participants).				
	Safety concept: <a href="https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html">https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html</a>				
	By enrolling in this lab course, students confirm to thoroughly study all safety information and follow instructions.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Bioverfahrenstechnik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0324-00L	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using bakers yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	- obtain an overview of global analytical methods - obtain an overview of computational methods in systems biology - understand the concepts of systems biology				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				
Literatur	The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:  - Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005				

## ►► Umwelt und Energy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0191-01L	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

529-0507-00L	<b>Hands-on Electrochemistry for Energy Storage and Conversion Applications ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>6P</b>	<b>L. Gubler, E. Fabbri, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
	<i>Prerequisites: previous attendance of at least one of the following courses is mandatory:</i> - 529-0659-00L <i>Electrochemistry: Fundamentals, Cells &amp; Applications</i> - 529-0440-00L <i>Physical Electrochemistry and Electrocatalysis</i> - 151-0234-00L <i>Electrochemical Energy Systems</i>				
Kurzbeschreibung	The course will provide the students with hands-on laboratory experience in the field of electrochemistry, specifically within the context of energy related applications (i.e., Li-ion batteries, fuel cells and water electrolyzers).				
Lernziel	Solidify the students' theoretical knowledge of electrochemistry; apply these concepts in the context of energy-related applications; get the students acquainted with different electrochemical techniques, as well as with application-relevant materials and preparation methods.				
Inhalt	Day 1: Course introduction, electrochemistry refresher Day 2: Rotating disk electrode (RDE) studies Days 3 - 8: 3 x 2-day blocks of laboratory work (rotating assignments): - Lithium-ion batteries - Polymer electrolyte fuel cells - Water electrolysis cells Day 9: finalize data processing, prepare for oral presentation and exam Day 10 (at ETH): presentations and exam				
Skript	- The course material will be prepared and provided by the lecturers. - Students should bring their own laptop - Origin will be used for data treatment demonstration				
Literatur	References to academic publications of specific relevance to the experiments to be performed will be included within the courses' script				

- Voraussetzungen /  
Besonderes
- Course language is english.
  - The course will take place at the Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen PSI ([www.psi.ch](http://www.psi.ch)).
  - The number of participants is limited to 15 (Master level students have priority over PhD students).
  - Students are encouraged to bring their own protective gear for the work in the lab (lab coat, safety goggles). If needed, this can also be provided, please contact the organizers in advance.
  - Participants need to be insured (health / accident insurance).
  - On-site accommodation at the PSI guesthouse ([www.psi.ch/gaestehaus](http://www.psi.ch/gaestehaus)) is possible and will be arranged.

Admittance criterion: previous attendance of at least one of the following courses is mandatory:

- 529-0659-00L Electrochemistry: Fundamentals, Cells & Applications
- 529-0440-00L Physical Electrochemistry and Electrocatalysis
- 151-0234-00L Electrochemical Energy Systems

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Anlage- und Verfahrenstechnik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0941-00L</b>	<b>Introduction to Macromolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Opris, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	Basic definitions, types of polyreactions, constitution of homo- and copolymers, networks, configurative and conformational aspects, contour length, coil formation, mobility, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of and examples for polyreactions.				
Lernziel	Understanding the significance of molecular size, constitution, configuration and conformation of synthetic and natural macromolecules for their specific physical and chemical properties.				
Inhalt	This introductory course on macromolecular chemistry discusses definitions, introduces types of polyreactions, and compares chain and step-growth polymerizations. It also treats the constitution of polymers, homo- and copolymers, networks, configuration and conformation of polymers. Topics of interest are contour length, coil formation, the mobility in polymers, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of polyreactions, and examples for polyreactions (polyadditions, polycondensations, polymerizations). Selected polymerization mechanisms and procedures are discussed whenever appropriate throughout the course. Some methods of molecular weight determination are introduced.				
Skript	Course materials (consisting of personal notes and distributed paper copies) are sufficient for exam preparation.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be taught in English. Complicated expressions will also be given in German. Questions are welcome in English or German. The written examination will be in English, answers in German are acceptable. A basic chemistry knowledge is required.				
	PhD students who need recognized credit points are required to pass the written exam.				

<b>529-0017-00L</b>	<b>Chemometrics and Machine Learning for Chemical Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Butté</b>
Kurzbeschreibung	This course will offer a broad overview on several statistical techniques that can be applied in the field of (bio)chemical engineering for process modeling and experimental design. During the course, the student will be initially given basic statistical notions (variance, covariance, p-values, etc.), followed by an overview of the main so-called chemometric techniques, with particular focus on mu				
Lernziel	The course has the following objectives: 1. Introduce the student to the main statistical techniques that are typically used for research and industrial purposes, while emphasizing on the role that machine learning will play in the future. Several application examples from (bio)chemical engineering will be provided. 2. Provide some guidance to the choice of the statistical tools for different purposes, and to the pros and cons of such choice. 3. Provide major insights into such techniques, so to avoid most common errors and misuse of such techniques. 4. To some extent, demystify machine learning techniques as simple solution to all problems, highlight major limitations of such techniques when applied to (bio)chemical processes, and discuss the importance of integrating such techniques with theoretical knowledge.				
Inhalt	Lecture contents: 1. Course motivation and Fundamentals of Statistics 2. Linear regressions (incl lasso and ridge) 3. From Process Data to PCA 4. PLS (comparing also with PCR) 5. PLS (and PLS2) variable importance and advanced interpretation 6. Machine learning: general intro, supervised & unsupervised clustering, decision trees 7. Random Forests and Support Vector Machines 8. Artificial Neural Networks (ANN) and their Variants 9. Gaussian Processes (theory, application for regression, missing data) 10. Hybrid Models: Intro 11. Hybrid Models: Advanced application of Hybrid Models 12. Kalman filtering 13. Model-based experimental design versus classical DoE				
Skript	Before each class, the student will receive a PowerPoint presentation with the lecture. In the third hour of the lecture, an exercise will be presented to the students. The students are asked to solve the exercise in groups. The exercise will require the numerical solution of some problems using Matlab (or equivalent software). All main functions for the solution will be supplied. The solution of the exercise will be discussed during the next class.				
Literatur	1. Practical Guide To Chemometrics, by Paul Gemperline (Editor), ISBN-13: 978-1574447835 2. Multivariate Analysemethoden, by Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (Authors), ISBN-13: 978-3-662-46076-4. 3. Machine Learning Engineering, by Andriy Burkov (Authors), ISBN-13: 978-1999579579				
Voraussetzungen / Besonderes	Numerical and statistical methods for chemical engineers.				

## ►► Wirtschafts- und Technikmanagement

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-1008-00L</b>	<b>Public Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Köthenbürger, T. Giommoni</b>
Kurzbeschreibung	Public Economics analyses the role of the government in the economy. In this course we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. Issues related to public goods, taxation, in particular the effects of tax policy on labor supply, entrepreneurship and innovation will be emphasized.				
Lernziel	The primary goal of the course is to familiarize students with the central concepts and principles of public economics. The course aims at providing a good understanding of theoretical work and how it may be applied to actual policy problems. Students will get a good overview of recent key contributions in the field and how these relate to empirical observations.				

Inhalt	<p>Overview: The course Public Economics analyses the role of the government in the economy. In most developed countries, government activity is significant and ranges from public service provision, redistribution of incomes, regulation and taxation. In many cases, public expenditures are 30-40 percent of GDP. In the course, we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. We will repeatedly use real-world policy examples to allow students to apply their knowledge and to realize how effectively the knowledge can be used to understand and design public policy making.</p> <p>Organization: The course consists of four big building blocks, "externalities", "taxation", "political economy", and "social security". For each of the building blocks we will provide slides. There will be three problem sets and a written exam at the end of the course. Problem sets will not be graded. Credit points are given for passed exams only.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Modellierung und Simulation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0207-00L</b>	<b>Theory and Modeling of Reactive Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. E. Frouzakis, I. Mantzaras</b>
Kurzbeschreibung	The course first reviews the governing equations and combustion chemistry, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Catalytic combustion and its coupling with homogeneous combustion are dealt in detail, and turbulent combustion modeling approaches are presented. Available numerical codes will be used for modeling.				
Lernziel	Theory of combustion with numerical applications				
Inhalt	The analysis of realistic reactive flow systems necessitates the use of detailed computer models that can be constructed starting from first principles i.e. thermodynamics, fluid mechanics, chemical kinetics, and heat and mass transport. In this course, the focus will be on combustion theory and modeling. The reacting flow governing equations and the combustion chemistry are firstly reviewed, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Heterogeneous (catalytic) combustion, an area of increased importance in the last years, will be dealt in detail along with its coupling with homogeneous combustion. Finally, approaches for the modeling of turbulent combustion will be presented. Available numerical codes will be used to compute the above described phenomena. Familiarity with numerical methods for the solution of partial differential equations is expected.				
Skript	Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	NEW course				
<b>529-0150-00L</b>	<b>Digital Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Jorner</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the topic of digital chemistry, an emerging interdisciplinary field that intersects machine learning, cheminformatics, computational chemistry and software development. In contrast to specialized courses on these separate topics, this course focuses on how to combine the best tools and approaches of each field to solve chemical problems.				
Lernziel	Students will gain fundamental knowledge of digital chemistry and will be well-prepared to engage with subject specialists in academia or industry. They will know how to work with and visualize chemical data and train predictive and generative machine learning models. Students will learn how to apply critical thinking and sound skepticism to build well-grounded and validated models. By completing a hands-on project, students will get practical experience of leading a machine learning project from start to finish.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Introduction to Python for chemists</li> <li>-Practical cheminformatics</li> <li>-Introduction to data curation, extraction, and management</li> <li>-Generating representations and simulated data with computational chemistry methods</li> <li>-Classical supervised and unsupervised machine learning</li> <li>-Advanced machine learning: neural networks, graph models, language models</li> <li>-Explainable AI</li> <li>-Applications of digital chemistry to property and reaction prediction, molecular design and experimental design</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be provided.				
Literatur	<p>The course is based on the lectures notes, and accompanying code notebooks, but the following books can be used as reference:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- K. A. Tanemura, D. Sierra-Costa, K. M. Merz Jr., Python for Chemists</li> <li>- J. P. Janet, H. J. Kulik, Machine Learning in Chemistry</li> <li>- G. M. Jones, B. Story, V. Maroulas, K. D. Vogiatzis, Molecular Representations for Machine Learning</li> <li>-S. Raschka, Y. Liu, V. Mirjalili, Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn</li> <li>-A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 3rd Edition</li> <li>-A. D. White, Deep Learning for Molecules &amp; Materials</li> <li>-G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning</li> <li>-T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning</li> <li>-Y. S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail, H.-T. Lin, Learning From Data</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming skills, basic knowledge of chemistry				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0600-10L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>25 KP</b>	<b>54D</b>	<b>Professor/innen</b>
	<p>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</p> <p>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</p> <p>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</p>				

Dauer der Masterarbeit 20 Wochen.

Kurzbeschreibung In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master thesis is carried out in a research group of the Department of Chemistry and Applied Biosciences, usually in the Institute of Chemical and Bioengineering, as chosen by the student.

Lernziel In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.

## ► Wissenschaft im Kontext

Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten

## ► Auflagen-Lerneinheiten

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0051-AAL	<b>Analytical Chemistry I</b> Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.  Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.	E-	3 KP	6R	D. Günther, R. Zenobi
Kurzbeschreibung	Introduction into the most important spectroscopical methods and their applications to gain structural information.				
Lernziel	Knowledge about the necessary theoretical background of spectroscopical methods and their practical applications				
Inhalt	Application oriented basics of organic and inorganic instrumental analysis and of the empirical employment of structure elucidation methods: Mass spectrometry: Ionization methods, mass separation, isotope signals, rules of fragmentation, rearrangements. NMR spectroscopy: Experimental basics, chemical shift, spin-spin coupling. IR spectroscopy: Revisiting topics like harmonic oscillator, normal vibrations, coupled oscillating systems (in accordance to the basics of the related lecture in physical chemistry); sample preparation, acquisition techniques, law of Lambert and Beer, interpretation of IR spectra; Raman spectroscopy. UV/VIS spectroscopy: Basics, interpretation of electron spectra. Circular dichroism (CD) und optical rotation dispersion (ORD). Atomic absorption, emission, and X-ray fluorescence spectroscopy: Basics, sample preparation.				
Skript	Script will be provided for factory costs.				
Literatur	- R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto, H. M. Widmer (Eds.) Analytical Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 1998; - D. A. Skoog und J. J. Leary, Instrumentelle Analytik, Springer, Heidelberg, 1996; - M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie, 5. überarbeitete Auflage, Thieme, Stuttgart, 1995 - E. Pretsch, P. Bühlmann, C. Afholter, M. Badertscher, Spektroskopische Daten zur Strukturaufklärung organischer Verbindungen, 4. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2001- Kläntzchi N., Lienemann P., Richner P., Vonmont H: Elementanalytik. Instrumenteller Nachweis und Bestimmung von Elementen und deren Verbindungen. Spektrum Analytik, 1996, Hardcover, 339 S., ISBN 3-86025-134-1.				
Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are integrated in the lectures. In addition, attendance in the lecture 529-0289-00 "Instrumental analysis of organic compounds" (4th semester) is recommended.				

## Chemie- und Bioingenieurwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Chemieingenieurwissenschaften Bachelor

## ► 2. Semester

### ►► Obligatorische Fächer Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0012-02L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (AC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>H. Grützmacher, J. Cvengros</b>
Kurzbeschreibung	1) Allgemeine Definitionen 2) VSEPR Model 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme 4) Kugelpackungen, Metallstrukturen 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Strukturen, Eigenschaften und Reaktivitäten der Hauptgruppenelemente (Gruppen 1, 2 und 13 bis 18).				
Inhalt	Die Vorlesung ist in 14 Teile gegliedert, in denen grundlegende Phänomene der Chemie der Hauptgruppenelemente diskutiert werden: 1) Einführung in die periodischen Eigenschaften und allgemeine Definitionen 2) VSEPR Modell 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme für einfache anorganische Molekülverbindungen 4) Dichteste Kugelpackungen und Strukturen der Metalle 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Skript	Die Folien der Vorlesung sind auf dem Internet unter <a href="http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html">http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html</a> zugänglich.				
Literatur	Der Vorlesungsstoff kann in folgendem Lehrbuch, das auch in Englisch erhältlich ist, nachgelesen werden: J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 3. Auflage, deGruyter, 2003.  C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4th edition, Pearson Prentice Hall, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen zum Verständnis dieser Vorlesung ist die Vorlesung Allgemeine Chemie 1.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0012-03L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (OC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Chen</b>
Kurzbeschreibung	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN1-/SN2-Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Reaktivitätsprinzipien und der Beziehung zwischen Struktur und Reaktivität. Kenntnis der wichtigsten Reaktionstypen und ausgewählter Stoffklassen.				
Inhalt	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN1-/SN2-Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Skript	als pdf bei Vorlesungsbeginn erhältlich				
Literatur	[1] P. Sykes, "Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie", VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988. [2] Carey/Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A and B, 3rd ed., Plenum Press, New York, 1990/1991. Deutsch: Organische Chemie. [3] Vollhardt/Schore, Organic Chemistry, 2th ed., Freeman, New York, 1994 Deutsche Fassung: Organische Chemie 1995, Verlag Chemie, Weinheim, 1324 S. Dazu: N. Schore, Arbeitsbuch zu Vollhardt, Organische Chemie, 2. Aufl. Verlag Chemie, Weinheim, 1995, ca 400 S. [4] J. March, Advanced Organic Chemistry; Reactions, Mechanisms, and Structure, 5th ed., Wiley, New York, 1992. [5] Streitwieser/Heathcock, Organische Chemie, 2. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim, 1994. [6] Streitwieser/Heathcock/Kosower, Introduction to Organic Chemistry, 4th ed., MacMillan Publishing Company, New York, 1992. [7] P. Y. Bruice, Organische Chemie, 5. Auflage, Pearson Verlag, 2007.				
<b>529-0012-01L</b>	<b>Physikalische Chemie I: Thermodynamik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Barnes, M. Ernst</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der chemischen Thermodynamik: Entropie, Chemische Thermodynamik, Zustandsfunktionen, Hauptsätze der Thermodynamik, Zustandssumme, chemische Reaktionen, Reaktionsgrößen, Gleichgewichtsbedingungen, chemisches Potential, Standardbedingungen, ideale und reale Systeme und Gase, Phasengleichgewichte, kolligative Eigenschaften, mit Applikationen zu aktueller Forschung an der ETHZ.				
Lernziel	Verständnis der Entropie und thermodynamischen Grundlagen.				
Inhalt	Zustandsgrößen und Prozessgrößen, das totale Differential als mathematische Beschreibung von Zustandsänderungen. Modelle: Das ideale und das reale Gas. Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Empirische Temperatur und thermodynamische Temperaturskala, innere Energie, Enthalpie, Entropie, thermisches Gleichgewicht. Mischphasenthermodynamik: Das chemische Potential. Ideale Lösungen und Mischungen, reale Lösungen und Mischungen, Aktivität, kolligative Eigenschaften. Tabellierung thermodynamischer Standardgrößen. Reaktionsthermodynamik: Reaktionsgrößen und Gleichgewichtsbedingungen, Gleichgewichtskonstante und deren Druck- und Temperaturabhängigkeit. Phasengleichgewichte und Phasendiagramme.				
Skript	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Literatur	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Allgemeine Chemie I, Grundlagen der Mathematik				
<b>402-0044-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>L. P. Gallmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Student/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.				

Inhalt	Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen) Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung) Kurze Einführung in die Quantenphysik		
Skript	Die Vorlesung richtet sich nach dem Lehrbuch "Physik" von Paul A. Tipler		
Literatur	Paul A. Tipler and Gene Mosca Physik Springer Spektrum Verlag		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>401-0272-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik I (Analysis B)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Kobel-Keller</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Vertiefte Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Lernziel	Anwendungsorientierte Einführung in die mehrdimensionale Analysis. Einfache Modelle kennen und selber bilden und mathematisch analysieren können. Kenntnisse der grundlegenden Konzepte.				
Inhalt	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Literatur	- G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass: Analysis 2, Lehr- und Übungsbuch, Pearson-Verlag - D. W. Jordan, P. Smith: Mathematische Methoden für die Praxis, Spektrum Akademischer Verlag - M. Akveld/R. Sperb: Analysis I, Analysis II (vdf) - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Bde 1,2,3. (Vieweg) Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert gefördert gefördert

<b>401-0622-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik II (Lineare Algebra und Statistik)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Auer</b>
Kurzbeschreibung	Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Vektorgeometrie, Matrix-Rechnung, Lineare Abbildungen, Orthogonale Abbildungen, Spur & Determinante, Eigenwerte & Eigenvektoren, Vektorräume  Stochastik: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Statistik				
Lernziel	Kenntnisse in Mathematik sind eine wesentliche Voraussetzung für einen quantitativen, und insbesondere für einen computergestützten Zugang zu den Naturwissenschaften. In einem zweisemestrigen 11 Semesterwochenstunden umfassenden (Intensiv-)Kurs werden die wichtigsten mathematischen Grundlagen der Mathematik, nämlich ein- und mehrdimensionale Analysis, Lineare Algebra und Statistik, erarbeitet.				
Inhalt	Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Vektorgeometrie, Matrix-Rechnung, Lineare Abbildungen, Orthogonale Abbildungen, Spur & Determinante, Eigenwerte & Eigenvektoren, Vektorräume  Stochastik: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Statistik				
Skript	Es steht ein Skript vom Dozenten zur Verfügung.				
Literatur	Für Lineare Algebra: K. Nipp/D. Stoffer: "Lineare Algebra", vdf, 5. Auflage, 2002. Für Statistik: W. Stahel, "Statistische Datenanalyse", Vieweg, 5. Auflage, 2008.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0230-00L</b>	<b>Anorganische und Organische Chemie I ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>12P</b>	<b>B. Morandi</b>
Kurzbeschreibung	Praktikum in Anorganischer und Organischer Chemie I				
Lernziel	Schulung in experimenteller Arbeitstechnik. Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente.				



Inhalt	Teil I: (ca. 1. Semesterdrittel): Grundoperationen: Erlernen der wichtigsten Grundoperationen in der Reinigung, Trennung, Isolierung und Analytik organischer Verbindungen: Fraktionierende Destillation; Extraktive Trennverfahren; Chromatographie; Kristallisation; IR- (evtl. UV-, 1 H-NMR)-spektroskopische Verfahren zur Strukturermittlung.
	Teil II: (2. Semesterdrittel): Organisch-chemische Reaktionen: Herstellung organischer Präparate. Anfänglich ein-, später mehrstufige Synthesen. Präparate beinhalten breite Palette an klassischen und modernen Reaktionstypen.
	Teil III: (3. Semesterdrittel): Synthese eines chiralen, enantiomerenreinen Liganden fuer die asymmetrische Katalyse (zusammen mit AOCP II)
Literatur	- R. K. Müller, R. Keese: "Grundoperationen der präparativen organischen Chemie"; J. Leonard, B. Lygo, G. Procter: "Praxis der Organischen Chemie" (Übersetzung herausgegeben von G. Dyker), VCH, Weinheim, 1996, ISBN 3-527-29411-2.
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: - Praktikum Allgemeine Chemie (1. Semester, 529-0011-04/05) - Vorlesung Organische Chemie I (1. Semester, 529-0011-03)
	Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen.

#### ▶ 4. Semester

#### ▶▶ Obligatorische Fächer

#### ▶▶▶ Prüfungsblock II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0122-00L</b>	<b>Inorganic Chemistry II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Kovalenko, K. Kravchyk</b>
Kurzbeschreibung	The lecture is based on Inorganic Chemistry I and addresses an enhanced understanding of the symmetry aspects of chemical bonding of molecules and translation polymers, i.e. crystal structures.				
Lernziel	The lecture follows Inorganic Chemistry I and addresses an enhanced understanding of the symmetry aspects of chemical bonding of molecules and translation polymers.				
Inhalt	Symmetry aspects of chemical bonding, point groups and representations for the deduction of molecular orbitals, energy assessment for molecules and solids, Sanderson formalism, derivation and understanding of band structures, densities of states, overlap populations, crystal symmetry, basic crystal structures and corresponding properties, visual representations of crystal structures.				
Skript	see Moodle				
Literatur	1. I. Hargittai, M. Hargittai, "Symmetry through the Eyes of a Chemist", Plenum Press, 1995; 2. R. Hoffmann, "Solids and Surfaces", VCH 1988; 3. U. Müller, "Anorganische Strukturchemie", 6. Auflage, Vieweg + Teubner 2008				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Inorganic Chemistry I				
<b>529-0222-00L</b>	<b>Organic Chemistry II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Morandi, J. W. Bode</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on the material learned in Organic Chemistry I or Organic Chemistry II for Biology/Pharmacy Students. Topics include advanced concepts and mechanisms of organic reactions and introductions to pericyclic and organometallic reactions. The basics of retro- and forward synthesis are also introduced.				
Lernziel	Goals of this course include a deeper understanding of basic organic reactions and mechanisms as well as advanced transformations. Reactive intermediates including carbenes and nitrenes are covered, along with methods for their generation and use in complex molecule synthesis. Frontier molecular orbital theory (FMO) is introduced and used to rationalize pericyclic reactions including Diels Alder reactions, cycloadditions, and rearrangements (Cope, Claisen). The basic concepts and key reactions of catalytic organometallic chemistry, which are key methods in modern organic synthesis, are introduced, with an emphasis on their catalytic cycles and elementary steps. All of these topics are combined in an overview of strategies for complex molecule synthesis, with specific examples from natural product derived molecules used as medicines.				
Inhalt	Redox neutral reactions and rearrangements, advanced transformations of functional groups and reaction mechanisms, carbenes and nitrenes, frontier molecular orbital theory (FMO), cycloadditions and pericyclic reactions, introduction to organometallic chemistry and catalytic cross couplings, protecting groups, retrosynthetic analysis of complex organic molecules, planning and execution of multi-step reactions.				
Skript	The lecture notes and additional documents including problem sets are available as PDF files online, without charge. Link: <a href="https://morandi.ethz.ch/education.html">https://morandi.ethz.ch/education.html</a>				
Literatur	Clayden, Greeves, and Warren. Organic Chemistry, 2nd Edition. Oxford University Press, 2012.				
<b>529-0431-00L</b>	<b>Physikalische Chemie III: Molekulare Quantenmechanik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Merkt, U. Hollenstein</b>
Kurzbeschreibung	Postulate der Quantenmechanik, Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte, Matrixdarstellung von Operatoren, das Teilchen im Kasten, Tunnelprozess, harmonischer Oszillator, molekulare Schwingungen, Drehimpuls und Spin, verallgemeinertes Pauli Prinzip, Störungstheorie, Variationsprinzip, elektronische Struktur von Atomen und Molekülen, Born-Oppenheimer Näherung.				
Lernziel	Es handelt sich um eine erste Grundvorlesung in Quantenmechanik. Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und führt den mathematischen Formalismus ein. Im Folgenden werden die Postulate und Theoreme der Quantenmechanik im Kontext der experimentellen und rechnerischen Ermittlung von physikalischen Grössen diskutiert. Die Vorlesung vermittelt die notwendigen Werkzeuge für das Verständnis der elementaren Quantenphänomene in Atomen und Molekülen.				
Inhalt	Postulate und Theoreme der Quantenmechanik: Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte. Lineare Bewegungen: Das freie Teilchen, das Teilchen im Kasten, quantenmechanisches Tunneln, der harmonische Oszillator und molekulare Schwingungen. Drehimpulse: Spin- und Bahnbewegungen, molekulare Rotationen. Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen: Pauli-Prinzip, Drehimpulskopplung, Born-Oppenheimer Näherung. Grundlagen der Variations- und Störungstheorie. Behandlung grösserer Systeme (Festkörper, Nanostrukturen).				
Skript	Ein Vorlesungsskript in Deutsch wird erhältlich sein. Das Skript ersetzt allerdings NICHT persönliche Notizen und deckt nicht alle Aspekte der Vorlesung ab.				
<b>551-1324-00L</b>	<b>Biochemie</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. Locher, N. Ban, R. Glockshuber, J. Piel, E. Weber-Ban</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt zentrale Reaktionen und Stoffwechselwege der Biochemie sowie Molekularbiologie mit Betonung der chemischen und z.T. biophysikalischen Aspekte.				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten an zellulärer Energiegewinnung und -Speicherung beteiligten Stoffwechselvorgänge sowie ausgewählter biosynthetischer Prozesse (inkl. Zucker, Fette, Steroide etc). Verständnis der molekularen Vorgänge bei Replikation, Transkription und Translation.				

Voraussetzungen / Besondere: Einige Vorlesungseinheiten werden in englischer Sprache gehalten.

<b>529-0058-00L</b>	<b>Analytische Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Günther, D. Bleiner, T. Bucheli, M.-O. Ebert, G. Schwarz</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung in den wichtigsten elementaranalytischen und spektroskopischen Methoden sowie ihrer Anwendung in der Praxis, aufbauend auf der Vorlesung Analytische Chemie I. Vorstellung der wichtigsten Trennmethoden.				
Lernziel	Praxisnahe Anwendung und Vertiefung des spektroskopischen und elementaranalytischen Grundwissens der Vorlesung Analytische Chemie I.				
Inhalt	Praxis des kombinierten Einsatzes spektroskopischer Methoden zur Strukturaufklärung und praktischer Einsatz elementaranalytischer Methoden. Komplexere NMR-Methoden: Aufnahmetechnik, analytisch-chemische Anwendungen von Austauschphänomenen, Doppelresonanz, Spin-Gitter-Relaxation, Kern-Overhauser-Effekt, analytisch-chemische Anwendungen der experimentellen 2D- und Multipuls-NMR-Spektroskopie, Verschiebungsreagenzien. Anwendung chromatographischer und elektrophoretischer Trennverfahren: Grundlagen, Arbeitstechnik, Beurteilung der Qualität eines Trennsystems, van-Deemter-Gleichung, Gaschromatographie, Flüssigchromatographie (HPLC, Ionenchromatographie, Gelpermeation, Packungsmaterialien, Gradientenelution, Retentionsindex), Elektrophorese, elektroosmotischer Fluss, Zonenelektrophorese, Kapillarelektrophorese, isoelektrische Fokussierung, Elektrophorese, 2D-Gelelektrophorese, SDS-PAGE, Field Flow Fractionation, Vertiefung in Atomabsorptions-Spektroskopie, Atomemissions-Spektroskopie und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie, ICP-OES, ICP-MS.				
Skript	Ein Skript zur Vorlesung wird den Studierenden digital zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Literaturlisten werden in der Vorlesung verteilt.				
Voraussetzungen / Besondere	Übungen zur Spektreninterpretation und zu den Trennmethoden erfolgen im Rahmen der Vorlesung. Zusätzlich wird die Veranstaltung 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" (4. Semester) empfohlen.				
	Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)"				

<b>529-0625-00L</b>	<b>Chemieingenieurwissenschaften</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>W. J. Stark</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Chemieingenieurwissenschaften vermittelt die Grundlagen zur Produktions- und Prozessplanung. Neben Reaktorenwahl, Reaktionsführung und Skalierung werden aktuelle Probleme grosstechnischer Prozesse und neue Syntheseverfahren behandelt. Heterogene Katalyse und Transport von Impuls, Masse und Energie verbindet den erarbeiteten Stoff mit der chemisch/biologischen Grundausbildung.				
Lernziel	Die Vorlesung Chemie und Bio-Ingenieurwissenschaften im 4. Semester vermittelt Chemikern, Chemieingenieuren, Biochemikern und Biologen die Grundlagen zur Produktions- und Prozessplanung. Zuerst werden verschiedene Reaktoren, einzelne Prozess- und Verfahrensschritte sowie grosstechnische Aspekte von Chemikalien und Reagenzien eingeführt und anhand von aktuellen Produktionsbeispielen zusammengefasst. Betrachtungen im Bezug auf Materialverbrauch, Energiekosten und Nebenproduktbildung zeigen, wo modernes Engineering einen grossen Beitrag zur umweltfreundlichen Produktion leisten kann. In einem zweiten Teil werden chemische und biologische Vorgänge in Reaktoren, Zellen oder Lebewesen aus einer neuen Sichtweise behandelt. Transport von Impuls, Masse und Energie werden zusammen eingeführt und bilden eine Basis zum Verständnis von Strömungen, Diffusionsvorgängen und Wärmetransport. Mittels dimensionsloser Kennzahlen werden diese Transportvorgänge in die Planung der Produktion eingeführt und ein Ueberblick in die Grundoperationen der chemischen und biochemischen Industrie gegeben. Eine Einführung in heterogene Katalyse verbindet den erarbeiteten Stoff mit der chemisch/biologischen Basis und illustriert wie durch enges Zusammenspiel von Transport und Chemie/Biologie neue, sehr leistungsfähige Prozesse entwickelt werden können.				
Inhalt	Elemente einer chemischen Umsetzung: Vorbereitung der Ausgangsstoffe, Reaktionsführung, Aufarbeitung/Rückführung, Produktreinigung; Kontinuierliche, halbkontinuierliche und diskontinuierliche Prozesse; Materialbilanzen: Chemische Reaktoren und Trennprozesse, zusammengesetzte und mehrstufige Systeme; Energiebilanzen: Chemische Reaktoren und Trennprozesse, Enthalpieänderungen, gekoppelte Material- und Energiebilanzen; Zusammengesetzte Reaktionen: Optimierung der Reaktorleistung, Ausbeute und Selektivität; Stofftransport und chemische Reaktion: Mischungseffekte in homogenen und heterogenen Systemen, Diffusion und Reaktion in porösen Materialien; Wärmeaustausch und chemische Reaktion: Adiabatische Reaktoren, optimale Betriebsweise bei exothermen und endothermen Gleichgewichtsreaktionen, thermischer Runaway, Reaktordimensionierung und Masstabvergrößerung (scale up).				
Skript	Vorlesungsunterlagen können über die Homepage ( <a href="http://www.fml.ethz.ch">www.fml.ethz.ch</a> ) bezogen werden.				
Literatur	Literatur und Lehrbücher werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.				

## ►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0054-00L</b>	<b>Physikalische und Analytische Chemie</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>15P</b>	<b>R. Zenobi, M.-O. Ebert, B. Hattendorf, T. Segawa, Y. Yamakoshi</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in wichtige Methoden der physikalischen und analytischen Chemie.				
Lernziel	Durchführung ausgewählter physikalisch-chemischer Experimente und Auswertung von Messdaten. Kenntnis der wichtigsten analytisch-chemischen Arbeitstechniken in der Praxis. Abfassen von Versuchsberichten.				
Inhalt	Teil Physikalische Chemie: Kurze Rekapitulation der Statistik und Auswertung von Messdaten. Abfassen von Versuchsberichten im Hinblick auf das Publizieren von wissenschaftlichen Arbeiten. Grundlegende physikalisch-chemische Versuche (maximal 6 Versuche aus folgenden Themenkreisen): 1. Phasendiagramme (Siede- und Schmelzdiagramme, Kryoskopie); 2. Elektrochemie und Elektronik; 3. Quantenchemische Untersuchungen; 4. Kinetik; 5. Thermochemie; 6. Schallgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten; 7. Oberflächenspannung.  Teil Analytische Chemie: 1. Einführung in die Konzepte der Probenahme, Quantitative Elementanalytik und Spurenanalytik, atomspektroskopische Methoden, Vergleichsmessungen mit elektrochemischen Methoden; 2. Trennmethoden, deren Prinzipien und Optimierung: Vergleich der verschiedenen chromatographischen Methoden, Einfluss der stationären und mobilen Phasen, häufige Fehler/Artefakte, Flüssigchromatographie, Gaschromatographie (Injektionsmethoden). 3. Spektroskopische Methoden in der organischen Strukturaufklärung: Aufnahme von IR- und UV/VIS-Spektren, Aufnahmetechnik NMR.  Integriert in das Praktikum sind obligatorische Spektrenübungen 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" als praktikums-begleitendes Seminar.				
Skript	Versuchsanleitungen sind auf der Webseite erhältlich.				
Literatur	Für PC-Teil: Erich Meister, "Grundpraktikum Physikalische Chemie: Theorie und Experimente", 3. Auflage, vdf Hochschul-Verlag an der ETH, Zürich, 2022. Als e-Book erhältlich.				

Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: 529-0011-04 "Allgemeine Chemie (Praktikum)" 529-0051-00 "Analytische Chemie I" (3. Semester) 529-0058-00 "Analytische Chemie II" (4. Semester) parallel zum Praktikum oder in einem früheren Semester abgeschlossen. Die Veranstaltung 529-0289-00L "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" ist ein integraler Bestandteil dieses Praktikums.		
	Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ► 6. Semester

### ►► Obligatorische Fächer

#### ►►► Prüfungsblock V

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0192-00L	<b>Industrial Chemistry</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. A. van Bokhoven,</b> M. Ranocchiarì
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung wird beschrieben, wie die wichtigsten Chemikalien und Zwischenprodukte sowohl aus chemischer Sicht als auch aus der Perspektive chemischer Technologie/Verfahrenstechnik hergestellt werden. Reaktionsmechanismen bis zum Reaktordesign werden abgedeckt.				
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen der Reaktionsmechanismen und Reaktordesign der wichtigsten Chemikalien und Zwischenprodukte.				
Inhalt	Die allermeisten Zwischenprodukte und Chemikalien stammen aus Kohle, Öl oder Gas. Die Entwicklung dieser Prozesse über einen Zeitraum von mehr als hundert Jahren hat zu faszinierenden chemischen Prozessen geführt. In der Vorlesung wird beschrieben, wie die wichtigsten Chemikalien und Zwischenprodukte sowohl aus chemischer Sicht als auch aus der Perspektive chemischer Technologie/Verfahrenstechnik hergestellt werden. Reaktionsmechanismen bis zum Reaktordesign werden abgedeckt.				
Skript	Zusätzliche Unterlagen werden auf der Webseite publiziert: <a href="http://www.vanbokhoven.ethz.ch/education.html">http://www.vanbokhoven.ethz.ch/education.html</a>				
Literatur	Hans-Jürgen Arpe, Industrial Organic Chemistry, 5th Edition, Wiley-VCH, 2010  G. P. Chiusoli, P. M. Maitlis, Metal-catalysis in Industrial Organic Processes, RSC Publishing, 2008				
529-0633-00L	<b>Heterogeneous Reaction Engineering</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Pérez-Ramírez,</b> A. J. Martín Fernández
Kurzbeschreibung	Heterogeneous reaction engineering aims at studying heterogeneous reactions to define the optimal reactor design. Integrating concepts from chemical engineering and chemistry, the fundamental principles of this broad family of reactions are covered, making students develop the necessary skills for the selection and design of various types of reactors.				
Lernziel	At the end of the course students must understand the basic principles of catalyzed and non-catalyzed heterogeneous reactions, enabling them to predict the effect of process variables on reaction rates, develop rate expressions from experimental data, and identify suitable reactors. To reach these goals, they first must be able to determine key process features through applying models to represent fluid-fluid and fluid-solid reactions, describing kinetics of catalyzed reactions, accounting for mass and heat transport phenomena on reaction rates, and recognizing the main causes of catalyst deactivation. Based on this, students must be able to select suitable reactors described during the course.				
Inhalt	The following areas are covered:  - Fluid-fluid and fluid-solid heterogeneous reactions. - Kinetics of catalyzed reactions. - Mass and heat transport phenomena. - Catalyst effectiveness. - Catalyst deactivation. - Strategies for catalyst evaluation and reactor selection.  Exercises based on relevant processes are discussed throughout the course to support the understanding of the theory and to exemplify the practical significance of the topics.  Voluntary dossiers associated to each core area for independent/team work and supported by teaching assistants are also provided. They contain short questions about concepts covered in the lectures and exercises from previous exams. Delivered dossiers are graded. Consistently high grades over the series of assignments may have a positive impact on the final grade of the course.  The evaluation of the course will cover theoretical and practical aspects. Students will be asked to develop theoretical concepts closely related to those described in the script and developed during the lectures. Students are also expected to solve practical examples relative to the level of complexity of the exercise booklet and dossiers.				
Skript	Script, booklet of exercises, and dossiers are available in the corresponding Moodle course. This course does not offer lecture recording.				
Literatur	H. Scott Fogler: Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall, New Jersey, 1992  O. Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, 3rd edition, John Wiley & Sons, New Jersey, 1999  Further relevant sources are given during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert		
151-0926-00L	<b>Separation Process Technology</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Bardow</b>

Note: The previous course title until FS22 "Separation Process Technology I".

Kurzbeschreibung Dieser Kurs bietet den Studierenden die Grundlagen um Trennprozesse für ideale und nicht ideale Stoffsysteme, basierend auf Gas/Flüssig- und Flüssig/Flüssig-Phasengleichgewichten und Stofftransport, auszulegen.

Lernziel Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage:

- die thermodynamischen Grundlagen von gleichgewichtsbasierten Trennverfahren zusammenzufassen;
- thermodynamische Grundsätze auf Destillations-, Absorptions- und Extraktionsprozesse anzuwenden;
- verschiedene Technologien zur Trennung von Gas/Flüssig und Flüssig/Flüssig-Systemen auszulegen;
- Trennaufgaben für ideale und nicht ideale Stoffsysteme zu lösen;

Inhalt Methoden zur nicht-empirischen Auslegung von Gleichgewichtstrennstufen idealer und nichtidealer Systeme, basierend auf Stoffübergangsphänomenen und dem Phasengleichgewicht.  
Themen: Einführung in die Trennprozesstechnologie. Gas/Flüssig- und Flüssig/Flüssig-Phasengleichgewichte. Flash Verdampfung von Zwei- und Mehrstoffsystemen. Gleichgewichtsstufen und deren Verschaltung in Kaskaden. Kontinuierliche Destillation: Auslegungsmethoden für Zwei- und Mehrstoffsysteme, azeotrope Destillation. Apparative Aspekte: Kolonnen und Einbauten. Gasabsorptions- und Strippingprozesse. Flüssig/Flüssig-Extraktion. Gleichstrom-, Kreuzstrom- und Gegenstrombetrieb.

Skript Vorlesungsfolien und zusätzliche Dokumente werden online zur Verfügung gestellt. Referenzen zu entsprechenden Kapiteln und wissenschaftlichen Publikationen werden bereitgestellt

Literatur Treybal "Mass-transfer operations"  
Seader/Henley "Separation process principles"  
Wankat "Equilibrium stage separations"  
Weiss/Miltzer/Gramlich "Thermische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen / Besonderes Voraussetzung: Thermodynamik  
Empfohlen: Stofftransport, Einführung in die Verfahrenstechnik

Material und Ankündigungen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.

## ▶▶▶ Prüfungsblock VI

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0031-00L</b>	<b>Regelungstechnik</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Grass</b>
Kurzbeschreibung	Prinzip der Regelung, Modellierung dynamischer Systeme. Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Laplace Transformation, Systemantworten. Regelkreis - Idee der Rückführung. PID-Regler. Stabilität, Routh-Hurwitz Kriterium, Frequenzgang, Bode-Diagramm. Störgrössenaufschaltung, Kaskadenregelung. Mehrvariablen-systeme. Anwendungsbeispiele für die Regelung von Reaktoren.				
Lernziel	Vermittlung von fachübergreifenden Konzepten und Methoden zur mathematischen Beschreibung und Analyse von dynamischen Systemen. Konzept der Rückführung, Entwurf von Regelungen für Eingrößen- und Mehrgrößenstrecken.				
Inhalt	Prozessautomatisierung. Prinzip der Regelung. Modellierung dynamischer Systeme - Beispiele. Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, analytische/numerische Lösung. Laplace Transformation, Systemantworten für Systeme 1. und 2. Ordnung. Regelkreis - Idee der Rückführung. PID-Regler, Ziegler-Nichols Einstellung. Stabilität, Routh-Hurwitz Kriterium. Frequenzgang, Bode-Diagramm. Feedforward Compensation/Störgrössenaufschaltung, Kaskadenregelung. Mehrvariablen-systeme (Uebertragungsmatrix, Zustandsraumdarstellung), Mehrschlaufenregelung, Problem der Kopplung, Relative Gain Array, Entkoppelungskompensator. Sensitivität auf Modellunsicherheit. Anwendungsbeispiele für die Regelung von Reaktoren und Destillationskolonnen.				
Skript	<a href="https://www.ethz.ch/content/specialinterest/chab/chemical-n-bioengineering/functional-materials-lab/en/lectures/RegTech.html">https://www.ethz.ch/content/specialinterest/chab/chemical-n-bioengineering/functional-materials-lab/en/lectures/RegTech.html</a>				
Literatur	Zugang zu Online-Content und Vorlesungsübertragung über RT-FS23.slack.com - "Feedback Control of Dynamical Systems", 4th Edition, by G.F. Franklin, J.D. Powell and A. Emami-Naeini; Prentice Hall, 2002. - "Process Dynamics & Control", by D.E. Seborg, T.F. Edgar and D.A. Mellichamp; Wiley 1989. - "Process Dynamics, Modelling & Control", by B.A. Ogunnaike and W.H. Ray; Oxford University Press 1994.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis II , Lineare Algebra. MATLAB wird zur Systemanalyse und Simulation eingesetzt.				
<b>151-0940-00L</b>	<b>Modelling and Mathematical Methods in Process and Chemical Engineering</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Mazzotti</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.				
Lernziel	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.				
Inhalt	Formulierung und Bearbeitung von mathematischen Modellen, Auswertung und Präsentation von Resultaten, Matrizen und deren Anwendung, Nichtlineare, gewöhnliche Differentialgl. erster Ordnung u. Stabilitätstheorem, Partielle Differenzialgleichungen erster Ordnung, Einführung in die Störungstheorie, Fallstudien: Mehrdeutigkeiten und Stabilität eines kontinuierlichen Rührkessels; Rückstandskurvendiagramme für einfache Destillation; Dynamik von Chromatographiekolonnen; Kinetik und Dynamik von oszillierenden Reaktionen.				
Skript	kein Skript				
Literatur	A. Varma, M. Morbidelli, "Mathematical methods in chemical engineering," Oxford University Press (1997) H.K. Rhee, R. Aris, N.R. Amundson, "First-order partial differential equations. Vol. 1," Dover Publications, New York (1986) R. Aris, "Mathematical modeling: A chemical engineers perspective," Academic Press, San Diego (1999)				
<b>529-0580-00L</b>	<b>Safety, Environmental Assessment and Risk Analysis</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Arosio, F. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview of safety in the chemical industry, focusing on toxicology, industrial hygiene, fires and explosions, hazards identification and risk assessment. It also introduces the fundamentals of environmental impact studies, focusing on life cycle assessment.				
Lernziel	This module introduces the concepts and tools needed to understand and analyze the main hazards in chemical processes, including fires and explosions, chemical reactivity, toxic emissions, and equipment failure. It also provides an overview of the life cycle assessment methodology and how to use it to quantify the environmental footprint of chemical products from cradle to grave, covering carbon emissions, and impacts on human health and ecosystems.				
Inhalt	The module includes lectures on general safety principles, the fundamentals of fires and explosions and chemical reactivity, toxicology and industrial hygiene, risk analysis and quantification, and life cycle assessment. The lectures include both theory and coursework based on the concepts and tools explained.				
Skript	The lecture notes will be delivered to the students in the form of slides and additional material.				
Literatur	The module is mostly based on the book Chemical Process Safety by Daniel Crowl and Joseph Louvar, Pearson Education US ISBN: 9780134857770.				

►► **Praktika und Fallstudien**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0549-02L	<b>Case Studies in Process Design II</b>	O	3 KP	3A	G. Guillén Gosálbez
Kurzbeschreibung	Ausgehend von Teil I der Fallstudie werden für zentrale Reaktions- und Aufarbeitungsschritte vertiefte Modellierungen durchgeführt. Dabei werden Betriebsparameter optimiert, Apparate dimensioniert, Material- und Energiebilanzen erstellt, und Sensitivitäten untersucht. Besonderes Gewicht wird auf das frühzeitige Erkennen von Problemen und Optimierungsmöglichkeiten gelegt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung des Stoffes aus den Vorlesungen</li> <li>- Modellierung von Einheitsoperationen</li> <li>- Problemzentriertes Vorgehen (Anwendung verschiedener Methoden auf den selben Gegenstand)</li> <li>- Projektarbeit (Planung, Teamarbeit)</li> <li>- Berichterstattung und Vortragstechnik</li> </ul>				
Inhalt	Ausgehend von einer vorgegebenen Prozessvariante (vgl. Teil I) werden in der Fallstudie Teil II für zentrale Reaktions- und Aufarbeitungsschritte vertiefte Modellierungen durchgeführt. Dabei werden Betriebsparameter bestimmt, Verfahrensweisen evaluiert und optimiert, Apparate dimensioniert, Material- und Energiebilanzen erstellt, und die Sensitivität hinsichtlich der wichtigsten Parameter untersucht. Besonderes Gewicht wird auf das frühzeitige Erkennen von Problemen und Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich Produktqualität, Produktivität, Ökonomie sowie Umweltschutz und Sicherheit gelegt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden dann im dritten Teil der Fallstudie im Rahmen des Gesamtprozesses weiter untersucht.				

► **Wissenschaft im Kontext**

►► **Wissenschaft im Kontext**

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

►► **Sprachkurse**

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

**Chemieingenieurwissenschaften Bachelor - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Comparative and International Studies Master

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>857-0004-00L</b>	<b>Political Economy ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3S</b>	<b>T. Bernauer, V. Koubi</b>
Kurzbeschreibung	This seminar focuses on the interplay of political and economic factors in shaping policy outcomes at local to global levels. It concentrates on the application of economic logic to political questions and the influence of political processes and institutions on economic activity.				
Lernziel	This seminar focuses on the interplay of political and economic factors in shaping policy outcomes at local to global levels. It concentrates on the application of economic logic to political questions and the influence of political processes and institutions on economic activity.				
Inhalt	This course focuses on the interplay of political and economic factors in shaping policy outcomes at local, national, and global levels. To this end, it focuses on the application of economic concepts, arguments and models to political questions, and the influence of political processes and institutions on economic activity. The course draws on a wide range of theoretical perspectives from comparative and international politics, positive political theory, public choice, and economics. These different theoretical perspectives and models from political science and economics will be used to investigate a number of specific areas of interest: e.g., the effects of interest groups, civil society, and mass public opinion on government regulation of economic activity, the determinants of government spending, the determinants of economic growth and sustainable development, the politics of international trade and investment, monetary and fiscal policy, the welfare state, and globalization. Ultimately, this course not only seeks to make students familiar with the theoretical and methodological approaches used in these areas of study, but also with important research topics in comparative and international political economy.				
Skript	see <a href="http://www.cis.ethz.ch/education/macis/courses">http://www.cis.ethz.ch/education/macis/courses</a>				
Literatur	See Moodle for this course				
Voraussetzungen / Besonderes	Core course in the MA CIS program. Restricted to students of MA CIS. 8 ECTS credit points upon successful completion. The overall grade will be based on a review essay, a written mid-term exam, and a written end-of-semester exam. For more details, see syllabus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>857-0102-00L</b>	<b>Methods III: Causal Inference ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>2U+2S</b>	<b>M. Acampora, A. Ahrens, J. Kendall</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to statistical methods used for causal inference in the social sciences, covering both experimental and observational studies.				
Lernziel	Familiarity with the key research designs and statistical methods used for causal inference from randomized and observational data, and the ability to apply them to causal research questions in the social sciences.				
Inhalt	This course provides an introduction to statistical methods used for causal inference in the social sciences. Using the potential outcomes framework of causality, we discuss designs and methods for data from randomized experiments and observational studies. In particular, designs and methods covered include randomization, matching, instrumental variables, difference-in-difference, synthetic control, and regression discontinuity. Examples are drawn from the social sciences.				
Literatur	Cunningham, Scott. "Causal Inference." The Mixtape, 2020. An online version of the textbook is made freely and legally available by the author.				
	Angrist, Joshua D., and Jörn-Steffen Pischke. Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion. Princeton university press, 2008.				
	Rosenbaum, Paul R. Design of Observational Studies. Springer. 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	Methods II				

## ► Forschungsseminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>857-0006-00L</b>	<b>Political Order and Conflict ■</b> <i>Registration required: lcederman@ethz.ch.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L.-E. Cederman, A. Juon</b>
Kurzbeschreibung	This seminar builds on the MACIS seminar on political violence and covers primarily the quantitative literature on civil and regional wars, especially with respect to the effect of economic and ethnic factors, political institutions and the geographic and international context. The students will develop an original research question to be dealt with in a research paper.				
Lernziel	This seminar covers ethnic violence, political-economy perspectives on war, the role of political institutions, and the international dimensions of civil conflict. The goal of the seminar is to expose the students to these topics by allowing them to discuss them in class and to write a term paper addressing an original research question.				
<b>857-0051-00L</b>	<b>Comparative and EU Politics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Freudlsperger, J. Lipps</b>
Kurzbeschreibung	This advanced research seminar deals with current issues and research in comparative politics and EU integration.				
Lernziel	This seminar is designed for advanced students of political science with an interest in comparative European politics and EU integration. It introduces students to state-of-the-art theorizing, data, methods, and empirical findings and provides them with opportunities to work with data on their own. After taking this seminar, students should have a good overview of current research and be prepared to write their Master's thesis in this area. Students may also propose research topics of their interest.				
Inhalt	This semester, the Comparative and EU Politics research seminar focuses on the study of the international order. Why is the international order an important topic to explore? An international order is generally understood to enforce adherence to standards of behavior through a legal and institutional structure that includes all humankind, often a hierarchical structure that reflects political power. Political scientists agree that the norms and institutions underpinning the current international order, also called the liberal international order (LIO), have come under pressure from various challengers. The seminar aims to familiarize students with the theoretical conception of international order, how it evolved over time, what characterizes today's order and, of course, its challengers.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>857-0100-00L</b>	<b>Ending Violence ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Duursma</b>
Kurzbeschreibung	This seminar addresses a range of interventions commonly used for violence prevention and conflict resolution. Students will become acquainted with key theoretical explanations and incorporate those insights into their own projects.				
Lernziel	The aim of this course is to introduce students to different approaches to prevent violence and manage and resolve conflict. The focus will be on forms of intervention in diverse settings. Readings focus on empirical and theoretical literature about the transformation, prevention and reduction of violence in war and non-war societies. The course will identify and discuss the main actors, strategies and dynamics associated with ending violence. Students will develop their own research design, including a research question, a short literature review, a theoretical framework and planned research methods, to take on the difficult questions of how, where, when and why violence ends.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>857-0002-00L</b>	<b>Methods IV: Statistical Learning ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2U+2S</b>	<b>D. Hangartner</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to methods for supervised and unsupervised learning for the social sciences.				
Lernziel	The goal of this course is provide students with an introduction to statistical learning methods. Upon completion of the course, students will have an understanding of modern computational methods for statistical modelling and prediction, the assumptions on which they are based, and be able to use them to address specific research questions in the social sciences.				
Inhalt	Topics include logistic regression and classification, resampling methods, shrinkage approaches and regularization, tree-based methods, support vector machines, double/debiased machine learning for causal inference, and unsupervised learning for natural language processing.				
Literatur	James, Gareth, Daniela Witten, Trevor Hastie, and Robert Tibshirani. An introduction to statistical learning. Springer 2021, Second Edition.  The PDF of the textbook is made freely and legally available by the authors and Springer press and part of the course package.				
Voraussetzungen / Besonderes	Methods II				
<b>► Wahlfächer</b>					
<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>857-0075-01L</b>	<b>Contemporary European Politics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. B. Demirci, S. Hegewald, J. Lipps, P. Rieger, M. Troncone, A. B. Yildirim</b>
Kurzbeschreibung	How have the powers of the European Union expanded until now and what are the problems facing the Union today? This class offers an introduction to theories of European integration. Furthermore, we discuss the challenges of supranational governance in the context of the EU, covering a wide array of policy fields.				
Lernziel	Since its start in the fifties, the European Union has evolved into a complex multilevel system, different from the nation state and different from other International Organizations. The course "Contemporary European Politics" introduces students to the institutions of the European Union and the gradual expansion of their competences. Throughout the course, we engage with current debates in EU studies on supranational decision-making in times of crisis. Upon completion, the participants are familiar with the legislative process regulating scientific and every-day life in such diverse policy fields as financial markets, climate policy and data privacy. Based on this knowledge, participants are able to identify chances and challenges of regulation beyond the nation state.				
Inhalt	The sessions cover the following topics: - EU Institutions - Decision-making - Parliamentary Democracy - Judicial Politics - European Identity and Public Spheres - Enlargement and Neighbourhood Policy - Democratic Backsliding - Political Conflict in the EU - Implementation of EU law - Eurozone - Inequality - Euroscepticism and Brexit - The Future of Integration				
<b>860-0001-00L</b>	<b>Public Institutions and Policy-Making Processes</b> <i>Number of participants limited to 27.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Bernauer, S. Bechtold, F. Schimmelfennig</b>
Kurzbeschreibung	<i>Priority for Science, Technology, and Policy Master.</i> Students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard.				

Lernziel	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.
Inhalt	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.
Skript	Course materials can be found on Moodle.
Literatur	Readings can be found on Moodle.
Voraussetzungen / Besonderes	This is a Master level course. The course is capped at 27 students, with ISTP Master students having priority.

<b>860-0033-00L</b>	<b>Data Science for Public Policy: From Econometrics to W AI</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Galletta, E. Ash, C. Gössmann</b>
	<i>Only for Master students and PhD students.</i>			
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to big data methods for public policy analysis. Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.			
Lernziel	Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions.			
Inhalt	Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions. These techniques include:  -- procuring big datasets, especially through web scraping or API interfaces, including social media data; -- pre-processing and dimension reduction of massive datasets for tractable computation; -- machine learning for predicting outcomes, including how to select and tune the model, evaluate model performance using held-out test data, and report results; -- interpreting machine learning model predictions to understand what is going on inside the black box; -- data visualization including interactive web apps.  Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.			
Skript	<a href="https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024">https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024</a>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft	

<b>865-0000-09L</b>	<b>Towards Food and Nutrition Security</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>				
	<i>Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	Ensuring food security for a growing global population will require a fundamental shift in the way we understand and manage food production, distribution and consumption. This course will examine various aspects of food security, and explore ways and means in which the availability, accessibility and utilization of safe and nutritious food can be improved, especially in developing countries.				
Lernziel	The objective of the course is to develop the participants' knowledge and understanding of the challenges facing food and nutrition security at global and local levels and discuss and compare options for how we can move towards food security and improved nutrition in various contexts.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Food and nutrition security: Concepts, consequences and global status</li> <li>• The implication of food security for sustainable development</li> <li>• Food availability and food production systems</li> <li>• Nutrition for health and development</li> <li>• Increasing the economic access and resilience of smallholders</li> <li>• Designing food security interventions</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students of CAS courses must fulfill requirements specified at the NADEL website (see education)				

<b>865-0066-01L</b>	<b>Mediation Process Design: Supporting Dialogue and Negotiation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. J. A. Mason, M. Malefakis</b>
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>				
	<i>Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>				
	<i>MACIS students register through the NADEL administration office.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to gain a basic understanding of dialog, negotiation and mediation process design: what are different principles, approaches and questions related to process design that development cooperation practitioners need to be aware of?				



Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the basic principles of dialog, negotiation and mediation processes and how these methods can be situated in the broader field of development, in fragile contexts, and peace-building.</li> <li>- Gain insight into different design approaches</li> <li>- Practice basic skills of dialogue facilitation and mediation.</li> <li>- Explore ways for improving collaboration with local and international third parties designing and guiding negotiation and mediation processes.</li> </ul>
----------	--

<b>865-0006-00L</b>	<b>Leveraging Private Impact Investors in Development Cooperation</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Humphrey</b>
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation. Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	This three-day course demystifies impact investing for people working in development cooperation. The course provides an introduction to understanding the terminology and instruments involved in impact investing and evaluating opportunities and trade-offs for development.				
Lernziel	This three-day course demystifies impact investing for people working in development cooperation. Impact investing—the idea that it is possible to “do good” as well as make money with certain types of investment—is changing the landscape of development cooperation. Impact investing is growing rapidly and development agencies and non-governmental organizations increasingly seek to leverage private investor resources. But many development actors are not accustomed to working with private investors, and are uneasy about their profit motivation and modes of operation. The course provides an introduction to the terminology and instruments involved in impact investing and evaluates developmental opportunities and trade-offs.				
Inhalt	Key topics <ul style="list-style-type: none"> <li>- Defining impact investing and understanding its importance for development</li> <li>- Different types of impact investor and their incentives</li> <li>- Overview of instruments such as loans, equity investments, syndication and impact bonds</li> <li>- How to define and measure “impact”</li> <li>- Techniques used by development agencies to leverage private investor resources</li> <li>- Considering what impact investing can and cannot achieve for development goals</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

<b>865-0023-00L</b>	<b>Resilience Building for International Cooperation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>				
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	Development cooperation can be stressful due to task complexity, on-the-ground realities and lack of measurable impacts. Geopolitical shifts and past failures are calling into question “western” models of development. This two-day course builds personal and professional resilience for development workers confronted with these challenges.				
Lernziel	In this two-day course, participants will explore and reflect on the changing landscape of development cooperation, as well as their unique, innate capacities to harness wellbeing resources in becoming resilient within the development cooperation environment. The course will further include a balanced mix of resilience theories, country ownership implementation processes, and practice-oriented sessions from practitioners in development organizations. Scenario-building will also be employed to engage and prepare participants for anticipated occurrences related to behavioral management and safeguarding of values necessary for resilience building.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>865-0000-11L</b>	<b>Fragile Contexts – The Nexus between Humanitarian Aid, Peace and Development</b> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Brugger, M. Malefakis, S. J. A. Mason</b>
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	The course explores characteristics of fragility and how they are measured and monitored. It further discusses cooperation between actors (peace building, security, humanitarian, development cooperation) and explores how development programming has to be adapted to these situations.				
Lernziel	The course explores characteristics of fragility and how they are measured and monitored. It further discusses cooperation between actors (peace building, security, humanitarian, development cooperation) and explores how development programming has to be adapted to these situations.				
<b>865-0032-00L</b>	<b>Finance for the 2030 Goals</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Humphrey</b>
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>				
	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>				
Kurzbeschreibung	International development finance will play a central role to help tackle current and future social and environmental crises, as public resources are insufficient for needed investments. This three-day course explores how the development finance landscape is evolving in response to this new reality, what more needs to be done, and what this means for development practitioners.				
Lernziel	The course focus is international development finance trends and policy debates now underway, and their implications for current development practices. Target participants include development practitioners needing to understand how their efforts fit into the broader international context, civil society stakeholders seeking to influence policy decisions on a national and international level and private sector actors aiming to leverage private investment toward development impact.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defining global investment "needs" and the role of development finance, including instruments and techniques.</li> <li>• The politics of financing global development and climate targets.</li> <li>• The evolving role of multilateral banks, including the World Bank.</li> <li>• The growing importance of China as a global development financier.</li> <li>• Climate-focused financing platforms such as the Green Climate Fund.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>► Master-Arbeit</b>					
<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>857-0021-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	<b>O</b>	<b>26 KP</b>	<b>56D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The Master Thesis is an independent piece of research on an issue in comparative and international politics. It combines theory, methods, and empirical work.				
Lernziel	The Thesis should demonstrate the students' ability to conduct independent research on the basis of the theoretical and methodological knowledge acquired during the MA program.				
<b>857-0019-00L</b>	<b>Master's Thesis Colloquium ■</b> <i>Permission to begin master thesis is required to register for the Colloquium.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3K</b>	<b>J. Spirig</b>
Kurzbeschreibung	In this colloquium, students enrolled in the MACIS program first present and discuss research design and methods issues concerning their prospective MA theses. Towards the end of the semester they present preliminary findings from their MA thesis work.				
Lernziel	It is the goal of the colloquium to help students with the initial steps of writing their master theses. During the colloquium, they will develop a relevant research question and hypotheses and select appropriate methods and data.				

#### Comparative and International Studies Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Computational Biology and Bioinformatics Master

More informations at: <https://www.cbb.ethz.ch>

## ► Kernfächer

Please note that the list of core courses is a closed list. Other courses cannot be added to the core course category in the study plan. Also the assignments of courses to core subcategories cannot be changed.

Students need to pass at least one course in each core subcategory.

A total of 40 ECTS needs to be acquired in the core course category.

## ►► Bioinformatics

Please note that all Bioinformatics core courses are offered in the autumn semester

## ►► Biophysics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
262-5100-00L	<b>Protein Biophysics (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: BCH304	W	6 KP	3V+1U	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The course includes a general introduction into protein structure and biophysics as well as into the usage of molecular dynamics simulations and other computational methods, protein structure and X-ray techniques, protein NMR for determining protein structure and dynamics as well as for folding studies and protein thermodynamics.				
Lernziel	A 4 hour/week course on all aspects of protein biophysics. The course includes a general introduction into protein structure and biophysics as well as into the usage of molecular dynamics simulations and other computational methods, protein structure and X-ray techniques, protein NMR for determining protein structure and dynamics as well as for folding studies and protein thermodynamics.				
Inhalt	The lecture course consists of four parts: 1) non-covalent interactions, properties of water and hydrophobic effect, protein folding and misfolding, molecular dynamics simulations; 2) atomistic simulations of proteins 3) thermodynamics and kinetics of protein folding; 4) single molecule biophysics: single molecule fluorescence spectroscopy, fluorescence correlation spectroscopy, and applications to stochastic processes in biology.				
Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html</a>					
151-0980-00L	<b>Biofluidynamics</b>	W	4 KP	2V+1U	D. Obrist, P. Jenny
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
►► Biosystems					
Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0016-00L	<b>Computational Systems Biology: Stochastic Approaches</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	4 KP	3G	M. H. Khammash
Kurzbeschreibung	This course is concerned with the development of computational methods for modeling, simulation, and analysis of stochasticity in living cells. Using these tools, the course explores the richness of stochastic phenomena, how it arises from the interactions of dynamics and noise, and its biological implications.				
Lernziel	To understand the origins and implications of stochastic noise in living cells, and to learn the computational tools for the modeling, simulation, analysis, and identification of stochastic biochemical reaction networks.				
Inhalt	The cellular environment is abuzz with noise. A key source of this noise is the randomness that characterizes the motion of cellular constituents at the molecular level. Cellular noise not only results in random fluctuations (over time) within individual cells, but it is also a main source of phenotypic variability among clonal cell populations.				
Literatur	Literature will be distributed during the course as needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have completed the course `Mathematical modeling for systems biology (BSc Biotechnology) or `Computational systems biology (MSc Computational biology and bioinformatics). Concurrent enrollment in `Computational Systems Biology: Deterministic Approaches is recommended.				
636-0111-00L	<b>Synthetic Biology I</b>	W	4 KP	3G	S. Panke, J. Stelling
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				

Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.		
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall		
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Data Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0364-00L	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>  <i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
636-0702-00L	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				
Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	- Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007. - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004				
262-6190-00L	<b>Machine Learning (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 17165-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel:</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4G</b>	externe Veranstalter

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

### ► Seminar

*Compulsory seminar.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>636-0704-00L</b>	<b>Computational Biology and Bioinformatics Seminar</b> <i>The seminar is addressed primarily at students enrolled in the MSc CBB programme. Students of other ETH study programmes interested in this course need to ask the lecturer for permission to enrol in the course.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Stelling, P. Beltrao, D. Iber, M. H. Khammash</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>The Seminar will be offered in autumn semester in Basel (involving professors and lecturers from the University of Basel) and in spring semester in Zurich (involving professors and lecturers from the University of Zurich). Professors and lecturers from ETH Zurich are involved in both semesters.</i></p> <p>Computational Biology und Bioinformatik analysieren lebende Systeme mit Methoden der Informatik. Das Seminar kombiniert Präsentationen von Studierenden und Forschenden, um das sich schnell entwickelnde Gebiet aus der Informatikperspektive zu skizzieren. Themenbereiche sind Sequenzanalyse, Proteomics, Optimierung und Bio-inspired computing, Systemmodellierung, -simulation und -analyse.</p>				
Lernziel	Studying and presenting fundamental papers of Computational Biology and Bioinformatics. Learning how to make a scientific presentation and how classical methods are used or further developed in current research.				
Inhalt	<p>Computational biology and bioinformatics aim at advancing the understanding of living systems through computation. The complexity of these systems, however, provides challenges for software and algorithms, and often requires entirely novel approaches in computer science. The aim of the seminar is to give an overview of this rapidly developing field from a computer science perspective. In particular, it will focus on the areas of (i) DNA sequence analysis, sequence comparison and reconstruction of phylogenetic trees, (ii) protein identification from experimental data, (iii) optimization and bio-inspired computing, and (iv) systems analysis of complex biological networks.</p> <p>The seminar combines the discussion of selected research papers with a major impact in their domain by the students with the presentation of current active research projects / open challenges in computational biology and bioinformatics by the lecturers. Each week, the seminar will focus on a different topic related to ongoing research projects at ETHZ, thus giving the students the opportunity of obtaining knowledge about the basic research approaches and problems as well as of gaining insight into (and getting excited about) the latest developments in the field.</p>				
Literatur	Original papers to be presented by the students will be provided in the first week of the seminar.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

## ► Vertiefungsfächer

A total of 30 ECTS needs to be acquired in the Advanced Courses category. Thereof at least 16 ECTS in the Theory and 10 ECTS in the Biology category.

Note that some of the lectures are being recorded: <https://video.ethz.ch/lectures.html>

## ►► Theorie

At least 16 ECTS need to be acquired in this category.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0063-00L</b>	<b>Data Modelling and Databases</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>G. Alonso</b>
Kurzbeschreibung	Data modelling (Entity Relationship), relational data model, relational design theory (normal forms), SQL, database integrity, transactions and advanced database engines				
Lernziel	Introduction to relational databases and data management. Basics of SQL programming and transaction management.				
Inhalt	The course covers the basic aspects of the design and implementation of databases and information systems. The courses focuses on relational databases as a starting point but will also cover data management issues beyond databases such as: transactional consistency, replication, data warehousing, other data models, as well as SQL.				
Literatur	Kemper, Eickler: Datenbanksysteme: Eine Einführung. Oldenbourg Verlag, 7. Auflage, 2009.  Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book. Pearson, 2. Auflage, 2008.				
<b>401-0674-00L</b>	<b>Numerical Methods for Partial Differential Equations</b> <i>Nicht für Studierende BSc/MSc Mathematik</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>2G+2U+2P+4A R.</b>	<b>Hiptmair</b>
Kurzbeschreibung	Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations: convection-diffusion, heat equation, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.				
Lernziel	Main skills to be acquired in this course: * Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently. * Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations. * Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory * Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm. * Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations. * Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.				
Inhalt	This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages. Second-order scalar elliptic boundary value problems Finite-element methods (FEM) FEM: Convergence and Accuracy Non-linear elliptic boundary value problems Second-order linear evolution problems Convection-diffusion problems Numerical methods for conservation laws				
Skript	The lecture will be taught in flipped classroom format: - Video tutorials for all thematic units will be published online. - Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF. - A comprehensive lecture document will cover all aspects of the course, see <a href="https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf">https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf</a>				
Literatur	Chapters of the following books provide supplementary reading (detailed references in course material):  * D. Braess: Finite Elemente, Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2007 (available online). * S. Brenner and R. Scott. Mathematical theory of finite element methods, Springer 2008 (available online). * A. Ern and J.-L. Guermond. Theory and Practice of Finite Elements, volume 159 of Applied Mathematical Sciences. Springer, New York, 2004. * Ch. Großmann and H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer 2007. * W. Hackbusch. Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment, volume 18 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer, Berlin, 1992. * P. Knabner and L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, volume 44 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003. * S. Larsson and V. Thomée. Partial Differential Equations with Numerical Methods, volume 45 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003. * R. LeVeque. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.				
Voraussetzungen / Besonderes	However, study of supplementary literature is not important for following the course. Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.  Important: Coding skills and experience in C++ are essential.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Konzepte und Theorien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		geprüft
			Problemlösung		geprüft
			Projektmanagement		gefördert
<b>401-3052-05L</b>	<b>Introduction to Graph Theory</b> <i>This is the first half of the course unit 401-3052-10L Graph Theory. Notice that at most one of the two course units 401-3052-05L Introduction to Graph Theory and 401-3052-10L Graph Theory can be recognised for credits.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>

Kurzbeschreibung	Basic notions, trees, spanning trees, Caley's formula, vertex and edge connectivity, 2-connectivity, Mader's theorem, Menger's theorem, Eulerian graphs, Hamilton cycles, Dirac's theorem, matchings, theorems of Hall, König and Tutte, planar graphs, Euler's formula, basic non-planar graphs, graph colorings, greedy colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.
Skript	Lecture will be only at the blackboard.
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"
	Further literature links will be provided in the lecture.
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.

NOTICE: This course unit was previously offered as 252-1408-00L Graphs and Algorithms.

<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Skript	Available.				
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.				
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267				
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6				
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8				
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2				
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1				
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	

---

<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
	Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	

---

<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------



Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.		
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.		
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).		
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.		
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.		
Kompetenzen	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert

<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996 Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				

<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Verhandlung			geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert geprüft
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>401-3642-00L</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>D. Possamai</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. It includes the construction and properties of Brownian motion, basics of Markov processes in continuous time and of Levy processes, and stochastic calculus for continuous semimartingales.				
Lernziel	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. The following topics are planned: - Definition and construction of Brownian motion - Some important properties of Brownian motion - Basics of Markov processes in continuous time - Stochastic calculus, including stochastic integration for continuous semimartingales, Ito's formula, Girsanov's theorem, stochastic differential equations and connections with partial differential equations - Basics of Levy processes				
Skript	Lecture notes will be made available in class.				
Literatur	- R.F. Bass, Stochastic Processes, Cambridge University Press (2001). - I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991). - J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016). - D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005). - L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in - J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004). - R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).				
<b>401-3602-00L</b>	<b>Applied Stochastic Processes</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Poisson-Prozesse; Erneuerungsprozesse; Markovketten in diskreter und in stetiger Zeit; einige Beispiele und Anwendungen.				
Lernziel	Stochastische Prozesse dienen zur Beschreibung der Entwicklung von Systemen, die sich in einer zufälligen Weise entwickeln. In dieser Vorlesung bezieht sich die Entwicklung auf einen skalaren Parameter, der als Zeit interpretiert wird, so dass wir die zeitliche Entwicklung des Systems studieren. Die Vorlesung präsentiert mehrere Klassen von stochastischen Prozessen, untersucht ihre Eigenschaften und ihr Verhalten und zeigt anhand von einigen Beispielen, wie diese Prozesse eingesetzt werden können. Die Hauptbetonung liegt auf der Theorie; "applied" ist also im Sinne von "applicable" zu verstehen.				
Literatur	R. N. Bhattacharya and E. C. Waymire, "Stochastic Processes with Applications", SIAM (2009), available online: <a href="http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997">http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997</a> R. Durrett, "Essentials of Stochastic Processes", Springer (2012), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1</a> M. Lefebvre, "Applied Stochastic Processes", Springer (2007), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1</a> S. I. Resnick, "Adventures in Stochastic Processes", Birkhäuser (2005)				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are familiarity with (measure-theoretic) probability theory as it is treated in the course "Probability Theory" (401-3601-00L).				
<b>636-0530-00L</b>	<b>High Performance Computing (University of Basel)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	externe Veranstalter
	<i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. UBas Kursnummer 17164-01</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>				

<b>262-0200-00L</b>	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				
Inhalt	In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> . In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading				
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Literatur	The following books provide excellent background material: • Drummond, A. & Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST. • Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach. • Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies. More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>261-5113-00L</b>	<b>Computational Challenges in Medical Genomics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Kahles</b>
Kurzbeschreibung	This seminar discusses recent relevant contributions to the fields of computational genomics, algorithmic bioinformatics, statistical genetics and related areas. Each participant will hold a presentation and lead the subsequent discussion.				
Lernziel	Preparing and holding a scientific presentation in front of peers is a central part of working in the scientific domain. In this seminar, the participants will learn how to efficiently summarize the relevant parts of a scientific publication, critically reflect its contents, and summarize it for presentation to an audience. The necessary skills to successfully present the key points of existing research work are the same as needed to communicate own research ideas. In addition to holding a presentation, each student will both contribute to as well as lead a discussion section on the topics presented in the class.				
Inhalt	The topics covered in the seminar are related to recent computational challenges that arise from the fields of genomics and biomedicine, including but not limited to genomic variant interpretation, genomic sequence analysis, compressive genomics tasks, single-cell approaches, privacy considerations, statistical frameworks, etc. Both recently published works contributing novel ideas to the areas mentioned above as well as seminal contributions from the past are amongst the list of selected papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of algorithms and data structures and interest in applications in genomics and computational biomedicine.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>262-6240-00L</b>	<b>Distributed Information Systems (University of Basel)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	externe Veranstalter
	<i>Sich gegenseitig ausschliessende Kurse in der Kategorie der Vertiefungsfächer: "Distributed Information Systems" (Uni Basel) und "Principles of Distributed Computation" (ETH Zürich).</i>				
	<i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden.</i>				

Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel:  
<https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html>

636-0022-00L	Design of Experiments	W	4 KP	3G	H.-M. Kaltenbach
Kurzbeschreibung	The course introduces 'classical' statistical design of experiments, particularly designs for blocking, full and fractional factorial designs with confounding, and response surface methods. Topics covered include (restricted) randomization and blocking, sample size and power calculations, confounding, and basics of analysis-of-variance methods for analysis including random effects and nesting.				
Lernziel	Students will learn about the statistical basics of designing and analyzing experiments with multiple qualitative and/or quantitative variables. Students will be able to construct designs for efficiently identifying important influence factors in their experiments, use sequential designs for optimizing experimental conditions, and correctly handle analyses with nested sampling or involving multiple comparisons.				
Inhalt	<p>The course introduces the basics of statistical design of experiments. We will start by discussing the role of randomization for the validity of inferences, see how replication (i.e., sample size) affects the precision of estimates that can be made, how we deal with nested replication (for example, taking several measurements on the same animal), and how we correctly handle multiple comparisons based on the same data.</p> <p>We will then discuss how restrictions of randomization lead to blocked designs, which serve to improve precision of comparisons between experimental conditions. Such designs are also important to avoid confounding of the experimental effect of interest with other effects of no interest, e.g., to handle batch effects that are common in biological experimentation.</p> <p>Next, we learn how to design efficient experiments with multiple factors of interest. In contrast to a one-variable-at-a-time approach, factorial designs allow investigation of multiple factors simultaneously, and under some assumptions on the interplay of the factors, we may even get away with only a fraction of all possible factor combinations while still getting all the information we need.</p> <p>We then discuss optimizing the combination of factors with respect to some response function, such as optimizing the composition of a medium solution to achieve maximum growth rate. Response surface methods offer an efficient and systematic way of finding optimal conditions with low effort through sequential experimentation; they are also common in industrial (engineering) applications.</p> <p>Throughout the course, we will touch on several additional topics without getting into much detail, such as designs that are 'optimal' for either inference or prediction, and designs where experimental conditions are nested (e.g., split-plot designs).</p> <p>The course assumes familiarity with the content of a typical introductory course in statistics: distributions and random variables, estimators and confidence intervals, hypothesis testing using p-values and false positives/negatives, and basics of linear regression or analysis of variance.</p>				
Skript	Course material will be made available at: <a href="http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html">http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html</a>				
Literatur	<p>Main text:                      H.-M. Kaltenbach: Statistical Design and Analysis of Biological Experiments, Springer</p> <p>Additional texts:                      Gary W. Oehlert: A first course in design and analysis of experiments, Freeman (<a href="http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html">http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html</a>)                      D. R. Cox: Planning of Experiments, Wiley                      G. Casella: Statistical Design, Springer                      H. R. Lindman: Analysis of variance in complex experimental designs, Freeman (now Springer)</p>				
252-3900-00L	Big Data for Engineers	W	6 KP	2V+2U+1A	G. Fourny
	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>				
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.				
	<p>The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.</p> <p>This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".</p> <p>Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.</p> <p>The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.</p> <p>After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.</p>				

**Inhalt** This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.

It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.

We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.

No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.

- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores
- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)
- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)
- data shapes and models (tables, trees)
- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, \*, +)
- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)
- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)
- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)
- resource management (YARN)
- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)
- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)
- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)
- applications.

Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.

**Skript** <https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/>

**Literatur** Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.

**Voraussetzungen / Besonderes** This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.

Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.

Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
<b>Lernziel</b>	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				

Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Data Structures &amp; Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.</p> <p>Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
<b>636-0122-00L</b>	<b>Introduction to Scientific Computing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Vetter</b>
Kurzbeschreibung	<p>This course offers an introduction to the basics of scientific computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The covered topics include floating point arithmetic, error estimation, spatial and temporal discretization techniques, numerical integration methods, stability, numerical solution of differential equations, particle simulations, parallelization etc.</p>				
Lernziel	<p>This course aims at providing basic knowledge required to address scientific questions using quantitative numerical methods and computing. Students learn to recognize potential pitfalls and limitations associated with discretization and approximative numerical methods, and to select appropriate solution techniques for a given numerical problem.</p>				
Inhalt	<p>Besides experiments and theory, numerical simulations have become the third pillar of natural sciences and engineering. This course introduces fundamental principles of numerical computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The course includes hands-on practical programming exercises in which the students learn how to implement and perform various numerical simulations.</p> <p>Time permitting, the tentative list of topics is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Floating-point arithmetic</li> <li>• Algorithmic complexity</li> <li>• Numerical root finding</li> <li>• Numerical quadrature &amp; integration</li> <li>• Mass-spring systems</li> <li>• Time propagation &amp; stability</li> <li>• Particle simulations, molecular dynamics</li> <li>• Error estimation</li> <li>• Uncertainty propagation</li> <li>• Cell &amp; tissue models</li> <li>• Ordinary &amp; partial differential equations</li> <li>• Finite difference method</li> <li>• Finite element method</li> <li>• Parallel computing &amp; computer architecture</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online for download on a weekly basis.				
Literatur	Recommended literature will be communicated during the course. The exam covers only what is taught in the course and does not require further reading.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming knowledge in a suitable language is a prerequisite. Students are free to choose a programming language of their liking to work on the exercise assignments. Solutions will be provided in varying languages, including Python, Matlab, C++. Basic knowledge in Jupyter is advantageous, but not strictly required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>263-5351-00L</b>	<b>Machine Learning for Genomics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>V. Boeva</b>

The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.

The course will be offered again in AS24!

Kurzbeschreibung	The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.
Lernziel	Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways</li> <li>- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)</li> <li>- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)</li> <li>- Deconvolution of mixed signal</li> <li>- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)</li> <li>- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)</li> <li>- Batch correction (autoencoders, optimal transport)</li> <li>- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line

<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	<p>In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.</p> <p>The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.</p> <p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sensing modalities for interactive systems</li> <li>- "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>- health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>- affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>- cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>- event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>- sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>				
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>				
Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Biologie

At least 10 ECTS need to be acquired in this category.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
262-5110-00L	Protein Crystallography and Electron Microscopy (University of Zurich)	W	3 KP	3G	Uni-Dozierende

Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.  
UZH Modulkürzel: BCH630

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html>

Kurzbeschreibung	The lecture introduces two methods for the structure determination of biological macromolecules and cellular components: X-ray crystallography and electron microscopy (EM).				
Lernziel	To understand the basic concepts of protein crystallography and electron microscopy in theory and practice.				
Inhalt	The lecture introduces two methods for the structure determination of biological macromolecules and cellular components: X-ray crystallography and electron microscopy (EM). The lecture provides students with the main concepts of protein structure determination by X-ray crystallography (protein crystallization, crystal symmetry and diffraction, data collection, phasing methods, refinement). The second part of the lecture will deal with electron microscopy. The topics include Transmission EM, Scanning EM, sample preparation, data acquisition, 3D reconstruction, aberration, detectors.				
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt</b> , L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius</b> , M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumorummunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt		gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös</b> , S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				



Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission		
	Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease		
	The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").		
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.		
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.		
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

<b>551-1404-00L</b>	<b>RNA and Proteins: Post-Tranlational Regulation of Gene Expression (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: BCH252</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the cellular processes and molecular mechanisms involved in regulating genome expression at the post-transcriptional level. Topics will include : -RNA processing, and transport; -protein synthesis and translational control, trafficking and degradation; -RNA-guided regulation (RNA interference, microRNAs); -molecular surveillance and quality control mechanisms				
Lernziel	-Outline the cellular processes used by eukaryotic and prokaryotic cells to control gene expression at the post-transcriptional level. -Describe the molecular mechanisms underlying post-transcriptional gene regulation -Identify experimental approaches used to study post-transcriptional gene regulation and describe their strengths and weaknesses.				

<b>636-0110-00L</b>	<b>ImmunoEngineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S. Reddy, A. Yermanos</b>
Kurzbeschreibung	Immunoengineering is an emerging area of research that uses technology and engineering principles to understand and manipulate the immune system. This is a highly interdisciplinary field and thus the instructor will present an integrated view that will include basic immunology, systems immunology, and synthetic immunology.				
Lernziel	The objective of this course is to introduce the students to the basic principles and applications of Immunoengineering. There will be an emphasis directed towards applications directly relevant in immunotherapy and biotechnology. This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
Inhalt	Immunoengineering will be divided into three primary sections: i) basic principles in immunology; ii) systems immunology; iii) synthetic immunology.				
	I. Basic principles in immunology will cover the foundational concepts of innate and adaptive immunity. Topics include immunogenetics, pattern recognition receptors, lymphocyte receptors, humoral and T cell responses.				
	II. Systems immunology uses quantitative multiscale measurements and computational biology to describe and understand the complexity of the immune system. In this section we will cover high-throughput methods that are used to understand and profile immune responses.				
	III. Synthetic immunology is based on using methods in molecular and cellular engineering to control immune cell function and behavior. In this section students will learn about how immune receptors and cells are being engineered for applications such as cancer immunotherapy and precision and personalized medicine.				
Literatur	Reading material from Janeway's Immunobiology will be distributed, so students do not need to worry about purchasing or obtaining it. Supporting reading material from research articles will be provided to students.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
<b>636-0518-00L</b>	<b>Molecular Medicine II (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. UBas Kursnummer 12424-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	externe Veranstalter
<b>636-0514-00L</b>	<b>Dynamics and Maintenance of the Genome: DNA Replication, Repair, Recombination (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 19520-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	externe Veranstalter
<b>636-0516-00L</b>	<b>Transcription, Regulation and Gene Expression in Eukaryotes (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 13709-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	externe Veranstalter
<b>636-0536-00L</b>	<b>Chromatin and Epigenetics (University of Basel)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 17913-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	externe Veranstalter
<b>262-6200-00L</b>	<b>Stem Cell Biology (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 28854-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	externe Veranstalter
<b>262-6230-00L</b>	<b>Signaling in the Nervous System (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 13693-01</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	externe Veranstalter
<b>551-0338-00L</b>	<b>Current Approaches in Single Cell Analysis (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: BME327</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Bodenmiller</b> , Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell: genomics, transcriptomics, proteomics (CyTOF mass cytometry), metabolomics and highly multiplexed imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.				

Lernziel	<p>On completion of this module the students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain the basic principles of single cell analysis techniques</li> <li>- identify and justify the limitations of the current single cell technologies and suggest reasonable improvements</li> <li>- know the basic challenges in data analysis imposed by the complex multi parameter data.</li> </ul> <p>Key skills:</p> <p>On completion of this module the students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- summarize and discuss the impact these technologies have on biology and medicine</li> <li>- design biological and biomedical experiments for which single cell analysis is essential</li> </ul>					
Inhalt	<p>Currently single cell analysis approaches revolutionize the way we study and understand biological systems. In all biological and biomedical settings, cell populations and tissues are highly heterogeneous; this heterogeneity plays a critical role in basic biological processes such as cell cycle, development and organismic function, but is also a major player in disease, e.g. for cancer development, diagnosis and treatment.</p> <p>Currently, single cell analysis techniques are rapidly developing and find broad application, as the single cell measurements not only enable to study cell specific functions, but often reveal unexpected biological mechanisms in so far (assumed) well understood biological processes.</p> <p>In this lecture, we will discuss the most important single cell approaches, the questions they can address and current developments. We will cover single cell genomics, single cell transcriptomics, single cell proteomics (CyTOF mass cytometry), single cell metabolomics and highly multiplexed single cell imaging. Finally, we will also discuss the latest approaches for the analysis of such generated highly multiplexed single cell data.</p>					
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>	
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>					
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.					
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.					
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.					
Skript	Updated handouts will be provided during the class.					
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.					
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.					
<b>636-0113-00L</b>	<b>Genome Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>R. Platt</b>	
	<i>The seminar is addressed primarily to students enrolled in the MSc Biotechnology.</i>					
Kurzbeschreibung	This course is both an introduction to genome engineering and also a highly interactive practical training on effectively reading, writing, and presenting in an academic context.					
Lernziel	The objective of this course is to learn how gene editing technologies function at the molecular and cellular level and how they are applied in research and clinical settings. Students will be introduced to the history and motivation behind the discovery and development of transformative genome engineering technologies, and also gain insight into the ethical, safety, and regulatory facets shaping the field. This content will be explored by critically examining and discussing current literature in the field and devising a technology development plan.					
Inhalt	The course content is comprised of lectures, discussions, and a project. Lectures in Genome Engineering will be technology-focused and incorporate: 1) historical context to motivate the need for developing the technology, 2) development of the technology from concept to robust tool, 3) methods to discover, characterize, and evaluate the technology, and 4) applications of the technology in basic and applied research. Primary research articles will be assigned each week, which will be followed by an in-class lecture and discussion. The course project will be team-based and entail devising a solution to a critical need in the field.					
	<p>Main topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>--Discovery and development of genome editing technologies</li> <li>--The prokaryotic adaptive immune system CRISPR-Cas</li> <li>--Genome engineering methods for generating genetically engineered model systems</li> <li>--Genotype-phenotype linkage via genetic screens</li> <li>--Massively paralleled perturbation and phenotyping</li> <li>--Gene editing tools as molecular recording devices</li> <li>--Gene editing tools as diagnostics and therapeutics</li> </ul>					
Skript	Made available through the course website.					
Literatur	Assigned each week. Made available through the course website.					
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>	
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student. UZH Module Code: INI402</i>					
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>					
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.					

Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.

## ► Anwendungen

*Students starting in Autumn Semester 2021 or later:  
18 ECTS in total (262-03\*).*

*At least one lab rotation in different group or company/department than master's thesis.*

*Either choose Lab Rotation Short 1 and Lab Rotation Short 2 (each 6 weeks, 9 ECTS)*

*Or choose lab Rotation Short 1 and Industry Internship Short (each 6 weeks, 9 ECTS)*

*Or choose Lab Rotation Long (12 weeks, 18 ECTS)*

*Or choose Industry Internship Long (12 weeks, 18 ECTS)*

*Students starting before Autumn Semester 2021:*

*18 ECTS in total (262-01\*).*

*At least two lab rotations need to be completed in two different research groups (supervisors).*

*Either choose Lab Rotation Short 1 (6 ECTS), Lab Rotation Short 2 (6 ECTS) and Lab Rotation Short 3 (6 ECTS)*

*Or choose Lab Rotation Long 1 (9 ECTS) and Lab Rotation Long 2 (9 ECTS)*

*Or choose Lab Rotation Short 1 (6 ECTS) and Industry Internship (12 ECTS)*

*Or choose Lab Rotation Short 1 (6 ECTS) and Lab Rotation Long 3 (12 ECTS)*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>262-0100-00L</b>	<b>Lab Rotation Short 1 ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 4 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0101-00L</b>	<b>Lab Rotation Short 2 ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 4 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0102-00L</b>	<b>Lab Rotation Short 3 ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 4 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0103-00L</b>	<b>Lab Rotation Long 1 ■</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>19A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 6 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0104-00L</b>	<b>Lab Rotation Long 2 ■</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>19A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 6 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0105-00L</b>	<b>Industry Internship ■</b>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Industry internship of at least 8 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain experience in an industrial environment and an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
Voraussetzungen / Besonderes	The students look for a placement themselves.				
<b>262-0106-00L</b>	<b>Lab Rotation Long 3 ■</b>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 8 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0300-00L</b>	<b>Lab Rotation Short 1</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>17A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 6 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0301-00L</b>	<b>Lab Rotation Short 2</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>17A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible short research project of 6 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0303-00L</b>	<b>Lab Rotation Long</b>	<b>W</b>	<b>18 KP</b>	<b>34A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Flexible research project of 12 weeks, completed with a written report.				
Lernziel	Students gain an overview of different research areas by applying concepts taught in the core courses and advanced courses.				
<b>262-0302-00L</b>	<b>Industry Internship Short</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>17A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Industry internship of at least 6 weeks, completed with a written report.				



Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Lecture Series 252-0856-00L Computer Science or equivalent knowledge in programming with C++.				
	Please note that this is a self study (virtual) course, which implies that (in the autumn semester) there are no physical lectures or exercise sessions offered. If you want to attend the real course, please go to 252-0002-00L in the spring semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>406-0242-AAL</b>	<b>Analysis II</b>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>M. Akveld, weitere Dozierende</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Mathematical tools of an engineer				
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems, mathematical formulation of problems in science and engineering. Basic mathematical knowledge of an engineer				
Inhalt	Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics.				
Literatur	- James Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole - William L. Briggs / Lyle Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education (Chapters 10 - 14)				
<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are:				
	- Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]				
	From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>				
	"Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				
<b>252-0856-AAL</b>	<b>Computer Science</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>F. Friedrich Wicker, R. Sasse</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet eine Einführung in das Programmieren mit einem Fokus auf systematischem algorithmischem Problemlösen. Lehrsprache ist C++. Es wird keine Programmiererfahrung vorausgesetzt.				

Lernziel	Primäres Lernziel der Vorlesung ist die Befähigung zum Programmieren mit C++. Studenten beherrschen nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung die Mechanismen zum Erstellen eines Programms, sie kennen die fundamentalen Kontrollstrukturen, Datenstrukturen und verstehen, wie man ein algorithmisches Problem in ein Programm abbildet. Sie haben eine Vorstellung davon, was "hinter den Kulissen" passiert, wenn ein Programm übersetzt und ausgeführt wird. Sekundäre Lernziele der Vorlesung sind das Computer-basierte, algorithmische Denken, Verständnis der Möglichkeiten und der Grenzen der Programmierung und die Vermittlung der Denkart eines Computerwissenschaftlers.
Inhalt	Wir behandeln fundamentale Datentypen, Ausdrücke und Anweisungen, (Grenzen der) Computerarithmetik, Kontrollanweisungen, Funktionen, Felder, zusammengesetzte Strukturen und Zeiger. Im Teil zur Objektorientierung werden Klassen, Vererbung und Polymorphie behandelt, es werden exemplarisch einfache dynamische Datentypen eingeführt. Die Konzepte der Vorlesung werden jeweils durch Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.
Skript	Ein Skript in englischer Sprache wird semesterbegleitend herausgegeben. Das Skript und die Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.
Literatur	Bjarne Stroustrup: Einführung in die Programmierung mit C++, Pearson Studium, 2010 Stephen Prata: C++ Primer Plus, Sixth Edition, Addison Wesley, 2012 Andrew Koenig and Barbara E. Moo: Accelerated C++, Addison-Wesley, 2000.
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser virtuelle Kurs zum Selbststudium wird im Herbstsemester auch als physikalischer Kurs angeboten. Studenten ist empfohlen die Vorlesung und Übungen des physikalischen Kurses 252-0856-00L zu besuchen.

<b>262-0945-AAL</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers I and II</b>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>B. Treutlein</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Enrolment ONLY for MSc students with a decree declaring this course unit as an additional admission requirement.</i>				
	<i>Any other students (e.g. incoming exchange students, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, RNA, protein, genetics, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer, development and stem cells.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (6th edition) by Alberts, Johnson, Lewis, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				

### ► Zusätzliche Fächer (nicht anrechenbar für MSc)

*Courses listed in this category cannot be credited towards the 120 ECTS necessary for the MSc degree. Courses can be listed in the addendum ("Beiblatt") of the degree only.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0132-00L</b>	<b>Practical Training in Bioinformatics</b>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Sunagawa, P. Beltrao, A. Blasimme, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to the UNIX operating system and advance their programming skills in python and R. Following the biological genotype-to-phenotype concept, students will learn to analyse DNA sequences, protein structures and imaging-captured phenotypes through weekly lectures and homework assignments.				
Lernziel	Students will know the basic tools, databases and programming languages as they are used in applied bioinformatics. They will be able to process, transform and examine nucleotide sequences, protein structures and imaging data, which will empower them to solve problems in the field of biology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Computer with keyboard, internet access and software to connect to the ETH network via VPN.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### Computational Biology and Bioinformatics Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Cyber Security Master

## ► Vertiefungsgebiet

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

### ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>263-4600-00L</b>	<b>Formal Methods for Information Security</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>S. Krstic, R. Sasse, C. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on formal methods for the modeling and analysis of security protocols for critical systems, ranging from authentication protocols for network security to electronic voting protocols and online banking. In addition, we will also introduce the notions of non-interference and runtime monitoring.				
Lernziel	The students will learn the key ideas and theoretical foundations of formal modeling and analysis of security protocols. The students will complement their theoretical knowledge by solving practical exercises, completing a small project, and using state-of-the-art tools. The students also learn the fundamentals of non-interference and runtime monitoring.				
Inhalt	The course treats formal methods mainly for the modeling and analysis of security protocols. Cryptographic protocols (such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, SAML single-sign on, and IPSec) form the basis for secure communication and business processes. Numerous attacks on published protocols show that the design of cryptographic protocols is extremely error-prone. A rigorous analysis of these protocols is therefore indispensable, and manual analysis is insufficient. The lectures cover the theoretical basis for the (tool-supported) formal modeling and analysis of such protocols. Specifically, we discuss their operational semantics, the formalization of security properties, and techniques and algorithms for their verification.				
	The second part of this course will cover a selection of advanced topics in security protocols such as abstraction techniques for efficient verification, secure communication with humans, the link between symbolic protocol models and cryptographic models as well as RFID protocols (a staple of the Internet of Things) and electronic voting protocols, including the relevant privacy properties.				
	Moreover, we will give an introduction to two additional topics: non-interference as a general notion of secure systems, both from a semantic and a programming language perspective (type system), and runtime verification/monitoring to detect violations of security policies as expressed as trace properties.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>

Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.

## ►► Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-2603-00L	<b>Seminar on Systems Security</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	W	2 KP	2S	S. Shinde
Kurzbeschreibung	The seminar focuses on critical thinking and critique of fundamental as well as recent advances in systems security.				
Lernziel	The learning objective is to analyze selected research papers published at top systems+security venues and then identify open problems in this space. The seminar will achieve this via several components: reading papers, technical presentations, class discussions, and exploring potential research topics.				
Inhalt	Each student will pick one paper from the selected list, present it in the class, and lead the discussion for that paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students who are either interested in security research or are exploring thesis topics are highly encouraged to take this course. Students with systems/architecture/verification/PL expertise and basic security understanding are welcome.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

263-4651-00L	<b>Current Topics in Cryptography</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	W	2 KP	2S	D. Hofheinz, U. Maurer, K. Paterson
Kurzbeschreibung	In this seminar course, students present and discuss a variety of recent research papers in Cryptography.				
Lernziel	Independent study of scientific literature and assessment of its contributions as well as learning and practicing presentation techniques.				
Inhalt	The course lecturers will provide a list of papers from which students will select.				
Literatur	The reading list will be published on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level. Ideally, they will have attended or will attend in parallel the Masters course in "Applied Cryptography".				

## ► Semesterprojekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
260-0100-00L	<b>Semester Project</b>	W	12 KP	26A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	The Semester Project provides students with the opportunity to apply acquired knowledge and skills.				
Lernziel	The students can gain hand-on experience by solving independently a technical-scientific problem.				

## ► Ergänzung

### ►► Data Management Systems

#### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
263-3855-00L	<b>Cloud Computing Architecture</b>	W	9 KP	3V+2U+3A	A. Klimovic
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.				
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				

#### ►►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-3800-00L</b>	<b>Advanced Operating Systems</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>T. Roscoe, A. Baumann</b>
Kurzbeschreibung	This course is intended to give students a thorough understanding of design and implementation issues for modern operating systems, with a particular emphasis on the challenges of modern hardware features. We will cover key design issues in implementing an operating system, such as memory management, scheduling, protection, inter-process communication, device drivers, and file systems.				
Lernziel	The goals of the course are, firstly, to give students: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. A broader perspective on OS design than that provided by knowledge of Unix or Windows, building on the material in a standard undergraduate operating systems class</li> <li>2. Practical experience in dealing directly with the concurrency, resource management, and abstraction problems confronting OS designers and implementers</li> <li>3. A glimpse into future directions for the evolution of OS and computer hardware design</li> </ul>				
Inhalt	The course is based on practical implementation work, in C and assembly language, and requires solid knowledge of both. The work is mostly carried out in teams of 3-4, using real hardware, and is a mixture of team milestones and individual projects which fit together into a complete system at the end. Emphasis is also placed on a final report which details the complete finished artifact, evaluates its performance, and discusses the choices the team made while building it.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is based around a milestone-oriented project, where students work in small groups to implement major components of a microkernel-based operating system. The final assessment will be a combination grades awarded for milestones during the course of the project, a final written report on the work, and a set of test cases run on the final code.				
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
Skript	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Literatur	Available. Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.  Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267  Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6  Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8  Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2  Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1  Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft geprüft geprüft

## ►► Machine Intelligence

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				

Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.		
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).		
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.		
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

---

**263-3710-00L      Machine Perception      W      8 KP      3V+2U+2A      J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann**

**Kurzbeschreibung** Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling.

This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.

**Lernziel** Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.

The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.

**Inhalt** We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

**Literatur** Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

**Voraussetzungen /  
Besonderes** This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

- \* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ►►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>

Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:  - Variational methods and optimization. - Deterministic annealing. - Clustering for diverse types of data. - Model validation by information theory.
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.
Inhalt	- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.  - Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.  - Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.  - Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.  L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>

Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.		
Lernziel	After attending this course, students will: 1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video. 2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications. 3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision. 4. be able to critically analyze and assess current research in this area.		
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	gefördert	
	Projektmanagement	gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>

Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.

Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Data Structures &amp; Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.</p> <p>Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
<b>263-5000-00L</b>	<b>Computational Semantics for Natural Language Processing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>M. Sachan</b>
Kurzbeschreibung	This course presents an introduction to Natural language processing (NLP) with an emphasis on computational semantics i.e. the process of constructing and reasoning with meaning representations of natural language text.				
Lernziel	The objective of the course is to learn about various topics in computational semantics and its importance in natural language processing methodology and research. Exercises and the project will be key parts of the course so the students will be able to gain hands-on experience with state-of-the-art techniques in the field.				
Inhalt	We will take a modern view of the topic, and focus on various statistical and deep learning approaches for computation semantics. We will also overview various primary areas of research in language processing and discuss how the computational semantics view can help us make advances in NLP.				
Skript	Lecture slides will be made available at the course Web site.				
Literatur	No textbook is required, but there will be regularly assigned readings from research literature, linked to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The student should have successfully completed a graduate level class in machine learning (252-0220-00L), deep learning (263-3210-00L) or natural language processing (252-3005-00L) before. Similar courses from other universities are acceptable too.				
<b>263-5051-00L</b>	<b>AI Center Projects in Machine Learning Research</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>A. Ilic, E. Bamas, N. Davoudi, D. M. A. Duroux, F. Engelmann, S. Gashi, B. Moseley, X. Shen, F. Shi, X. Zhang</b>
	<i>Last cancellation/deregistration date for this ungraded semester performance: Friday, 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".</i>				
Kurzbeschreibung	The course will give students an overview of selected topics in advanced machine learning that are currently subjects of active research. The course concludes with a final project.				
Lernziel	The overall objective is to give students a concrete idea of what working in contemporary machine learning research is like and inform them about current research performed at ETH.				
	In this course, students will be able to get an overview of current research topics in different specialized areas. In the final project, students will be able to build experience in practical aspects of machine learning research, including research literature, aspects of implementation, and reproducibility challenges.				
Inhalt	The course will be structured as sections taught by different postdocs specialized in the relevant fields. Each section will showcase an advanced research topic in machine learning, first introducing it and motivating it in the context of current technological or scientific advancement, then providing practical applications that students can experiment with, ideally to reproduce a known result in the specific field.				
	<p>A tentative list of topics for this year</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scientific machine learning</li> <li>- physics-informed neural networks</li> <li>- theoretical computer science</li> <li>- animal-like behavior in robots</li> <li>- representation learning for health</li> <li>- natural language processing</li> <li>- 3D computer vision</li> <li>- visual text analytics</li> <li>- human-centered AI.</li> </ul>				
	The last weeks of the course will be reserved for the implementation of the final project. The students will be assigned group projects in one of the presented areas, based on their preferences. The outcomes will be made into a scientific poster and students will be asked to present the projects to the other groups in a joint poster session.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have basic knowledge about machine learning and statistics (e.g. Introduction to Machine Learning course or equivalent) and programming.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>

Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.
Inhalt	<p>Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.</p> <p>This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.</p> <p>Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.</p> <p>Tentative list of topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualization and Perception</li> <li>2. Interaction and Explanation</li> <li>3. Systems Overview</li> </ol>
Skript	Course material will be provided in form of slides.
Literatur	Will be provided during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.

263-5255-00L	Foundations of Reinforcement Learning	W	7 KP	3V+3A	N. He
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
Inhalt	<p>By the end of the course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul> <p>Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.</p>				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

263-5351-00L	Machine Learning for Genomics	W	5 KP	2V+1U+1A	V. Boeva
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.            The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.</i>				
	<i>The course will be offered again in AS24!</i>				
Kurzbeschreibung	The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.				
Lernziel	Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways</li> <li>- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)</li> <li>- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)</li> <li>- Deconvolution of mixed signal</li> <li>- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)</li> <li>- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)</li> <li>- Batch correction (autoencoders, optimal transport)</li> <li>- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line				
<b>263-5352-00L</b>	<b>Advanced Formal Language Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G+1A</b>	<b>R. Cotterell</b>
Kurzbeschreibung	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory.				
Lernziel	The objective of the course is to learn and understand a variety of topics in advanced formal language theory.				
Inhalt	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory. The primary focus of the course is on weighted formalisms, which can easily be applied in machine learning. Topics include finite-state machines as well as the algorithms that are commonly used for their manipulation. We will also cover weighted context-free grammars, weighted tree automata, and weighted mildly context-sensitive formalisms.				
<b>263-5353-00L</b>	<b>Philosophy of Language and Computation I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>R. Cotterell, J. L. Gastaldi</b>
Kurzbeschreibung	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data.				
Lernziel	Understand the philosophical underpinnings of language-based artificial intelligence.				
Inhalt	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data. The course is a year-long journey, but the second half (Autumn 2024) does not depend on the first (Spring 2024) and thus either half may be taken independently. In each semester, we divide the class time into three modules. Each module is centered around a philosophical topic. In the first semester we will discuss logicism, structuralism, generative linguistics, and in the second semester we will focus on language games, information and pragmatics. The modules will be four weeks long, where we will read and discuss original texts and supplementary criticism together with recent NLP papers and discuss how the authors of those works are building on philosophical insights into our conception of language—perhaps implicitly or unwittingly.				
Literatur	The literature will be provided by the instructors on the class website. It includes philosophical and theoretical texts from the logicist tradition, structuralism, and generative linguistics, as well as many texts within the state of the art of Natural Language Processing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				



Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.
	H. Bölskei and A. Bandeira

401-3632-00L	Computational Statistics	W	8 KP	3V+2U	J. Peters
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.  Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Theoretical Computer Science

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
261-5110-00L	Optimization for Data Science	W	10 KP	3V+2U+4A	B. Gärtner, N. He
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.  After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).  The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

263-4400-00L	Advanced Graph Algorithms and Optimization	W	10 KP	3V+3U+3A	R. Kyng, M. Probst
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.				
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.  By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.				
Inhalt	The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory. Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.  Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.				
	Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.				
	Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.				
<b>263-4508-00L</b>	<b>Algorithmic Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>D. Steurer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides rigorous theoretical foundations for the design and mathematical analysis of efficient algorithms that can solve fundamental tasks relevant to data science.				
Lernziel	We consider various statistical models for basic data-analytical tasks, e.g., (sparse) linear regression, principal component analysis, matrix completion, community detection, and clustering.				
	Our goal is to design efficient (polynomial-time) algorithms that achieve the strongest possible (statistical) guarantees for these models.				
	Toward this goal we learn about a wide range of mathematical techniques from convex optimization, linear algebra (especially, spectral theory and tensors), and high-dimensional statistics.				
	We also incorporate adversarial (worst-case) components into our models as a way to reason about robustness guarantees for the algorithms we design.				
Inhalt	Strengths and limitations of efficient algorithms in (robust) statistical models for the following (tentative) list of data analysis tasks:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (sparse) linear regression</li> <li>- principal component analysis and matrix completion</li> <li>- clustering and Gaussian mixture models</li> <li>- community detection</li> </ul>				
Skript	To be provided during the semester				
Literatur	High-Dimensional Statistics A Non-Asymptotic Viewpoint by Martin J. Wainwright				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical and algorithmic maturity at least at the level of the course "Algorithms, Probability, and Computing".				
	Important: Optimization for Data Science 2018--2021				
	This course was created after a reorganization of the course "Optimization for Data Science" (ODS).				
	A significant portion of the material for this course has previously been taught as part of ODS.				
	Consequently, it is not possible to earn credit points for both this course and ODS as offered in 2018--2021.				
	This restriction does not apply to ODS offered in 2022 or afterwards and you can earn credit points for both courses in this case.				

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert
					gefördert
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.				
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Lengler, R. M. Steiner</b>
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.				
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.				

Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties				
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>				
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"				
Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				
Literatur	Main reference:  Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 <a href="https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html">https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html</a>  Other references:  Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 <a href="https://bookstore.ams.org/mbk-69">https://bookstore.ams.org/mbk-69</a>  Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12">https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12</a>  Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 <a href="https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>  Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 <a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.				
<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Komm</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit</i> <i>Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem</i> <i>Fokus Informatik A n i c h t !</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				

Literatur	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.				
	R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.				
	M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.				
	F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.				
	F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>H.-J. Böckenhauer, D. Komm, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.				
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.				
Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>				
Literatur	Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:				
	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004				
	D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016				
	Zusätzliche Literatur:				
	A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature links will be provided in the lecture. Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				

Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.		
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.		
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.		
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

## ►► Visual and Interactive Computing

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.				
Lernziel	Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
	The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.				

Inhalt We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

Literatur Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

Voraussetzungen / Besonderes This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

\* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

Kompetenzen	The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0312-00L	Mobile Health and Activity Monitoring	W	6 KP	2V+3A	C. Holz

Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.		
Lernziel	<p>In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.</p> <p>The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.</p> <p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>		
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>		
Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.		
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

252-0579-00L	3D Vision	W	5 KP	3G+1A	M. Pollefeys, D. B. Baráth
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	<p>After attending this course, students will:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and assess current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert

263-5052-00L	Interactive Machine Learning: Visualization & Explainability	W	5 KP	3G+1A	M. El-Assady
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				

Inhalt	Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.  This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.  Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.  Tentative list of topics: 1. Visualization and Perception 2. Interaction and Explanation 3. Systems Overview
Skript	Course material will be provided in form of slides.
Literatur	Will be provided during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.

<b>263-5704-00L</b>	<b>Artificial Intelligence for Digital Characters</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>R. Wampfler</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters.				
Lernziel	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters. Three main components of conversational digital characters are introduced: Chatbots, animation synthesis, and speech synthesis. Real-life application of such digital characters is demonstrated on different use cases (e.g., digital Einstein).				
Inhalt	This lecture opens with basics on digital characters. Afterwards, the main components to build a conversational digital character are introduced. This includes the basics of natural language processing used to build a chatbot, animating a digital character based on motion capturing and deep learning, and synthesizing the speech. Further, autonomous agents based on knowledge graphs are covered. The lecture ends with real-life applications of digital characters.				
Literatur	Lecture slides will be made available at the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	There are no prerequisites for this class. However, it will help if the student has taken an undergraduate or graduate level class in statistics or machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft

<b>252-5706-00L</b>	<b>Mathematical Foundations of Computer Graphics and Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>T. Aydin, A. Djelouah, B. Gözcü</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the fundamental mathematical tools and concepts used in computer graphics and vision. Each theoretical topic is introduced in the context of practical vision or graphic problems, showcasing its importance in real-world applications.				
Lernziel	The main goal is to equip the students with the key mathematical tools necessary to understand state-of-the-art algorithms in vision and graphics. In addition to the theoretical part, the students will learn how to use these mathematical tools to solve a wide range of practical problems in visual computing. After successfully completing this course, the students will be able to apply these mathematical concepts and tools to practical industrial and academic projects in visual computing.				
Inhalt	The theory behind various mathematical concepts and tools will be introduced, and their practical utility will be showcased in diverse applications in computer graphics and vision. The course will cover topics in sampling, reconstruction, approximation, optimization, robust fitting, differentiation, quadrature and spectral methods. Applications will include 3D surface reconstruction, camera pose estimation, image editing, data projection, character animation, structure-aware geometry processing, and rendering.				

### ► Vertiefungsübergreifende Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-0007-00L</b>	<b>Advanced Systems Lab ■</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>M. Püschel</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in developing high performance software for mathematical functionality occurring in various fields in computer science. The focus is on optimizing for a single core and includes optimizing for the memory hierarchy, for special instruction sets, and the possible use of automatic performance tuning.				
Lernziel	Software performance (i.e., runtime) arises through the complex interaction of algorithm, its implementation, the compiler used, and the microarchitecture the program is run on. The first goal of the course is to provide the student with an understanding of this "vertical" interaction, and hence software performance, for mathematical functionality. The second goal is to teach a systematic strategy how to use this knowledge to write fast software for numerical problems. This strategy will be trained in several homeworks and a semester-long group project.				
Inhalt	The fast evolution and increasing complexity of computing platforms pose a major challenge for developers of high performance software for engineering, science, and consumer applications: it becomes increasingly harder to harness the available computing power. Straightforward implementations may lose as much as one or two orders of magnitude in performance. On the other hand, creating optimal implementations requires the developer to have an understanding of algorithms, capabilities and limitations of compilers, and the target platform's architecture and microarchitecture.  This interdisciplinary course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in high performance mathematical software development using important functionality such as matrix operations, transforms, filters, and others as examples. The course will explain how to optimize for the memory hierarchy, take advantage of special instruction sets, and other details of current processors that require optimization. The concept of automatic performance tuning is introduced. The focus is on optimization for a single core; thus, the course complements others on parallel and distributed computing.  Finally a general strategy for performance analysis and optimization is introduced that the students will apply in group projects that accompany the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge of the C programming language and matrix algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>263-0008-00L</b>	<b>Computational Intelligence Lab</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U+3A</b>	<b>V. Boeva, T. Hofmann</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------------	-----------------------------



Kurzbeschreibung	This laboratory course teaches fundamental concepts in computational science and machine learning with a special emphasis on matrix factorization and representation learning. The class covers techniques like dimension reduction, data clustering, sparse coding, and deep learning as well as a wide spectrum of related use cases and applications.		
Lernziel	The goal of this Lab is to enable students to connect their mathematical background in linear algebra, analysis, probability, and optimization with their basic knowledge in machine learning and their general skill set in Computer Science to gain a deeper understanding of models and tools of great practical impact. Students will acquire fundamental theoretical concepts and methodologies from machine learning and how to apply these techniques to build intelligent systems.		
	The course includes project work. Students work in groups of three to four people to develop solutions to an application problem. The course offers three application problems to choose from. For each of the problems, students submit their solutions to an online evaluation and ranking system and get feedback in terms of numerical accuracy and computational speed. In the final part of the course, students combine and extend one of their previous promising solutions and write up their findings in an extended abstract in the style of a conference paper. The students will also have the possibility to suggest their own application problem to solve if it satisfies the complexity criteria and fits the subject of the course.		
Inhalt	see course description		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert

### ► Freie Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot auf Master Level im Gebiet der Informatik (oder einem verwandten Bereich) der ETH Zürich, der EPF Lausanne, der Universität Zürich und - nach vorgängiger Genehmigung durch den Studiendirektor - der übrigen Schweizer Universitäten zur individuellen Auswahl offen.*

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-INFK*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Industriepraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
260-0700-00L	Internship	E-	0 KP		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Ziel eines Praktikums ist es, den Studierenden industrielle Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Dabei bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der betreffenden Institution involviert zu werden.				
Lernziel	siehe oben				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
260-0800-00L	Master's Thesis ■	O	30 KP	64D	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Arbeit nachweisen.				
Lernziel	Mit der Master-Arbeit sollen die Studierenden Ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit aufzeigen.				

### Cyber Security Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS in Angewandter Statistik

## ► Obligatorische Fächer und Zusatzangebote

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>447-0000-00L</b>	<b>Einführung in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Naturwissenschaftler. Die Konzepte werden anhand einiger Daten-Beispiele eingeführt.				
Lernziel	Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.				
Inhalt	Modelle und Statistik für Zähldaten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomialverteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen. Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle.				
<b>447-0000-01L</b>	<b>Einführung in R</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1V+2U</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in das Arbeiten mit R, insbesondere Datenimport, Datenmanipulation und Datenvisualisierung.				
Lernziel	Die Studierenden können R für einfache Datenanalysen einsetzen.				
<b>447-0102-01L</b>	<b>Angewandte Multivariate Statistik I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>B. Sick</b>
Kurzbeschreibung	Graphische Darstellungen, Dimensionsreduktion durch Hauptkomponentenanalyse, MDS und t-SNE. Hierarchisches Clustern, k-means Clustern.				
Lernziel	Die multivariate Statistik behandelt die gemeinsame Verteilung von mehreren Zufallsvariablen. Der Kurs führt die grundlegenden Konzepte ein und bietet einen Überblick über klassische und moderne Methoden und deren Anwendungen.				
<b>447-6624-01L</b>	<b>Applied Time Series I</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to time series analysis: examples, goals and mathematical notation. Descriptive techniques, modelling and prediction.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models.				
Skript	A script will be available.				
<b>447-0990-00L</b>	<b>Workshop</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>L. Meier</b>
Kurzbeschreibung	Im Workshop präsentieren die Kursteilnehmenden in einem kurzen Vortrag eine aktuelle statistische Fragestellung aus ihrem Arbeitsgebiet.				
Lernziel	Präsentation eines statistischen Problems und Kennenlernen von verschiedenen Anwendungen von statistischen Methoden.				
<b>► Wahlfächer</b>					
Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>447-0102-02L</b>	<b>Angewandte Multivariate Statistik II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>B. Sick</b>
Kurzbeschreibung	Spezialisierte Methoden der multivariaten Statistik: Klassifikation, Baummodelle, Support Vector Machines, Neural Networks.				
Lernziel	Die multivariate Statistik behandelt die gemeinsame Verteilung von mehreren Zufallsvariablen. Der Kurs führt spezialisierte Konzepte ein.				
<b>447-6624-02L</b>	<b>Applied Time Series II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	More advanced topics in time series analysis like time series regression, time series classification and spectral analysis.				
Lernziel	Getting to know advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Skript	A script will be available.				
<b>447-6222-01L</b>	<b>Robust Regression</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. F. Ruckstuhl</b>
Kurzbeschreibung	The basic ideas of robust fitting techniques are explained theoretically and practically using regression models and explorative multivariate analysis.				
Lernziel	Participants are familiar with common robust fitting methods for linear regression models as well as for explorative multivariate analysis and are able to assess their suitability for the data at hand.				
Inhalt	Influence function, breakdown point, regression M-estimation, regression MM-estimation, robust inference, covariance estimation with high breakdown point, application in principal component analysis and linear discriminant analysis.				
Literatur	Lecture notes are available.				
<b>447-6222-02L</b>	<b>Nonlinear Regression</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. F. Ruckstuhl</b>
Kurzbeschreibung	Fitting nonlinear regression functions and determining reliable confidence intervals.				
Lernziel	Participants know the challenges that arise in fitting nonlinear regression functions. In addition, they are aware of the difference between classical and profile based methods to determine confidence intervals.				
Inhalt	Nonlinear regression models, estimation methods, approximate tests and confidence intervals, estimation methods, profile t plot, profile traces, parameter transformations, prediction and calibration.				
Skript	Lecture notes are available.				
<b>447-6233-00L</b>	<b>Spatial Statistics ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Fachstudierende "Universität Zürich (UZH)" im Master-Studiengang Biostatistik von der UZH können diese Lerneinheit nicht direkt in myStudies belegen. Leiten Sie die schriftliche Teilnahmegenehmigung des Dozenten an die Kanzlei weiter. Als Einverständnis gilt auch ein direktes E-Mail des Dozenten an <a href="mailto:kanzlei@ethz.ch">kanzlei@ethz.ch</a>. Die Kanzlei wird anschliessend die Belegung vornehmen.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	In many research fields, spatially referenced data are collected. When analysing such data the focus is either on exploring their structure (dependence on explanatory variables, autocorrelation) and/or on spatial prediction. The course provides an introduction to geostatistical methods that are useful for such purposes.				

Lernziel	The course will provide an overview of the basic concepts and stochastic models that are commonly used to model geostatistical data sets. In addition, the participants will learn a number of geostatistical techniques and acquire some familiarity with software that is useful for analysing spatial data.		
Inhalt	After an introductory discussion of the types of problems and the kind of data that arise in environmental research, an introduction into linear geostatistics (models: stationary random processes, modelling large-scale spatial patterns by regression, modelling autocorrelation by variogram; kriging: mean-square prediction of spatial data) will be taught. The lectures will be complemented by data analyses that the participants have to do themselves.		
Skript	Slides, descriptions of the problems for the data analyses and worked-out solutions to them will be provided.		
Literatur	P.J. Diggle & P.J. Ribeiro Jr. 2007. Model-based Geostatistics. Springer		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement

<b>447-6236-00L</b>	<b>Statistics for Survival Data</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. Hauser</b>
Kurzbeschreibung	The primary purpose of a survival analysis is to model and analyze time-to-event data; that is, data that have as a principal endpoint the length of time for an event to occur. This block course introduces the field of survival analysis without getting too embroiled in the theoretical technicalities.				
Lernziel	Presented here are some frequently used parametric models and methods, including accelerated failure time models; and the newer nonparametric procedures which include the Kaplan-Meier estimate of survival and the Cox proportional hazards regression model. The statistical tools treated are applicable to data from medical clinical trials, public health, epidemiology, engineering, economics, psychology, and demography as well.				
Inhalt	The primary purpose of a survival analysis is to model and analyze time-to-event data; that is, data that have as a principal endpoint the length of time for an event to occur. Such events are generally referred to as "failures." Some examples are time until an electrical component fails, time to first recurrence of a tumor (i.e., length of remission) after initial treatment, time to death, time to the learning of a skill, and promotion times for employees.				
	In these examples we can see that it is possible that a "failure" time will not be observed either by deliberate design or due to random censoring. This occurs, for example, if a patient is still alive at the end of a clinical trial period or has moved away. The necessity of obtaining methods of analysis that accommodate censoring is the primary reason for developing specialized models and procedures for failure time data. Survival analysis is the modern name given to the collection of statistical procedures which accommodate time-to-event censored data. Prior to these new procedures, incomplete data were treated as missing data and omitted from the analysis. This resulted in the loss of the partial information obtained and in introducing serious systematic error (bias) in estimated quantities. This, of course, lowers the efficacy of the study. The procedures discussed here avoid bias and are more powerful as they utilize the partial information available on a subject or item.				
	This block course introduces the field of survival analysis without getting too embroiled in the theoretical technicalities. Models for failure times describe either the survivor function or hazard rate and their dependence on explanatory variables. Presented here are some frequently used parametric models and methods, including accelerated failure time models; and the newer nonparametric procedures which include the Kaplan-Meier estimate of survival and the Cox proportional hazards regression model. The statistical tools treated are applicable to data from medical clinical trials, public health, epidemiology, engineering, economics, psychology, and demography as well.				

### ► Diplomarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>447-1990-00L</b>	<b>Diplomarbeit</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In der Diplomarbeit werden typischerweise Daten aus dem eigenen Tätigkeitsgebiet ausgewertet. Die Arbeit beansprucht in etwa 1 - 2 Wochen Zeitaufwand. Die Kursteilnehmenden sollen dabei die Fähigkeit unter Beweis stellen, mit nützlichen und modernen Methoden der Statistik entsprechende Fragestellungen sachgerecht und effektiv zu bearbeiten.				
Lernziel	Die Kursteilnehmenden sollen die Fähigkeit unter Beweis stellen, mit nützlichen und modernen Methoden der Statistik entsprechende Fragestellungen sachgerecht und effektiv zu bearbeiten.				

### DAS in Angewandter Statistik - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS in Cyber Security

## ► Kernfächer

Die Kernfächer werden nur im Herbstsemester angeboten.

## ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.				
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>263-4600-00L</b>	<b>Formal Methods for Information Security</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>S. Krstic, R. Sasse, C. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on formal methods for the modeling and analysis of security protocols for critical systems, ranging from authentication protocols for network security to electronic voting protocols and online banking. In addition, we will also introduce the notions of non-interference and runtime monitoring.				
Lernziel	The students will learn the key ideas and theoretical foundations of formal modeling and analysis of security protocols. The students will complement their theoretical knowledge by solving practical exercises, completing a small project, and using state-of-the-art tools. The students also learn the fundamentals of non-interference and runtime monitoring.				

Inhalt	<p>The course treats formal methods mainly for the modeling and analysis of security protocols. Cryptographic protocols (such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, SAML single-sign on, and IPSec) form the basis for secure communication and business processes. Numerous attacks on published protocols show that the design of cryptographic protocols is extremely error-prone. A rigorous analysis of these protocols is therefore indispensable, and manual analysis is insufficient. The lectures cover the theoretical basis for the (tool-supported) formal modeling and analysis of such protocols. Specifically, we discuss their operational semantics, the formalization of security properties, and techniques and algorithms for their verification.</p> <p>The second part of this course will cover a selection of advanced topics in security protocols such as abstraction techniques for efficient verification, secure communication with humans, the link between symbolic protocol models and cryptographic models as well as RFID protocols (a staple of the Internet of Things) and electronic voting protocols, including the relevant privacy properties.</p> <p>Moreover, we will give an introduction to two additional topics: non-interference as a general notion of secure systems, both from a semantic and a programming language perspective (type system), and runtime verification/monitoring to detect violations of security policies expressed as trace properties.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	<p>Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.</p>				
Lernziel	<p>Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.</p>				
Inhalt	<p>First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on.</p> <p>Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed.</p> <p>Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects.</p> <p>An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy.</p> <p>Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.</p>				
Literatur	<p>Adams, A., &amp; Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.</p> <p>Cranor, L. F., &amp; Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."</p> <p>Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.</p> <p>However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

### DAS in Cyber Security - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS in Data Science

## ► Kernfächer

### ►► Einführungskurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0220-00L	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>	W	8 KP	4V+2U+1A	F. Perez Cruz, F. Yang
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
401-3632-00L	<b>Computational Statistics</b>	W	8 KP	3V+2U	J. Peters
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.  Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

### ►► Capstone Project

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
266-0100-00L	<b>Capstone Project</b>	O	8 KP	17A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The capstone project is part of the DAS in Data Science and is an opportunity to apply the knowledge acquired in the program in an independent, real-world project.				
Lernziel	To apply the knowledge acquired in the program in an independent, real-world project.				
Inhalt	The capstone project can be done under the supervision of the Swiss Data Science Center, or of any core or adjunct faculty of Data Science.  The project has to be finished within 6 months. Deadline for a project the following semester conducted at the SDSC is mid June/mid December.				

### ► Vertiefungen

#### ►► Hardware for Machine Learning

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0150-00L	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine</b>	W	6 KP	4G	L. Benini



<b>Learning</b>	
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.
Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.  Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required

<b>227-0155-00L</b>	<b>Machine Learning on Microcontrollers ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Magno, L. Benini</b>
	<i>Registration in this class requires the permission of the instructors.</i>				
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) and artificial intelligence are pervading the digital society. Today, even low power embedded systems are incorporating ML, becoming increasingly "smart". This lecture gives an overview of ML methods and algorithms to process and extracts useful near-sensor information in end-nodes of the "internet-of-things", using low-power microcontrollers (ARM-Cortex-M; RISC-V).				
Lernziel	Learn how to Process data from sensors and how to extract useful information with low power microprocessors using ML techniques. We will analyze data coming from real low-power sensors (accelerometers, microphones, ExG bio-signals, cameras...). The main objective is to study in detail how Machine Learning algorithms can be adapted to the performance constraints and limited resources of low-power microcontrollers becoming Tiny Machine learning algorithms.				
Inhalt	<p>The final goal of the course is a deep understanding of machine learning and its practical implementation on single- and multi-core microcontrollers, coupled with performance and energy efficiency analysis and optimization. The main topics of the course include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensors and sensor data acquisition with low power embedded systems</li> <li>- Machine Learning: Overview of supervised and unsupervised learning and in particular supervised learning ( Decision Trees, Random, Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Deep Learning, and Convolutional Networks)</li> <li>- Low-power embedded systems and their architecture. Low Power microcontrollers (ARM-Cortex M) and RISC-V-based Parallel Ultra Low Power (PULP) systems-on-chip.</li> <li>- Low power smart sensor system design: hardware-software tradeoffs, analysis, and optimization. Implementation and performance evaluation of ML in battery-operated embedded systems.</li> </ul> <p>The laboratory exercised will show how to address concrete design problems, like motion, gesture recognition, emotion detection, image, and sound classification, using real sensors data and real MCU boards.</p> <p>Presentations from Ph.D. students and the visit to the Digital Circuits and Systems Group will introduce current research topics and international research projects.</p>				
Skript	Script and exercise sheets. Books will be suggested during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Good experience in C language programming. Microprocessors and computer architecture. Basics of Digital Signal Processing. Some exposure to machine learning concepts is also desirable.				

<b>263-3855-00L</b>	<b>Cloud Computing Architecture</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+3A</b>	<b>A. Klimovic</b>
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.				
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				

## ►► Image Analysis & Computer Vision

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b> <i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				

Voraussetzungen / Prerequisites:  
Besonderes Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.

Preferred:  
Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.

The course will be held in English.

---

**227-1034-00L Computational Vision (University of Zurich) W 6 KP 2V+1U+1A D. Kiper**  
*No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.*  
*UZH Module Code: INI402*

*Mind the enrolment deadlines at UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html>*

**Kurzbeschreibung** This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.

**Lernziel** This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.

**Inhalt** This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.

**Literatur** Books: (recommended references, not required)  
 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997.  
 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.

---

**252-0579-00L 3D Vision W 5 KP 3G+1A M. Pollefeys, D. B. Baráth**

**Kurzbeschreibung** The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.

**Lernziel** After attending this course, students will:  
 1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.  
 2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.  
 3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision.  
 4. be able to critically analyze and asses current research in this area.

**Inhalt** The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**263-3710-00L Machine Perception W 8 KP 3V+2U+2A J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann**

**Kurzbeschreibung** Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling.

**Lernziel** This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks. Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.

The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.

Inhalt We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

Literatur Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

Voraussetzungen / Besondere This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

- \* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

Kompetenzen The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Kompetenzbereich	Kompetenzbeschreibung	Ergebnis
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	gefördert
	Anpassung und Flexibilität	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Neural Information Processing

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0395-00L	Neural Systems	W	6 KP	2V+1U+1A	R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
Lernziel	This course introduces <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>				
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				

Voraussetzungen / Besonderes	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).  As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				
<b>227-0973-00L</b>	<b>Translational Neuromodeling</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+1A</b>	<b>K. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.				
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.				
Inhalt	<p>This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.</p> <p>Lecture topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics</li> <li>2. Psychiatric nosology</li> <li>3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms</li> <li>4. Principles of Bayesian inference and generative modeling</li> <li>5. Variational Bayes (VB)</li> <li>6. Bayesian model selection</li> <li>7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)</li> <li>8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases</li> <li>9. Generative models of fMRI data</li> <li>10. Generative models of electrophysiological data</li> <li>11. Generative models of behavioural data</li> <li>12. Computational concepts of schizophrenia and depression</li> <li>13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients</li> </ol> <p>Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.</p> <p>PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of *both* MATLAB and Julia is required.</p>				
Literatur	See TNU website: <a href="https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching">https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of principles of statistics, programming skills in *both* MATLAB and Julia.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-1032-00L</b>	<b>Neuromorphic Engineering II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand</b>
	<i>Information für UZH Studierende:</i> <i>Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".				
Lernziel	Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.				
Inhalt	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".				
	The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.				

Literatur	S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				

## ►► Statistics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani				
	Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted at students with a non-math background.  Requirements: =====				
	1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression) 2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library)				
	An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year).				
	401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				

<b>401-6624-11L</b>	<b>Applied Time Series</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	The course starts with an introduction to time series analysis (examples, goal, mathematical notation). In the following, descriptive techniques, modeling and prediction as well as advanced topics will be covered.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models, advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				

Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.
Skript	A script will be available.
Voraussetzungen / Besonderes	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.

## ►► Machine Learning and Artificial Intelligence

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: - hidden-Markov models - factor graphs and message passing algorithms - linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares - Gibbs sampling, particle filter - recursive local polynomial fitting for signal analysis - parameter learning by expectation maximization - linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps - binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning: - Variational methods and optimization. - Deterministic annealing. - Clustering for diverse types of data. - Model validation by information theory.				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing. - Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures. - Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation. - Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.  L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.  After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi-Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).  The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros,</b>

Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.				
Lernziel	Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
Inhalt	<p>The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.</p> <p>We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.</p> <p>The course covers the following main areas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) Foundations of deep learning.</li> <li>II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).</li> <li>III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.</li> </ul> <p>Specific topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) Introduction to Deep Learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)</li> <li>b) Feedforward Networks</li> <li>c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)</li> <li>d) Convolutional Neural Networks</li> </ul> </li> <li>II) Advanced topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Latent variable models (VAEs)</li> <li>b) Generative adversarial networks (GANs)</li> <li>c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)</li> <li>d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows</li> <li>e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)</li> <li>f) Diffusion models</li> </ul> </li> <li>III) Applications in machine perception and computer vision: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)</li> <li>b) Pose estimation and other tasks involving human activity</li> <li>c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)</li> <li>d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling</li> </ul> </li> </ul>				
Literatur	Deep Learning Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio				
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning				
	<p>Please take note of the following conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge</li> <li>2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.</li> </ul> <p>The following courses are strongly recommended as prerequisites: * "Visual Computing" or "Computer Vision"</p> <p>The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.</p> <p>The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				

## ►► Big Data Systems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-3900-00L	<b>Big Data for Engineers</b> <i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>	W	6 KP	2V+2U+1A	G. Fourny
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.				
	<p>The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.</p> <p>This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".</p> <p>Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.</p> <p>The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.</p> <p>After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.</p>				
Inhalt	<p>This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.</p> <p>It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.</p> <p>We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.</p> <p>No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores</li> <li>- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)</li> <li>- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)</li> <li>- data shapes and models (tables, trees)</li> <li>- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)</li> <li>- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)</li> <li>- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)</li> <li>- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)</li> <li>- resource management (YARN)</li> <li>- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)</li> <li>- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)</li> <li>- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)</li> <li>- applications.</li> </ul> <p>Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.</p>				
Skript	<a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a>				
Literatur	Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.</p> <p>Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.</p> <p>Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-3855-00L</b>	<b>Cloud Computing Architecture</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+3A</b>	<b>A. Klimovic</b>
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.				
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				

### ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				
Inhalt	The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g. 1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data. 2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records. 3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively. 4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis. 5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare. 6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.				
Voraussetzungen / Besonderes	Data Structures & Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.  Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.  By the end of the course, students will be able to - Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms; - Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools; - Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.				
Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.				

Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.		
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Czepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.		
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

#### DAS in Data Science - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS in Informationstechnologie und Elektrotechnik

## ► Vertiefungsfächer

Vertiefungsfächer stammen in der Regel aus dem Vorlesungsangebot des Masterstudiengangs Elektrotechnik und Informationstechnologie. Über Ausnahmen entscheidet der Studiendelegierte in Absprache mit dem Tutor.

Angebot des Masterstudiengangs Elektrotechnik und Informationstechnologie

## ► Diplomprojekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-3001-00L	<b>Diplomprojekt</b> <i>Die Anmeldung zum Diplomprojekt setzt den erfolgreichen Abschluss von 18 KP ECTS aus Vertiefungsfächern voraus.</i>	O	12 KP	36D	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Das dreimonatige Diplomprojekt bildet den Abschluss des Weiterbildungsprogramms. Die Teilnehmenden wenden dabei die in den Vorlesungen erworbenen Kenntnisse der Vertiefung an und stellen Ihre Fähigkeit zu wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit unter Beweis. Es wird mit einem schriftlichen Bericht und einem Vortrag abgeschlossen. Die Arbeit wird von einem Professor des D-ITET geleitet.				
Lernziel	siehe oben				
227-1101-00L	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	E-	0 KP		U. Koch
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- You can write scientific texts using the correct structure</li> <li>- You can convincingly present scientific work</li> <li>- You can differentiate the scientific style from novels and news</li> <li>- You can adhere to citation rules and scientific integrity</li> </ul>				
Inhalt	The block course cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary)</li> <li>- Structure of Scientific Presentations</li> <li>- Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables)</li> <li>- Citation Rules and Scientific Integrity</li> </ul>				
Literatur	The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture. Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

## DAS in Informationstechnologie und Elektrotechnik - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS in Militärwissenschaften

Das DAS in Militärwissenschaften wird alle 2 Jahre angeboten und dauert zwei Semester.

Findet im Frühjahrssemester 2024 statt.

Nächste Durchführung Herbstsemester 2025.

## ► Lehrangebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0034-00L</b>	<b>Leadership II ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Hofstetter, F. Demont</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung "Leadership II" werden vor allem die Themen "Militärische Führung" und "Führen in Krisen und Extremsituationen" behandelt sowie spezifische Aspekte von Führungsprozessen (wie Problemlösen, Planen, Organisieren, interkulturelles Management etc.) beleuchtet.				
Lernziel	Ziel der Veranstaltung ist es, den Studierenden einen vertieften Einblick in Aspekte der Menschenführung zu vermitteln. Die Studierenden sollen, aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Vorlesung "Leadership I", die Bedeutung des Problemlösens, Planens und Organisierens erkennen und Einblick in Führungsprozesse in Krisensituationen und unter extremen Belastungen bekommen. Sie sollen zudem die Bedeutung der interkulturellen Führungskompetenz erkennen und für den praktischen Führungsalltag nutzbar machen.				
Inhalt	Diese Lehrveranstaltung wird durch eine für Berufsoffiziere obligatorische Übungsstunde ergänzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>853-0057-02L</b>	<b>Strategische Studien II (ohne Übungswoche)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Berni, M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	Die SiP-akkreditierte Vorlesung behandelt wirkungsmächtige Theorien der strategischen Studien von der Antike bis in die Gegenwart unter spezieller Berücksichtigung des zeitbezogenen Kontexts und des jeweiligen Standes der Militärtechnik.				
Lernziel	Die Teilnehmer wissen, wie sich das Verständnis von Strategie über die Zeit verändert hat. Sie verstehen das Wechselspiel zwischen den drei Grundkomponenten von Strategie (Ziele, Mittel/Kräfte, Methoden). Sie kennen die wichtigsten, "klassischen" strategischen Konzeptionen und Kriegstheorien und können sie in ihren spezifischen zeitbezogenen Kontext einordnen und mit dem jeweiligen Stand der Militärtechnik in Beziehung setzen. Sie sind sich - aufgrund der Betrachtung ausgewählter Beispiele aus der Geschichte und Zeitgeschichte - des Spannungsfeldes zwischen der Formulierung (Deklaration) und Anwendung (Implementierung) von Strategien bewusst. Sie können Originaltexte und moderne Fachpublikationen auf dem Gebiet der Strategischen Studien kritisch hinterfragen.				
Inhalt	Die zweisemestrige Vorlesung behandelt klassische Texte der strategische Studien von der Antike bis zur Gegenwart. Im ersten Semester werden Theorien bis ca. 1900 behandelt, im zweiten Semester die Theorien seither. Als "klassisch" werden jene Theorien verstanden, die in ihrer Zeit herausragend waren und eine wesentliche Nachwirkung erzielten, sei es in Form literarischer und wissenschaftlicher Rezeption oder als Handlungsanleitung zur Kriegführung. Bei jeder der insgesamt ca. 50 Theorien wird der jeweilige zeitbezogene Kontext ihrer Entstehung beleuchtet, gefolgt von einer Vorstellung ihrer Kernelemente und der Erörterung ihrer Wirkungsgeschichte.				
Skript	Vorgängig zu den einzelnen Stunden werden der betreffende Foliensatz sowie Quellentexte und Literatur (als Vorbereitungslektüre) zur Vorlesung via Moodle zur Verfügung gestellt. Das Programm ist auch online verfügbar ( <a href="http://www.milak.ch">www.milak.ch</a> ).				
Literatur	Peter Paret (Hg.), Makers of Modern Strategy. From Machiavelli to the Nuclear Age, Princeton 1986				
	Elinor C. Sloan, Modern Military Strategy. An Introduction, Oxon/New York 2012				
	Lawrence Freedman, Strategy. A History, New York 2013				
	John Baylis, James J. Wirtz, and Colin S. Gray (Hg.), Strategy in the Contemporary World. An Introduction to Strategic Studies, New York 2018				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Passives Verständnis des Englischen und Französischen sind erforderlich.				
<b>853-0051-01L</b>	<b>Militärsoziologie II (ohne Übungswoche)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Szvircsev Tresch, S. De Rosa, T. Ferst</b>
Kurzbeschreibung	Thematisierung der zivil-militärischen Beziehungen und der demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Aufzeigen der Veränderungen europäischer Streitkräftestrukturen (Technisierung, gesellschaftliche und geostrategische Veränderungen). Betrachtung der Milizfähigkeit von Gesellschaft und Militär in der Schweiz.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Entwicklung der Wehrstrukturen in Europa aufgrund gesellschaftlicher, technologischer, ökonomischer und geostrategischer Veränderungen kennen und die damit verbundenen Folgen nennen können;</li> <li>• die Vor- und Nachteile verschiedener Wehrsysteme aufzeigen können;</li> <li>• die Grundprinzipien der demokratischen Kontrolle von Streitkräften kennen;</li> <li>• die Begriffe Wehrpflicht und Miliz definieren können und auch die in der Bundesverfassung dazu genannten Artikel kennen;</li> <li>• die Milizfähigkeit der Schweizer Armee aufgrund technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen kritisch hinterfragen können;</li> <li>• die drei unterschiedlichen Zusammenarbeitsformen in internationalen militärischen Einsätzen beschreiben können;</li> <li>• forschungstechnische Fragen anhand eigener Forschungsresultate / bzw. -projekte der Dozentur Militärsoziologie diskutieren.</li> </ul>				
Inhalt	Die Vorlesung "Militärsoziologie II" beschäftigt sich eingehend mit der Frage, warum sich Gesellschaften gegen äussere Bedrohungen verteidigen. Die Vorlesung analysiert die "alten" und "neuen" Kriege, zeigt das zivil-militärische Spannungsverhältnis auf und untersucht den Einfluss der zivil-demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Zudem gibt sie einen Überblick über die aktuellen Transformationen europäischer Streitkräfte (technologisch, gesellschaftlich, ökonomisch und geostrategisch) und deren Einfluss auf die Akzeptanz und Legitimation des Militärs in westlichen Gesellschaften. Dies führt zur Frage der Rekrutierung und Alimentierung von Streitkräften und den gesellschaftlichen Bedürfnissen nach alternativen Modellen der zivil-gesellschaftlichen Beteiligung der Bevölkerung. Die Vorlesung wirft damit die drängende Frage nach demokratischer Kontrolle von gesellschaftlichen Bereichen auf, die sich aufgrund sozioökonomischer und technologischer Entwicklungen den hergebrachten Kontrollmechanismen westlicher Gesellschaften entziehen. Ebenfalls thematisiert die Veranstaltung den Aspekt der Diversität in den Streitkräften. Organisationssoziologisch interessiert, ob die Streitkräfte eine Organisation wie jede andere auch sind, oder aber ein Sonderfall. Weiter wird die Schweizer Milizarmee analysiert und die gesellschaftlichen Voraussetzungen der Milizfähigkeit und die Grenzen für die Schweizer Armee aufgezeigt.				
Skript	Zur Vorlesung wird jeweils ein Foliensatz und vertiefende Literatur zur Verfügung gestellt. Zu den Texten gibt es verschiedene Fragen, die als Prüfungsvorbereitung dienen und teilweise auch in der Vorlesung besprochen werden.				
Literatur	Eine Auswahl von klassischen wie auch aktuellen Texten wird in der Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>853-0080-00L</b>	<b>Militärsgeschichte II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Olsansky, A. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung thematisiert die Strukturprobleme und den Entwicklungspfad der Schweizer Armee seit der Adaption der napoleonischen Kriegführung im Jahre 1804. Dabei werden alle Generalmobilmachungen und Armeereformen des 20. Jahrhunderts und die damit verbundenen inner- und aussermilitärischen Richtungstreite behandelt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Adaptionen der Schweizer Armee an die Militärrevolutionen der Neuzeit kennen und kommentieren können;</li> <li>- Die dauerhaften Problemlagen der Entwicklung der Schweizer Armee erfassen können;</li> <li>- Die Aufgebote der Schweizer Armee im 19. und 20. Jahrhundert kennen und problematisieren können.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Insgesamt geht es darum, die Entwicklung der Schweizer Armee im gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, technologischen und politischen Umfeld von 1804 bis 2004 nachzuvollziehen. Dabei wird die schweizerische Entwicklung in Relation gesetzt mit den allgemeinen Errungenschaften der Militärrevolutionen I-VI.</p> <p>Im Besonderen werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Mobilmachungen und Planungen des operativen Einsatzes der Schweizer Armee 1847, 1856, 1914-1918, 1939-1945.</li> <li>- Die Auseinandersetzungen um die Gesamtkonzeption und um die operative Doktrin 1945-2004</li> <li>- Die Armeereformen 1945-2004</li> </ul>				
Literatur	Jaun, Rudolf: Geschichte der Schweizer Armee. Vom 17. Jahrhundert bis in die Gegenwart. Zürich 2019				
Voraussetzungen / Besonderes	Baut auf Vorlesung 853-0063-00L Militärsgeschichte I auf.				
<b>853-0102-00L</b>	<b>Militärökonomie II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. M. Keupp, M. Bader, F. Muhly, C. Schulze</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung folgt strukturell und inhaltlich dem Buch "Militärökonomie" des Dozenten, das in zwei Sprachversionen verfügbar ist:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- deutschsprachig: ISBN 978-3-658-06146-3</li> <li>- französischsprachig: ISBN 978-3-658-25287-8</li> </ul>				
	In der Veranstaltung "Militärökonomie II" werden die Abschnitte 3 und 4 des Buches behandelt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Auswirkungen institutioneller Gestaltung auf die Effektivität und Effizienz militärischer Leistung verstehen</li> <li>* Möglichkeiten und Grenzen für Systemreformen analysieren</li> </ul>				
Inhalt	Das Semesterprogramm des Kurses gliedert sich in 14 Module zu je 90 Minuten, welche Vorlesung (Vermittlung von Analytechniken) und Übung (Anwendung mittels konkreter Fallstudien) kombinieren.				
	Die Inhalte entsprechen den Abschnitten 3 bis und mit 5 des o.a. Buches. Inhaltlich diskutiert wird das Folgende:				
	3.1 Der militärische Konflikt als objektive Selektionsumgebung				
	3.2 Folgen des planwirtschaftlichen Systems für militärische Effektivität				
	4.1 Möglichkeiten und Grenzen von Effizienzsteigerungen				
	4.2 Folgen des planwirtschaftlichen Systems für militärische Effizienz				
	5. Möglichkeiten und Grenzen von Systemreformen				
Skript	Vor Beginn der Vorlesung werden die Vorlesungsfolien an die Teilnehmer angegeben. Zusätzlich wird das o.a. Buch an die Teilnehmer abgegeben. Teilnehmer der Vorlesung, die nicht Berufsoffiziersanwärter sind, werden gebeten, das Buch aus der Bibliothek oder dem Buchhandel zu beziehen.				
Literatur	Keupp, M. M. 2019 Militärökonomie. Wiesbaden: SpringerGabler. ISBN 978-3-658-06146-3				
	Keupp, M. M. 2019 Économie militaire. Wiesbaden: SpringerGabler. ISBN 978-3-658-25287-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Erfolgreich bestandene Prüfung in "Militärökonomie I" oder vertiefte Grundkenntnisse in Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, insbesondere Institutionenökonomie. Der Kurs steht externen Teilnehmern offen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
<b>853-0040-00L</b>	<b>Militärpsychologie und -pädagogik II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>H. Annen</b>
Kurzbeschreibung	Aufbauend auf dem Stoff des ersten Semesters auf psychologische und pädagogische Aspekte in der Ausbildung, Erziehung und Führung im militärischen Alltag sensibilisieren. Die Gefahren des Ausnützens von Macht aufzeigen und Konsequenzen für die Praxis ableiten. Das Phänomen Stress und dessen Bedeutung für die Auftragserfüllung kennen lernen.		
Lernziel	Die verschiedenen Stressmodelle sowie Stressbewältigungsmöglichkeiten kennen. Die Symptome von Überforderungsreaktionen benennen können sowie einen Überblick über die gängigen Präventions- und Behandlungsmethoden von CSR und PTSD erhalten. Die psychologischen Bedingungsfaktoren von Macht- und Autoritätsmissbrauch kennen und Konsequenzen für deren Eindämmung im militärischen Praxisalltag ableiten.		
Inhalt	Grundsätzlich sollen die Teilnehmer/innen auf psychologische und pädagogische Aspekte in der Ausbildung, Erziehung und Führung im militärischen Alltag sensibilisiert werden. Aufbauend auf den im ersten Semester behandelten Themen und vor dem Hintergrund der psychologischen Grundlagenforschung werden spezifisch militärische Aspekte behandelt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf das Phänomen "Stress" gerichtet. Mit der Frage, auf welche Weise und mit welchen Instrumenten sich das erworbene Wissen in die Praxis umsetzen lässt, wird auch der pädagogischen Perspektive ausreichend Beachtung geschenkt.		
	Themen: - Stress - Denk- und Entscheidungsprozesse unter Stress - Psychische Kampfreaktionen und traumatischer Stress - Resilienz - Umgehen mit Macht und Autorität - Werte - Normen - Ziele - Der militärische Führer als Psychologe und Pädagoge		
Literatur	- Annen, H., Steiger, R. & Zwygart, U.: Gemeinsam zum Ziel, Huber, Frauenfeld 2004 - Stadelmann, J.: Führung unter Belastung, Huber, Frauenfeld 1998		
	Die Vorlesung wird durch eine virtuelle Lernumgebung unterstützt. Dort sind auch die relevanten Dokumente (Folien und Texte und die oben erwähnten Bücher) sowie Angaben zur weiterführenden Literatur greifbar		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft
<b>853-0058-00L</b>	<b>Schweizer Aussen- &amp; Sicherheitspolitik seit 1945</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>
		<b>2V+1U</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die Grundzüge der Schweizer Aussen- und Sicherheitspolitik seit 1945. Im Zentrum stehen die Entstehung und Weiterentwicklung der sicherheitspolitischen Strategien und Instrumente unter Berücksichtigung des jeweiligen historischen Umfeldes. In den Übungen werden auf der Basis von Quellentexten ausgewählte Themen analysiert und diskutiert.		
Lernziel	Die Teilnehmer sollen am Ende des Semesters über ein solides Grundwissen der Geschichte der Schweizerischen Aussen- und Sicherheitspolitik seit 1945 verfügen.		
Inhalt	Im ersten Teil der Vorlesung soll zunächst der Begriff "Sicherheit" geklärt werden. Dabei werden wir feststellen, dass sich das Sicherheitsverständnis im Laufe der Zeit stark gewandelt hat. Im zweiten Teil der Vorlesung richten wir unser Hauptaugenmerk auf die Entwicklung der Schweizer Sicherheitspolitik seit 1945. Auf konzeptioneller Ebene werden die verschiedenen sicherheitspolitischen Hauptphasen beleuchtet - vom Konzept der "totalen Landesverteidigung" bis zum sicherheitspolitischen Bericht 2016. In diesem Zusammenhang sollen auch die innen- und aussenpolitischen Impulse, welche die Weiterentwicklung der schweizerischen Sicherheitspolitik vorangetrieben haben, untersucht werden. Die Diskrepanz zwischen Planung und Ausführung der Strategiekonzepte wird schliesslich anhand der beiden zentralen sicherheitspolitischen Mittel Aussenpolitik und Armeee aufgezeigt. In den Übungen werden auf der Grundlage der Pflichtlektüre ausgewählte Aspekte der Schweizer Aussen- und Sicherheitspolitik diskutiert und vertieft.		
Literatur	Pflichtlektüre: Spillmann, Kurt R., Andreas Wenger, Christoph Breitenmoser und Marcel Gerber. Schweizer Sicherheitspolitik seit 1945: Zwischen Autonomie und Kooperation. Zürich: Verlag Neue Zürcher Zeitung, 2001.		
	Das Buch ist vergriffen, wird aber als PDF in der Online-Lernumgebung (Moodle) zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird durch ein webbasiertes virtuelles Klassenzimmer (Moodle) unterstützt. Bei Fragen zur Lehrveranstaltung wenden Sie sich bitte an Fabio Schmocker, fabio.schmocker@sipo.gess.ethz.ch.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

### DAS in Militärwissenschaften - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS in Regenerative Materials

## ► Pflichtmodul Essentials

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>136-0101-00L</b>	<b>Discovering Regenerative Materials</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	Regenerative materials come in a wide variety of forms and compositions, from raw materials to industrialized construction systems. Knowing the specificities of these different materials is needed to adopt the appropriate constructive choice adapted to the socio-economic situation of the territory and the resource availability.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn the diversity of regenerative materials.</li> <li>- Understand the material through its composition, implementation, LCA analysis and aesthetic.</li> <li>- Take inspiration from vernacular architecture : think local - adopt a territorial approach.</li> <li>- Grasp the fundamental relations existing between a specific construction choice, a level of industrialisation, and the material and immaterial resources available on the territory.</li> <li>- Dare an innovative project which overcome legislative barriers and involve the inhabitants as early as possible in the design process.</li> <li>- Learn how to develop solutions to move towards a regenerative architecture.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>136-0102-00L</b>	<b>Earth Construction</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	Earth construction is attracting attention in contemporary construction. New strategies have been developed for innovation, combining traditional techniques with modern construction systems and new materials. These constructions are still challenging with regards to standards and building codes, but many solutions exist to fulfil the expectation and ambition to make a different architecture.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn the different techniques of earth construction.</li> <li>- Understand the structural behaviour and the durability risks.</li> <li>- Define the cost and planning of earth construction.</li> <li>- Adapt the production process to the project: local resources, production line, prefabrication.</li> <li>- Gain experience from projects overcoming structural engineering difficulties and the lack of standards.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures				
<b>136-0103-00L</b>	<b>Bio-Based Construction</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	Lightweight construction correspond to wooden-framed or prefabricated system fulfilled with a lightweight biobased material. Knowing the technical aspects, limitations and solutions, rules, public market, but also building physic is essential for a good conception and the management of the project.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Know the different techniques of lightweight construction and good practices to prevent future disorders.</li> <li>- Understand the specific thermal and hygrothermal behaviour.</li> <li>- Define the cost and planning strategies.</li> <li>- Know the recent development of lightweight materials.</li> <li>- Identify the challenges for the organization of bio-material supply chain in a territory.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures				
<b>136-0104-00L</b>	<b>Re-Valuing the Building Stock</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	New construction represent only one percent of construction per year in European countries. Re-valuing the existing building stock is therefore a priority. Using bio-based insulation for energy retrofit and the reuse of building component in case of building demolition represent promising carbon-neutral solutions for the construction sector.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adopt a methodology for the retrofit of historic buildings as well as 50's to 80's building stock.</li> <li>- Understand and manage the moisture risks when retrofitting buildings.</li> <li>- Know the biobased insulation market.</li> <li>- Practice deconstruction of existing building, from dismantling to reuse.</li> <li>- Challenge the conventional building design to maximize its potential for later reuse.</li> </ul>				
Literatur	A list of literature will be offered on a specific online platform, that could be used by all students attending the lectures				
<b>136-0150-00L</b>	<b>Regenerative renovation - Project exercise</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Habert, A. Evrard</b>
Kurzbeschreibung	The last module of the CAS consists in an individual or group project exercise, that will be presented during a final review on the 15th of May 2020				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Analysis of the local resources, the regional know-how and the social challenges of the project to tend towards a regenerative architecture</li> <li>-Definition of a pre-program with cost and planning</li> <li>-Formulation of a strategy to overcome blockage</li> </ul>				

## ► Wahlmodule

### ►► Wahlmodul Structural Specialisation

*Wird ab Herbstsemester 2024 angeboten*

### ►► Wahlmodul Hygrothermal Specialisation

*Wird im Herbstsemester (2-jährlich) angeboten.*

### ► Diplom-Arbeit

*Wird ab Frühjahrssemester 2025 angeboten*

## DAS in Regenerative Materials - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# DAS Vorbereitung auf die eidgenössische Prüfung in Pharmazie

## ► Fächerpaket 1 (Gruppe A)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>535-0522-00L</b>	<b>Pharmakologie und Toxikologie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>U. Qwitterer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie gibt im Verlauf von 2 Semestern einen Überblick über die Zusammensetzung, Anwendung und Wirkungsweise von wichtigen Medikamentengruppen. Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Pharmazie und der medizinisch orientierten Naturwissenschaften.				
Lernziel	Das Ziel ist die Vermittlung pharmakologischer und toxikologischer Grundlagen unter Berücksichtigung pharmakologischer, pathophysiologischer und klinischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung umfasst die kurze Darstellung makroskopischer, mikroskopischer, pathobiochemischer sowie funktioneller Veränderungen an Organen und Organsystemen bei wichtigen Erkrankungen. Ausgehend davon werden die Wirkungsmechanismen, die Anwendung, die Pharmakokinetik, unerwünschte Wirkungen, Wechselwirkungen, Toxikologie, Kontraindikationen und Dosierung relevanter Medikamente dargestellt. Allgemeine Prinzipien klinischer Pharmakologie und Pharmakotherapie werden behandelt.				
Skript	Für jede Vorlesung wird ein Skript abgegeben, das eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Stichpunkten beinhaltet.				
Literatur	Die Skripte enthalten die Hauptpunkte der Vorlesung und definieren prüfungsrelevante Kenntnisse. Sie ersetzen die Vorlesung nicht. Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Bernhard Hofmann, Veit Flockerzi. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 13. Auflage, 1244 Seiten 2022 Urban & Fischer in Elsevier, ISBN: 978-3-437-42622-3  Das internationale Standardwerk der Pharmakologie: Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann 14th edition, 1664 pages 2022; McGraw - Hill Higher Education ISBN: 978-264-25807-9				
Voraussetzungen / Besonderes	Abschluss Grundstudium.  Gleichzeitiger oder vorgängiger Besuch des Seminars 535-0523-00 Aktuelle Themen aus Pharmakologie und Toxikologie ist dringend empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>535-0523-00L</b>	<b>Aktuelle Themen aus Pharmakologie und Toxikologie</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Qwitterer</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs ergänzt die Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie.				
Lernziel	Vertiefung des Wissens in ausgewählten Themen der Pharmakologie und Toxikologie und Erlernen von Grundprinzipien der Pharmakotherapie.				
Inhalt	Im Rahmen des Kurses wird eine kurze Präsentation über ein ausgewähltes Thema der Pharmakologie und Toxikologie selbständig vorbereitet und als Kurzvortrag im Kurs vorgestellt. Die Präsentation und der Kurzvortrag werden als bestanden oder nicht bestanden bewertet.				
Literatur	Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Bernhard Hofmann, Veit Flockerzi. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 13. Auflage, 1244 Seiten 2022 Urban & Fischer in Elsevier, ISBN: 978-3-437-42622-3  Das internationale Standardwerk der Pharmakologie: Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann 14th edition, 1664 pages 2022; McGraw - Hill Higher Education ISBN: 978-264-25807-9				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Abschluss Grundstudium				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>535-0135-00L</b>	<b>Klinische Chemie I</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Hersberger</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung der allgemeinen Grundlagen der Laboratoriumsdiagnostik und Übersicht über die Laborparameter zu den Themen Entzündung, Fettstoffwechsel, akuter Herzinfarkt, Diabetes, Nierenfunktion, Urindiagnostik, Lebererkrankungen, Gerinnung, Blutbild, Therapeutic Drug Monitoring und Drogenscreening.				
Lernziel	Übersicht über die Möglichkeiten und Limitationen der Labordiagnostik, wie sie auch in der Offizin angeboten werden könnte. Indikationen und Methoden häufiger Laboruntersuchungen werden gekannt.				
Inhalt	Einführung in die medizinische Laboratoriumsdiagnostik: Immunchemische Methoden, Entzündungsdiagnostik, Akuter Herzinfarkt, Fettstoffwechsel, Diabetes, Nierenfunktion und Urindiagnostik, Blutbild, Gerinnung, Therapeutic Drug Monitoring, Drogenscreening, allgemeine Diagnostik von Lebererkrankungen, Point-of-care Diagnostik.				
Skript	Unterlagen werden vor der Vorlesung elektronisch verfügbar gemacht.				
Literatur	- Jürgen Hallbach, Klinische Chemie und Hämatologie für den Einstieg, Thieme Verlag - Harald Renz, Praktische Labordiagnostik, de Gruyter Verlag - Walter Guder, Das Laborbuch für Klinik und Praxis, Elsevier Verlag				
<b>535-0391-00L</b>	<b>Pathobiologie</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Y. Yamauchi</b>
Kurzbeschreibung	Pathobiologie beschreibt die Mechanismen, die von der Krankheitsursache zum klinischen Bild führen. Der Kurs vermittelt eine Übersicht über die wichtigsten Organerkrankungen, deren Symptome und pathogenetischen Mechanismen. In Fallbeispielen werden Vorgehensweisen zum Erkennen der besprochenen Krankheiten und einfache Differenzialdiagnosen geübt.				
Lernziel	Verständnis der molekularen Zusammenhänge zwischen Krankheitsursache und klinischem Bild. Kenntnis der wichtigsten Krankheiten und ihrer Symptome. Erste Fähigkeiten zum Erkennen und Unterscheiden von Erkrankungen basierend auf Fallbeispielen.				
Inhalt	Vorlesungsinhalte:  1. Einführung und Allgemeine Pathologie 2. Erkrankungen der Blutzellen 3. Herz-Kreislauf-Krankheiten 4. Erkrankungen der Lunge 5. Erkrankungen der Niere 6. Erkrankungen des endokrinen Systems; Hormone 7. Stoffwechselkrankheiten 8. Erkrankungen der Verdauungsorgane 9. Hautkrankheiten 10. Erkrankungen der Geschlechtsorgane 11. Erkrankungen des Bewegungsapparats 12. Erkrankungen des Zentral-Nervensystems 13. Erkrankungen der Sinnesorgane 14. Psychiatrische Erkrankungen				
Skript	Fallbeispiele zu den in der Vorlesung besprochenen Erkrankungen werden durch die Studierenden selbständig gelöst und präsentiert. Wird auf folgender Internetseite veröffentlicht:				
Literatur	myStudies Kumar Vinay ; Abbas Abul K. ; Fausto Nelson ; Aster Jon C, Robbins and Cotran, Pathologic Basis of Disease, 9th ed., Saunders Elsevier, Philadelphia 2017 Mitchell Richard N. ; Kumar Vinay ; Abbas Abul K. ; Fausto Nelson ; Aster Jon C., Pocket Companion to Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease, 9th ed., Elsevier Saunders, Philadelphia 2017 Tischendorf Frank W. (Hrsg.), Blickdiagnostik : Compact-Atlas der klinischen Inspektion und Differenzialdiagnostik, 5. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart 2017				

► **Fächerpaket 2 (Gruppe A)**

►► **Obligatorische Fächer II**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5520-00L	<b>Klinische Kasuistiken ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1.5G</b>	<b>E. Kut Bacs, S. Erni, P. Obrist</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung bringt das klinisch-pharmazeutische Grundwissen in Triage, Diagnostik und Therapiebegleitung (TDT) in Fallbeispielen zur Anwendung. Studierende können patientenzentrierte Kasuistiken aus der Offizin differentialdiagnostisch einordnen und beruhend auf Therapierichtlinien eine geeignete Medikation vorschlagen bzw. wo angezeigt auf eine ärztliche Abklärung verweisen.				
Lernziel	Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>• können basierend auf ihrem Grundwissen in Therapie, Diagnostik und Therapiebegleitung einfache Fallbeispiele aus der Offizin selbstständig analysieren und im Plenum präsentieren, erklären und diskutieren.</li> <li>• bewerten dabei exemplarische Beschwerde- und Krankheitsbilder und können diese innerhalb des jeweiligen Fachbereichs differentialdiagnostisch einordnen.</li> <li>• sind in der Lage, die Ursache und Entstehung des Beschwerdebilds zu erklären und erkennen die wichtigsten klinischen Leit- und Warnsymptome (Red Flags).</li> <li>• sind fähig, eine geeignete Patientenbefragung aufzulisten und aus den gewonnenen Informationen eine Verdachtsdiagnose zu erstellen.</li> <li>• beruhend auf ihren Kenntnissen der Wirkstoffklassen, Therapierichtlinien und ausgewählter Spezialitäten (Essential Drugs) der in TDT erlernten Fachbereiche sind sie in der Lage, Therapiemöglichkeiten vorzuschlagen und erkennen, wann eine Überweisung an eine medizinische Fachperson angezeigt ist.</li> </ul>				
Inhalt	In Gruppen werden Cases zu folgenden Fachgebieten erarbeitet und alle zwei Wochen im Plenum präsentiert und besprochen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angiologie</li> <li>• Dermatologie</li> <li>• Diabetologie</li> <li>• Gastroenterologie</li> <li>• Infektiologie</li> <li>• Kardiologie</li> <li>• Neurologie</li> <li>• Ophthalmologie</li> <li>• Otorhinolaryngologie</li> <li>• Pneumologie</li> <li>• Rheumatologie</li> </ul>				
Skript	Wird über myStudies veröffentlicht.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung dient der praktischen Anwendung und Vertiefung des erlernten klinisch-pharmazeutischen Grundwissens der Veranstaltung "Triage, Diagnostik und Therapiebegleitung" des 1. Semesters Msc. Pharmazie. Ein vorhergehender Besuch der TDT Vorlesungen ist dringend empfohlen (unabhängig des TDT-Prüfungsantritts).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert

► **Fächerpaket 2 (Gruppe B)**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5520-00L	<b>Klinische Kasuistiken ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1.5G</b>	<b>E. Kut Bacs, S. Erni, P. Obrist</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung bringt das klinisch-pharmazeutische Grundwissen in Triage, Diagnostik und Therapiebegleitung (TDT) in Fallbeispielen zur Anwendung. Studierende können patientenzentrierte Kasuistiken aus der Offizin differentialdiagnostisch einordnen und beruhend auf Therapierichtlinien eine geeignete Medikation vorschlagen bzw. wo angezeigt auf eine ärztliche Abklärung verweisen.				
Lernziel	Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>• können basierend auf ihrem Grundwissen in Therapie, Diagnostik und Therapiebegleitung einfache Fallbeispiele aus der Offizin selbstständig analysieren und im Plenum präsentieren, erklären und diskutieren.</li> <li>• bewerten dabei exemplarische Beschwerde- und Krankheitsbilder und können diese innerhalb des jeweiligen Fachbereichs differentialdiagnostisch einordnen.</li> <li>• sind in der Lage, die Ursache und Entstehung des Beschwerdebilds zu erklären und erkennen die wichtigsten klinischen Leit- und Warnsymptome (Red Flags).</li> <li>• sind fähig, eine geeignete Patientenbefragung aufzulisten und aus den gewonnenen Informationen eine Verdachtsdiagnose zu erstellen.</li> <li>• beruhend auf ihren Kenntnissen der Wirkstoffklassen, Therapierichtlinien und ausgewählter Spezialitäten (Essential Drugs) der in TDT erlernten Fachbereiche sind sie in der Lage, Therapiemöglichkeiten vorzuschlagen und erkennen, wann eine Überweisung an eine medizinische Fachperson angezeigt ist.</li> </ul>				

Inhalt	In Gruppen werden Cases zu folgenden Fachgebieten erarbeitet und alle zwei Wochen im Plenum präsentiert und besprochen:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angiologie</li> <li>• Dermatologie</li> <li>• Diabetologie</li> <li>• Gastroenterologie</li> <li>• Infektiologie</li> <li>• Kardiologie</li> <li>• Neurologie</li> <li>• Ophthalmologie</li> <li>• Otorhinolaryngologie</li> <li>• Pneumologie</li> <li>• Rheumatologie</li> </ul>		
Skript	Wird über myStudies veröffentlicht.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung dient der praktischen Anwendung und Vertiefung des erlernten klinisch-pharmazeutischen Grundwissens der Veranstaltung "Triage, Diagnostik und Therapiebegleitung" des 1. Semesters Msc. Pharmazie. Ein vorhergehender Besuch der TDT Vorlesungen ist dringend empfohlen (unabhängig des TDT-Prüfungsantritts).		
	Die klinischen Kasuistiken beginnen in der 3. Semesterwoche und werden zweiwöchentlich jeweils montags online durchgeführt (4.3., 18.3., 8.4., 22.4., 6.5., 27.5., 10.6.2024 (Achtung letzte Lektion nach Semesterende!)). Die obligatorische Online-Präsenzzeit der Veranstaltung ist der Vormittag von 9.15-12.00h. Am Nachmittag finden Gruppenarbeiten statt (keine Präsenzpflcht, selbständige Organisation innerhalb der Gruppe).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

### ► Fächerpaket 3 (Gruppe A und B)

#### ►► Praktische Pharmazie I

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5525-00L	<b>Recht und Pharmakoökonomie ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Hugentobler, K. Tremp</b>
Kurzbeschreibung	Praxisnahe Vermittlung der rechtlichen Grundlagen zur Ausübung des Apothekerberufes. Ergänzt durch Vermittlung der Grundprinzipien der Pharma- und Gesundheitsökonomie sowie Betriebswirtschaftslehre.				
Lernziel	Die Studierenden wenden im Vorlesungsteil "Recht" die entsprechenden Bundeserlasse zu den Medizinalberufen, zu den Sozialversicherungen, zu den Heilmitteln und zu weiteren im Apothekerberuf üblichen Waren und Dienstleistungen im Sinne der Patienten an. Sie verstehen die Prinzipien des Gesundheitsschutzes der einzelnen Erlasse und das Selbstbestimmungsrecht der Patienten. Anhand von praktischen Situationen erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Anwendung und zur Abwägung der einzelnen Erlasse gegeneinander.				
	Im Vorlesungsteil "Ökonomie" lernen die Studierenden die Struktur des Schweizer Gesundheitswesens inkl. Kompetenzen und Pflichten der verschiedenen Akteure kennen. Sie erwerben Kenntnisse über die Grundlagen der Pharma- und Gesundheitsökonomie sowie der Betriebswirtschaftslehre (insbesondere Gründung und Führung eine Apotheke). Des weiteren verstehen und kennen sie die gesundheitspolitische Strategie des Bundes, die Möglichkeiten und Grenzen des elektronischen Patientendossiers, sowie Steuerungsmodelle wie Managed Care und integrierte Versorgung.				
Inhalt	Im Vorlesungsteil "Recht" wird die Rolle des Apothekers im Gesundheitswesen, als Medizinalperson, als Leistungserbringer und in der interdisziplinären Zusammenarbeit aus bundesrechtlicher Sicht vermittelt. Studierende erwerben Kenntnisse der rechtlichen Vorgaben zu verschiedenen Gruppen von Heilmitteln von der Herstellung, über den Vertrieb, die Abgabe und die Anwendung bis zur Entsorgung.				
	Im Vorlesungsteil "Ökonomie" erhalten die Studierenden einen Einblick in die gesetzlichen Grundlagen, Strukturen und Entwicklungen des Schweizerischen Gesundheitswesens, erwerben Kenntnisse über die Grundlagen der Pharma- und Gesundheitsökonomie sowie der Betriebswirtschaftslehre.				
Skript	Die Studierenden erhalten vorgängig zu den Vorlesungsterminen Zugriff auf die entsprechenden Unterlagen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

#### ►► Praktische Pharmazie II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5523-00L	<b>Therapeutic Skills III ■</b>	Z	3 KP	5V	S. Erni, A. Küng Krähenmann, E. Kut Bacs, P. Obrist, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt Inhalte und Vertiefungen, die für die Tätigkeit in der praktischen Pharmazie (Offizin und Spital) von besonderer Relevanz sind. Im Vordergrund stehen komplexe Medikationsfragestellungen unter Berücksichtigung spezieller Patientengruppen sowie Kenntnisse über Labordiagnostik und Medical Devices. Ebenfalls thematisiert werden Kommunikation und Ethik.				
Lernziel	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Medikationsprobleme in komplexen Konstellationen (Galenik, Biopharmazie, Interaktionen, Komedikation, spezielle Patientengruppen) und sind in der Lage, die entsprechende Pharmakotherapie in der individuellen Patientensituation zu begleiten, bzw. zu optimieren.</li> <li>• vertiefen und erweitern ihre Medikamentenkenntnisse.</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, dieses Wissen in objektiverer und strukturierter Form in der Beratung von PatientInnen umzusetzen.</li> <li>• erwerben Basis-Kenntnisse über die wichtigsten diagnostischen Parameter, insbesondere die häufigsten Laborwerte und deren grundlegender Interpretation.</li> <li>• erhalten eine Einführung über die für Medizinalpersonen typischen und wichtigen Aspekte in den Bereichen Ethik und Kommunikation.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Labordiagnostik</li> <li>- Medical Devices (Asthma, Diabetes)</li> <li>- Kompressionsstrümpfe und Milchpumpen</li> <li>- Komplexe Pharmakotherapie</li> <li>- Medikation in besonderen Lebenssituationen (Schwangere / Stillende, Kinder, DiabetikerInnen, Aeltere PatientInnen / Niereninsuffiziente, Immunsupprimierte)</li> <li>- Kommunikation</li> <li>- Ethik</li> <li>- Vertiefungstage (diverse medizinische Fachgebiete aus TDT und TS I / II)</li> </ul>				
Skript	Wird über myStudies zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Gemäss Angaben in den Skripten.				
Voraussetzungen / Besonderes	aktive Mitarbeit vor Ort an einer Mindestzahl von Vorlesungstagen (siehe Detailinformationen der Dozierenden)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5503-00L	<b>Institutionelle Pharmazie ■</b>		2 KP	3G	P. Wiedemeier, M. Lutters, E. Martinelli, I. S. Vogel Kahmann
Kurzbeschreibung	Organisation einer institutionellen Umgebung (Akutspital), insbesondere Medikationsprozess und die institutionelle pharmazeutische Betreuung (Continuum of care).				
Lernziel	Die Studierenden verstehen den Begriff des Continuum of Care und dessen Umsetzung in der Praxis. Sie kennen den Medikamentenprozess in einer institutionellen Umgebung. Sie sind dazu in der Lage, Informationen und Problemstellungen rund um Arzneimittel zu recherchieren, zu evaluieren sowie in geeigneter Weise zu kommunizieren und zu dokumentieren. Sie wissen, wie ein Spital organisiert ist (Arbeitsabläufe, Problemstellungen), wer welche Aufgaben hat und insbesondere welche Funktionen eine Spitalapotheke übernimmt.				
Inhalt	Prinzipien der Organisation einer institutionellen Umgebung (Akutspital), insbesondere Medikamentenprozess und die institutionelle pharmazeutische Betreuung (Medikamentenkreislauf, Continuum of Care). Hygienerichtlinien, Medizinprodukte, Applikationen, Arzneimittellisten, Patientendossiers, SOAP's, Kardexstudium. Teilnahme an interdisziplinären Visiten, internen Fortbildungen und Aerzterapporten sowie Besuch auf der Intensivstation. Arzneimittelinteraktionen, Generikasubstitution, Qualitätsmanagement und Pharmakovigilanz.				

## ►► Fallstudien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5530-01L	<b>Case Study I ■</b>	O	3 KP	4A	P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier
Kurzbeschreibung	Verfassen einer Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Mittels strukturierter Dokumentation wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit einem in der Assistenzzeit betreuten Patientenfall durchgeführt und vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert.				

Lernziel	Die Studierenden erarbeiten eine (von zwei) Fallstudien zu einem für die pharmazeutische Praxis relevanten Thema.			
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen sich vertieft mit einem selber betreuten Patientenfall der Assistenzzeit auseinander.</li> <li>- sind in der Lage, die durchgeführte Anamnese, Triage sowie die daraus folgenden therapeutischen Massnahmen und Therapiebegleitungen klar strukturiert zu dokumentieren und für andere Medizinalpersonen angemessen wiederzugeben.</li> <li>- stellen basierend auf ihrem pharmazeutischen Grundwissen kritische Reflexionen über die dokumentierte Fallstudie an und diskutieren diese.</li> </ul>			
Inhalt	Mit der Fallstudie wird ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit begleitet und reflektiert wird.			
	Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden dokumentiert und reflektiert.			
Voraussetzungen / Besonderes	Eine nicht bestandene Fallstudie kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen ECTS-KP muss eine weitere Fallstudie (Case Study 4) verfasst werden, die mit dem Prädikat "erfüllt"/"pass" bewertet wird.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>535-5530-02L</b>	<b>Case Study II ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>
				<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Verfassen einer Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Mittels strukturierter Dokumentation wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit einem in der Assistenzzeit betreuten Patientenfall durchgeführt und vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert.			
Lernziel	Die Studierenden erarbeiten eine (von zwei) Fallstudien zu einem für die pharmazeutische Praxis relevanten Thema.			
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen sich vertieft mit einem selber betreuten Patientenfall der Assistenzzeit auseinander.</li> <li>- sind in der Lage, die durchgeführte Anamnese, Triage sowie die daraus folgenden therapeutischen Massnahmen und Therapiebegleitungen klar strukturiert zu dokumentieren und für andere Medizinalpersonen angemessen wiederzugeben.</li> <li>- stellen basierend auf ihrem pharmazeutischen Grundwissen kritische Reflexionen über die dokumentierte Fallstudie an und diskutieren diese.</li> </ul>			
Inhalt	Mit der Fallstudie wird ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit begleitet und reflektiert wird.			
	Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden dokumentiert und reflektiert.			
Voraussetzungen / Besonderes	Eine nicht bestandene Fallstudie kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen ECTS-KP muss eine weitere Fallstudie (Case Study 4) verfasst werden, die mit dem Prädikat "erfüllt"/"pass" bewertet wird.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>535-5530-03L</b>	<b>Case Study III ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>
				<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Schriftliche und mündliche Beurteilung einer realen Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Die Fallstudie eines in der Assistenzzeit betreuten Patientenfalles wird vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert und in Bezug zu gängigen Therapieleitlinien des Apothekenalltages gesetzt.			
Lernziel	Die Studierenden beurteilen und diskutieren reale Fallstudien zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema.			
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen, einen Medizinalbericht kritisch zu reflektieren und pharmazeutisch korrekt zu beurteilen.</li> <li>- vertiefen sich mittels eines Perspektivenwechsels, hier als Reviewer, gezielt in ein praxisrelevantes Gebiet.</li> <li>- führen schriftlich fundierte Vergleiche zwischen einer vorliegenden Fallstudie und gängigen Therapieleitlinien durch und stellen diese in gegenseitigen Bezug.</li> <li>- diskutieren in einem Review Meeting den pharmazeutischen Fall und erarbeiten gemeinsam weiterführende Optimierungsvorschläge für die alltägliche pharmazeutische Praxis.</li> <li>- setzen im Review Meeting erlernte Kommunikationstechniken um.</li> </ul>			
Inhalt	Für die Studierenden wird mit der Beurteilung einer Fallstudie ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit reflektiert wird.			
	Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden schriftlich und mündlich reflektiert.			
Voraussetzungen / Besonderes	Eine nicht bestandene fachliche Beurteilung einer Fallstudie (Case Study 3) kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen ECTS-KP muss eine Fallstudie (Case Study 4) verfasst werden, die mit dem Prädikat "erfüllt"/"pass" bewertet wird.			



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
Kundenorientierung		gefördert			
Sensibilität für Vielfalt		gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>535-5530-04L</b>	<b>Case Study IV ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>	<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Verfassen einer Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Mittels strukturierter Dokumentation wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit einem in der Assistenzzeit betreuten Patientenfall durchgeführt und vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert.				
Lernziel	Die Studierenden erarbeiten eine (von zwei) Fallstudien zu einem für die pharmazeutische Praxis relevanten Thema.				
	Die Studierenden - setzen sich vertieft mit einem selber betreuten Patientenfall der Assistenzzeit auseinander. - sind in der Lage, die durchgeführte Anamnese, Triage sowie die daraus folgenden therapeutischen Massnahmen und Therapiebegleitungen klar strukturiert zu dokumentieren und für andere Medizinalpersonen angemessen wiederzugeben. - stellen basierend auf ihrem pharmazeutischen Grundwissen kritische Reflexionen über die dokumentierte Fallstudie an und diskutieren diese.				
Inhalt	Mit der Fallstudie wird ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit begleitet und reflektiert wird. Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden dokumentiert und reflektiert.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fallstudie Case Study 4 gilt als Kompensationseinheit bei einer ungenügenden Leistung ("fail") von Case Study 1-3.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
Kundenorientierung		gefördert			
Sensibilität für Vielfalt		gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

#### DAS Vorbereitung auf die eidgenössische Prüfung in Pharmazie - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Data Science Master

## ► Master-Studium (Studienreglement 2023)

### ►► Kernfächer

#### ►►► Datenanalyse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction</li> <li>Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension</li> </ol>				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems</li> <li>Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso</li> <li>Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma</li> </ol>				
	Mathematics of Learning				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes</li> <li>Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination</li> </ol>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.				
	We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.				
	H. Bölcskei and A. Bandeira				
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
	Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

#### ►►► Datenmanagement und Datenverarbeitung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>263-4508-00L</b>	<b>Algorithmic Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>D. Steurer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides rigorous theoretical foundations for the design and mathematical analysis of efficient algorithms that can solve fundamental tasks relevant to data science.				
Lernziel	We consider various statistical models for basic data-analytical tasks, e.g., (sparse) linear regression, principal component analysis, matrix completion, community detection, and clustering.				
	Our goal is to design efficient (polynomial-time) algorithms that achieve the strongest possible (statistical) guarantees for these models.				
	Toward this goal we learn about a wide range of mathematical techniques from convex optimization, linear algebra (especially, spectral theory and tensors), and high-dimensional statistics.				
	We also incorporate adversarial (worst-case) components into our models as a way to reason about robustness guarantees for the algorithms we design.				
Inhalt	Strengths and limitations of efficient algorithms in (robust) statistical models for the following (tentative) list of data analysis tasks:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (sparse) linear regression</li> <li>- principal component analysis and matrix completion</li> <li>- clustering and Gaussian mixture models</li> <li>- community detection</li> </ul>				
Skript	To be provided during the semester				
Literatur	High-Dimensional Statistics A Non-Asymptotic Viewpoint by Martin J. Wainwright				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical and algorithmic maturity at least at the level of the course "Algorithms, Probability, and Computing".				
	Important: Optimization for Data Science 2018--2021 This course was created after a reorganization of the course "Optimization for Data Science" (ODS). A significant portion of the material for this course has previously been taught as part of ODS. Consequently, it is not possible to earn credit points for both this course and ODS as offered in 2018--2021. This restriction does not apply to ODS offered in 2022 or afterwards and you can earn credit points for both courses in this case.				

## ►► Wahlfächer

### ►►► Fachspezifische Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>261-5130-00L</b>	<b>Research in Data Science</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Independent work under the supervision of a core or adjunct faculty of data science.				
Lernziel	Independent work under the supervision of a core or adjunct faculty of data science. An approval of the director of studies is required for a non DS professor.				
Inhalt	Project done under supervision of an approved professor.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only students who have passed at least one core course in Data Management and Processing, and one core course in Data Analysis can start with a research project.				
	A project description must be submitted at the start of the project to the studies administration.				
<b>263-0008-00L</b>	<b>Computational Intelligence Lab</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U+3A</b>	<b>V. Boeva, T. Hofmann</b>

Kurzbeschreibung	This laboratory course teaches fundamental concepts in computational science and machine learning with a special emphasis on matrix factorization and representation learning. The class covers techniques like dimension reduction, data clustering, sparse coding, and deep learning as well as a wide spectrum of related use cases and applications.		
Lernziel	The goal of this Lab is to enable students to connect their mathematical background in linear algebra, analysis, probability, and optimization with their basic knowledge in machine learning and their general skill set in Computer Science to gain a deeper understanding of models and tools of great practical impact. Students will acquire fundamental theoretical concepts and methodologies from machine learning and how to apply these techniques to build intelligent systems.		
	The course includes project work. Students work in groups of three to four people to develop solutions to an application problem. The course offers three application problems to choose from. For each of the problems, students submit their solutions to an online evaluation and ranking system and get feedback in terms of numerical accuracy and computational speed. In the final part of the course, students combine and extend one of their previous promising solutions and write up their findings in an extended abstract in the style of a conference paper. The students will also have the possibility to suggest their own application problem to solve if it satisfies the complexity criteria and fits the subject of the course.		
Inhalt	see course description		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert

<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.				
Lernziel	Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
	The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.				
Inhalt	We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.				
	The course covers the following main areas: I) Foundations of deep learning. II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models). III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.				
	Specific topics include: I) Introduction to Deep Learning: a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation) b) Feedforward Networks c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM) d) Convolutional Neural Networks II) Advanced topics: a) Latent variable models (VAEs) b) Generative adversarial networks (GANs) c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer) d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF) f) Diffusion models III) Applications in machine perception and computer vision: a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation) b) Pose estimation and other tasks involving human activity c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields) d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling				
Literatur	Deep Learning Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio				

Voraussetzungen /  
Besonderes This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

\* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

263-3855-00L	Cloud Computing Architecture	W	9 KP	3V+2U+3A	A. Klimovic
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.				
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				

263-4510-00L	Introduction to Topological Data Analysis	W	8 KP	3V+2U+2A	P. Schnider
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				
Literatur	Main reference:  Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 <a href="https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html">https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html</a>  Other references:  Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 <a href="https://bookstore.ams.org/mbk-69">https://bookstore.ams.org/mbk-69</a>  Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12">https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12</a>  Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 <a href="https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>  Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 <a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement				gefördert
		Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
<b>263-5000-00L</b>	<b>Computational Semantics for Natural Language Processing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>M. Sachan</b>	
Kurzbeschreibung	This course presents an introduction to Natural language processing (NLP) with an emphasis on computational semantics i.e. the process of constructing and reasoning with meaning representations of natural language text.					
Lernziel	The objective of the course is to learn about various topics in computational semantics and its importance in natural language processing methodology and research. Exercises and the project will be key parts of the course so the students will be able to gain hands-on experience with state-of-the-art techniques in the field.					
Inhalt	We will take a modern view of the topic, and focus on various statistical and deep learning approaches for computation semantics. We will also overview various primary areas of research in language processing and discuss how the computational semantics view can help us make advances in NLP.					
Skript	Lecture slides will be made available at the course Web site.					
Literatur	No textbook is required, but there will be regularly assigned readings from research literature, linked to the course website.					
Voraussetzungen / Besonderes	The student should have successfully completed a graduate level class in machine learning (252-0220-00L), deep learning (263-3210-00L) or natural language processing (252-3005-00L) before. Similar courses from other universities are acceptable too.					
<b>263-5051-00L</b>	<b>AI Center Projects in Machine Learning Research</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>A. Ilic, E. Bamas, N. Davoudi, D. M. A. Duroux, F. Engelmann, S. Gashi, B. Moseley, X. Shen, F. Shi, X. Zhang</b>	
Kurzbeschreibung	The course will give students an overview of selected topics in advanced machine learning that are currently subjects of active research. The course concludes with a final project.					
Lernziel	The overall objective is to give students a concrete idea of what working in contemporary machine learning research is like and inform them about current research performed at ETH.					
Inhalt	<p>In this course, students will be able to get an overview of current research topics in different specialized areas. In the final project, students will be able to build experience in practical aspects of machine learning research, including research literature, aspects of implementation, and reproducibility challenges.</p> <p>The course will be structured as sections taught by different postdocs specialized in the relevant fields. Each section will showcase an advanced research topic in machine learning, first introducing it and motivating it in the context of current technological or scientific advancement, then providing practical applications that students can experiment with, ideally to reproduce a known result in the specific field.</p> <p>A tentative list of topics for this year</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scientific machine learning</li> <li>- physics-informed neural networks</li> <li>- theoretical computer science</li> <li>- animal-like behavior in robots</li> <li>- representation learning for health</li> <li>- natural language processing</li> <li>- 3D computer vision</li> <li>- visual text analytics</li> <li>- human-centered AI.</li> </ul> <p>The last weeks of the course will be reserved for the implementation of the final project. The students will be assigned group projects in one of the presented areas, based on their preferences. The outcomes will be made into a scientific poster and students will be asked to present the projects to the other groups in a joint poster session.</p>					
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have basic knowledge about machine learning and statistics (e.g. Introduction to Machine Learning course or equivalent) and programming.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Problemlösung				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement				gefördert
		Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>	
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.					
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.					
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.					
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.					
<b>227-0150-00L</b>	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Benini</b>	
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.					

Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.				
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).				
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.				
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.  Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required				
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: - hidden-Markov models - factor graphs and message passing algorithms - linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares - Gibbs sampling, particle filter - recursive local polynomial fitting for signal analysis - parameter learning by expectation maximization - linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps - binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	1. Learning Theory (a) Framework of Learning (b) Hypothesis Spaces and Target Functions (c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces (d) Bias-Variance Tradeoff (e) Estimation of Sample and Approximation Error  2. Classification (a) Binary Classifier (b) Support Vector Machines (separable case) (c) Support Vector Machines (nonseparable case) (d) Kernel Trick  3. Lossy and Lossless Compression (a) Basics of Compression (b) Compressed Sensing for General Sets and Measures (c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.				
<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani  Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted at students with a non-math background.				
	Requirements: =====				
	1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression)				
	2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library)				
	An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year).				
	401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				
<b>401-3602-00L</b>	<b>Applied Stochastic Processes</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	Poisson-Prozesse; Erneuerungsprozesse; Markovketten in diskreter und in stetiger Zeit; einige Beispiele und Anwendungen.				
Lernziel	Stochastische Prozesse dienen zur Beschreibung der Entwicklung von Systemen, die sich in einer zufälligen Weise entwickeln. In dieser Vorlesung bezieht sich die Entwicklung auf einen skalaren Parameter, der als Zeit interpretiert wird, so dass wir die zeitliche Entwicklung des Systems studieren. Die Vorlesung präsentiert mehrere Klassen von stochastischen Prozessen, untersucht ihre Eigenschaften und ihr Verhalten und zeigt anhand von einigen Beispielen, wie diese Prozesse eingesetzt werden können. Die Hauptbetonung liegt auf der Theorie; "applied" ist also im Sinne von "applicable" zu verstehen.				
Literatur	R. N. Bhattacharya and E. C. Waymire, "Stochastic Processes with Applications", SIAM (2009), available online: <a href="http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997">http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997</a> R. Durrett, "Essentials of Stochastic Processes", Springer (2012), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1</a> M. Lefebvre, "Applied Stochastic Processes", Springer (2007), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1</a> S. I. Resnick, "Adventures in Stochastic Processes", Birkhäuser (2005)				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are familiarity with (measure-theoretic) probability theory as it is treated in the course "Probability Theory" (401-3601-00L).				
<b>401-4656-21L</b>	<b>AI in the Sciences and Engineering</b> <i>Aimed at students in a Master's Programme in Mathematics, Engineering and Physics.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>S. Mishra, B. Moseley</b>
Kurzbeschreibung	AI is having a profound impact on science by accelerating discoveries across physics, chemistry, biology, and engineering. This course aims to present a highly topical selection of AI applications across these fields. Emphasis will be placed on using AI, particularly deep learning, to understand systems modelled by PDEs, and key scientific machine learning concepts and themes will be discussed.				
Lernziel	Learning objectives:  - Aware of advanced applications of AI in the sciences and engineering - Familiar with the design, implementation, and theory of these algorithms - Understand the pros/cons of using AI and deep learning for science - Understand key scientific machine learning concepts and themes				
Inhalt	A selection of the following topics will be presented in the lectures:  1. Key scientific tasks common to many scientific domains, such as simulation, inverse problems, equation discovery, design, and control problems, and issues with traditional methods for solving them 2. Physics-informed neural networks for solving forward, inverse and equation discovery problems related to PDEs 3. Neural operators, including Fourier neural operators and DeepONets, for learning efficient surrogate models, and their theoretical foundations 4. Differentiable scientific algorithms, neural differential equations, and the benefits of hybrid workflows 5. AI for symbolic regression and equation discovery 6. Applications of graph neural networks in science 7. Guest lectures on AI for chemistry and biology 8. Large language models and other Foundation models for scientific discovery  Applications using these techniques will be illustrated across fluid dynamics, wave physics, medical physics, molecular design, and computational biology. Several examples where AI algorithms outperform traditional scientific workflows will be shown.				
Skript	Lecture slides, recordings, and tutorials will be available on Moodle.				
Literatur	All the material in the course is based on research articles written in last 1-3 years. The relevant references will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	- An understanding of basic ML concepts including supervised learning, overfitting/underfitting, optimisation, and neural networks is required; you should understand the main concepts in the ETH 252-0220-00L Introduction to Machine Learning course (but note, completing this course is not a formal requirement) - Familiar with PDEs and numerical methods for solving them - Basic competence in Python and some practical familiarity with deep learning frameworks (e.g. PyTorch, TensorFlow, or Keras)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	

<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b> <i>Offered in the spring semester from FS24.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				
Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

### ►►► Interdisziplinäre Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				
Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
Kreatives Denken	gefördert				
Kritisches Denken	geprüft				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				

<b>103-0228-00L</b>	<b>Research Topics in Cartography</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an opportunity for students to become familiar with current research topics in Cartography. The course is comprised of lectures given by national and international scientists in the field of Cartography, hands-on exercises for digital map processing methods, and projects to work on current research challenges. A particular focus will be feature extraction from historical maps.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an overview of Cartographic research topics as well as to equip the students with theoretical knowledge and practical skills to process digital maps. Students will learn about the fundamental programming concepts that will enable them to make use of existing image processing techniques as well as how to improve existing methods for specific map processing challenges.				

Inhalt	This course will cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Current research in Cartography</li> <li>• Digital map processing methods and challenges</li> <li>• Hands-on programming exercises to work with raster and vector data (incl. common software libraries for image processing)</li> <li>• Improvement of map processing methods (e.g., conflation, template matching, artificial intelligence)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes and additional material are available on Moodle.				
Literatur	References to relevant literature will be provided as part of the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	The concepts discussed in this course make use of the Python programming language. Hence, basic knowledge in Python (or another high-level programming language) is expected. Basic knowledge about GIS and cartography is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		geprüft	
<b>103-0237-00L</b>	<b>Advanced GIS</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Kiefer, Y. Xin</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with advanced topics in GIS, such as Business aspects and Legal issues; Human-Computer Interaction; Cognitive Issues in GIS; Geosensors; Big Spatial Data; Spatial Statistics; and Machine Learning for GIS.				
Lernziel	Students will get a detailed overview of advanced GIS topics. They will work on small projects in the lab and perform practical tasks related to topics such as Spatial Statistics, Spatial Machine Learning, Big Spatial Data, Human-Computer Interaction, and Geosensors.				
Skript	Lecture slides and related material will be made available in digital form.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>103-0247-00L</b>	<b>Mobile GIS and Location-Based Services</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>P. Kiefer</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the theoretical and technological background of mobile geographic information systems and location-based services. In lab sessions students acquire competences in mobile GIS design and implementation.				
Lernziel	Students will <ul style="list-style-type: none"> <li>- learn about the implications of mobility on GIS</li> <li>- get a detailed overview on research fields related to mobile GIS</li> <li>- get an overview on current mobile GIS and LBS technology, and learn how to assess new technologies in this fast-moving field</li> <li>- achieve an integrated view of Geospatial Web Services and mobile GIS</li> <li>- acquire competences in mobile GIS design and implementation</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LBS and mobile GIS: architectures, market, applications, and application development</li> <li>- Development for Android</li> <li>- Introduction to augmented reality development</li> <li>- Mobile decision-making, context, personalization, and privacy</li> <li>- Mobile human computer interaction and user interfaces</li> <li>- Mobile behavior interpretation</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Elementary programming skills (Java)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	<i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i> <p>It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.</p>				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				

Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.  Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.  The course will be held in English.				
<b>227-0395-00L</b>	<b>Neural Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
Lernziel	This course introduces - Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons - Methods for dissecting animal behavior - Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles - Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types - Neuromodulatory systems and their computational roles - Reward circuits and reinforcement learning - Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons - Birdsong and language - Neurobiological principles for machine learning.				
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).  As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.  In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>227-0973-00L</b>	<b>Translational Neuromodeling</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+1A</b>	<b>K. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.				
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.				

**Inhalt** This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.

Lecture topics include:

1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics
2. Psychiatric nosology
3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms
4. Principles of Bayesian inference and generative modeling
5. Variational Bayes (VB)
6. Bayesian model selection
7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)
8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases
9. Generative models of fMRI data
10. Generative models of electrophysiological data
11. Generative models of behavioural data
12. Computational concepts of schizophrenia and depression
13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients

Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.

PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of *both* MATLAB and Julia is required.

**Literatur** See TNU website:  
<https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching>

**Voraussetzungen / Besonderes** Good knowledge of principles of statistics, programming skills in *both* MATLAB and Julia.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**227-1032-00L Neuromorphic Engineering II** **W 6 KP 5G** **T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand**  
*Information für UZH Studierende:*  
 Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende:* <https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html>

**Kurzbeschreibung** This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".

**Lernziel** Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.

**Inhalt** This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".

The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.

**Literatur** S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.

**Voraussetzungen / Besonderes** Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b> <b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b> <b>D. Kiper</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.		
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.		
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.		
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.		
<b>227-1048-00L</b>	<b>Neuromorphic Intelligence (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI508</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b> <b>6 KP</b>	<b>2V+3U</b> <b>G. Indiveri, E. Donati</b>
Kurzbeschreibung	In this course we will study the computational properties of spiking neural networks implemented using analog "neuromorphic" electronic circuits. We will present network architectures and computational primitives that can use the dynamics of these circuits to exhibit intelligent behaviors. We will characterize these networks and validate them using full custom chips in laboratory experiments.		
Lernziel	The objective of this course is to introduce students to the field of "neuromorphic intelligence" with lectures on spiking neural network architectures implemented using mixed-signal silicon neuron and synapse circuits, and with laboratory sessions using neuromorphic chips to measure the computational properties of different spiking neural network architectures. Class projects will be proposed to validate the models presented in the lectures and carry out real-time signal processing and pattern recognition tasks on real-world sensory data.		
Inhalt	Students will learn about the dynamical properties of adaptive integrate and fire neurons connected with each other via dynamic synapses. They will explore different neural circuits configured to implement computational primitives such as normalization, winner-take-all computation, selective amplification, and pattern discrimination. The experiments will consist of measuring the properties of real silicon neurons using full-custom neuromorphic processors, and configuring them to create neural architectures that can robustly process sensory signals and perform pattern discrimination despite, or thanks to, the limited resolution and large variability of their individual processing element		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
<b>261-5113-00L</b>	<b>Computational Challenges in Medical Genomics</b>	<b>W</b> <b>2 KP</b>	<b>2S</b> <b>A. Kahles</b>
Kurzbeschreibung	This seminar discusses recent relevant contributions to the fields of computational genomics, algorithmic bioinformatics, statistical genetics and related areas. Each participant will hold a presentation and lead the subsequent discussion.		
Lernziel	Preparing and holding a scientific presentation in front of peers is a central part of working in the scientific domain. In this seminar, the participants will learn how to efficiently summarize the relevant parts of a scientific publication, critically reflect its contents, and summarize it for presentation to an audience. The necessary skills to successfully present the key points of existing research work are the same as needed to communicate own research ideas. In addition to holding a presentation, each student will both contribute to as well as lead a discussion section on the topics presented in the class.		
Inhalt	The topics covered in the seminar are related to recent computational challenges that arise from the fields of genomics and biomedicine, including but not limited to genomic variant interpretation, genomic sequence analysis, compressive genomics tasks, single-cell approaches, privacy considerations, statistical frameworks, etc. Both recently published works contributing novel ideas to the areas mentioned above as well as seminal contributions from the past are amongst the list of selected papers.		

Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of algorithms and data structures and interest in applications in genomics and computational biomedicine.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				
Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <p>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</p> <p>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</p> <p>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</p> <p>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</p> <p>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</p> <p>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Data Structures & Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.				
	Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
<b>262-0200-00L</b>	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Bayesian statistics</li> <li>* Phylogenetic and phylodynamic models</li> <li>* Markov Chain Monte Carlo methods</li> </ul>				
	Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Epidemiology</li> <li>* Pathogen evolution</li> <li>* Macroevolution of species</li> </ul>				
Inhalt	<p>In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a>.</p> <p>In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading</p>				
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Literatur	<p>The following books provide excellent background material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drummond, A. &amp; Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST.</li> <li>• Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach.</li> <li>• Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies.</li> </ul> <p>More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a>.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft	
		Verfahren und Technologien				geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen				geprüft	
		Entscheidungsfindung				geprüft	
		Medien und digitale Technologien				gefördert	
		Problemlösung				geprüft	
		Projektmanagement				geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
			Kooperation und Teamarbeit				geprüft
			Kundenorientierung				gefördert
			Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			
Sensibilität für Vielfalt						gefördert	
Verhandlung						gefördert	
Anpassung und Flexibilität						gefördert	
Kreatives Denken						gefördert	
Kritisches Denken						geprüft	
Integrität und Arbeitsethik						gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion						gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert	
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Lengler, R. M. Steiner</b>		
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.						
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.						
Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties						
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>						
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"						
Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft	
		Verfahren und Technologien				geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft	
<b>263-5351-00L</b>	<b>Machine Learning for Genomics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>V. Boeva</b>		
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.</i>  <i>The course will be offered again in AS24!</i>						
Kurzbeschreibung	The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.						
Lernziel	Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.						
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways</li> <li>- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)</li> <li>- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)</li> <li>- Deconvolution of mixed signal</li> <li>- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)</li> <li>- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)</li> <li>- Batch correction (autoencoders, optimal transport)</li> <li>- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)</li> </ul>						
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line						
<b>363-1000-00L</b>	<b>Financial Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bommier, P. Colo</b>		
Kurzbeschreibung	This is a theoretical course on the economics of financial decision making, at the crossroads between Microeconomics and Finance. It discusses portfolio choice theory, risk sharing, market equilibrium and asset pricing.						

**Lernziel** The objective is to make students familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices, the notions of optimal risk sharing. However this is not a practical formation for traders. Moreover, the lecture doesn't cover topics such as market irrationality or systemic risk.

After completing this course:

1. Students will be familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices;
2. Students will understand the intuition of market equilibrium. They will be able to solve the market equilibrium in a simple model and derive the prices of assets.
3. Students will be familiar with the representation of attitudes towards risk. They will be able to explain how risk, wealth and agents' preferences affect the demand for assets.
4. Students will understand the notion of risk diversification.
5. Students will understand the notion of optimal risk sharing.

**Inhalt** The following topics will be discussed:

1. Introduction to financial assets: The first lecture provides an overview of most common financial assets. We will also discuss the formation of asset prices and the role of markets in the valuation of these assets.
2. Option valuation: this lecture focuses on options, which are a certain type of financial asset. You will learn about arbitrage, which is a key notion to understand the valuation of options. This lecture will give you the intuition of the mechanisms underlying the pricing of assets in more general settings.
3. Introduction to the economic analysis of asset markets: this chapter will familiarize you with the notion of market equilibrium and the role it plays concerning asset pricing. Relying on economic theory, we will consider the properties of the market equilibrium: In which cases does the equilibrium exist? Is it optimal? How does it depend on individual's wealth and preferences? The concepts defined in this chapter are essential to understand the following parts of the course.
4. A simplified approach to asset markets: based on the notions introduced in the previous lectures, you will learn about the key concepts necessary to understand financial markets, such as market completeness and the no-arbitrage theorem.
5. Choice under uncertainty: this class covers fundamental concepts concerning agents' decisions when facing risk. These models are crucial to understand how the demand for financial assets originates.
6. Demand for risk: Building up on the previous chapters, we will study portfolio choice in a simplified setting. We will discuss how asset demand varies with risk, agent's preferences and wealth.
7. Asset prices in a simplified context: We will focus on the portfolio choices of an investor, in a particular setting called mean-variance analysis. The mean-variance analysis will be a first step to introduce the notion of risk diversification, which is essential in finance.
8. Risk sharing and insurance: in this lecture, you will understand that risk can be shared among different agents and how, under certain conditions, this sharing can be optimal. You will learn about the distinction between individual idiosyncratic risk and macroeconomic risk.
9. Risk sharing and asset prices in a market equilibrium: this course builds up on previous lessons and presents the consumption-based Capital Asset Pricing Model (CAPM). The focus will be on how consumption, assets and prices are determined in equilibrium.

**Literatur** Main reading material:

- "Investments", by Z. Bodie, A. Kane and A. Marcus, for the introductory part of the course (see chapters 20 and 21 in particular).
- "Finance and the Economics of Uncertainty" by G. Demange and G. Laroque, Blackwell, 2006.
- "The Economics of Risk and Time", by C. Gollier, MIT Press, 2001.

Other readings:

- "Intermediate Financial Theory" by J.-P. Danthine and J.B. Donaldson.
- Ingersoll, J., E., Theory of Financial Decision Making, Rowman and Littlefield Publishers.
- Leroy S and J. Werner, Principles of Financial Economics, Cambridge University Press, 2001

**Voraussetzungen / Besonderes** Basic mathematical skills needed (calculus, linear algebra, convex analysis). Students must be able to solve simple optimization problems (e.g. Lagrangian methods). Some knowledge in microeconomics would help but is not compulsory. The bases will be covered in class.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**363-1091-00L Social Data Science W 2 KP 3G D. Garcia Becerra**  
**Kurzbeschreibung** Social Data Science is introduced as a set of techniques to analyze human behaviour and social interaction through digital traces. The course focuses both on the fundamentals and applications of Data Science in the Social Sciences, including technologies for data retrieval, processing, and analysis with the aim to derive insights that are interpretable from a wider theoretical perspective.



Lernziel	<p>A successful participant of this course will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand a wide variety of techniques to retrieve digital trace data from online data sources</li> <li>- store, process, and summarize online data for quantitative analysis</li> <li>- perform statistical analyses to test hypotheses, derive insights, and formulate predictions</li> <li>- interpret the results of data analysis with respect to theoretical and testable principles of human behavior</li> <li>- understand the limitations of observational data analysis with respect to data volume, statistical power, and external validity</li> </ul>		
Inhalt	<p>Social Data Science (SDS) provides a broad approach to the quantitative analysis of human behavior through digital trace data. SDS integrates the implementation of data retrieval and processing, the application of statistical analysis methods, and the interpretation of results to derive insights of human behavior at high resolutions and large scales. The motivation of SDS stems from theories in the Social Sciences, which are addressed with respect to societal phenomena and formulated as principles that can be tested against empirical data. Data retrieval in SDS is performed in an automated manner, accessing online databases and programming interfaces that capture the digital traces of human behavior. Data processing is computerized with calibrated methods that quantify human behavior, for example constructing social networks or measuring emotional expression. These quantities are used in statistical analyses to both test hypotheses and explore new aspects on human behavior.</p> <p>The course starts with an introduction to Social Data Science and the R statistical language, followed by three content blocks: collective behavior, sentiment analysis, and social network analysis.</p> <p>The course will cover various examples of the application of SDS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Search trends to measure information seeking</li> <li>- Popularity and social impact</li> <li>- Evaluation of sentiment analysis techniques</li> <li>- Twitter social network analysis</li> </ul> <p>The lectures include theoretical foundations of the application of digital trace data in the Social Sciences, as well as practical examples of data retrieval, processing, and analysis cases in the R statistical language from a literate programming perspective. The block course contains lectures and exercise sessions during the morning and afternoon of five days. Exercise classes provide practical skills and discuss the solutions to exercises that build on the concepts and methods presented in the previous lectures.</p>		
Skript	The lecture slides will be available on the Moodle platform, for registered students only.		
Literatur	See handouts. Specific literature is provided for download, for registered students only.		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Participants of the course should have some basic background in statistics and programming, and an interest to learn about human behavior from a quantitative perspective.</p> <p>Prior knowledge of advanced R, information retrieval, or information systems is not necessary.</p> <p>Exercise sessions build on technical and theoretical content explained in the lectures. Students need a working laptop with Internet access to perform guided exercises.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>401-3629-00L</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Basic Concepts in Risk Management</li> <li>3. Empirical Properties of Financial Data</li> <li>4. Financial Time Series</li> <li>5. Extreme Value Theory</li> <li>6. Multivariate Models</li> <li>7. Copulas and Dependence</li> <li>8. Backtesting</li> <li>9. Operational Risk</li> </ol>				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	<p>Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools  AJ McNeil, R Frey and P Embrechts  Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition)  <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a></p>				

Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.				
	The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>401-3888-00L</b>	<b>Introduction to Mathematical Finance</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Acciaio</b>
Kurzbeschreibung	<i>Ein verwandter Kurs ist 401-3913-01L Mathematical Foundations for Finance (3V+2U, 4 ECTS-KP). Obwohl beide Kurse unabhängig voneinander belegt werden können, darf nur einer ans gesamte Mathematik-Studium (Bachelor und Master) angerechnet werden.</i> Introductory course on mathematics for investment, hedging, portfolio management, asset pricing and financial derivatives in discrete-time financial markets. Topics: arbitrage, completeness, risk-neutral pricing, utility maximisation, and maybe others. Fundamental theorem of asset pricing, hedging duality theorems in discrete time, convex duality in utility maximisation.				
Lernziel	This is an introductory course on the mathematics for investment, hedging, portfolio management, asset pricing and financial derivatives in discrete-time financial markets. We discuss arbitrage, completeness, risk-neutral pricing and utility maximisation, and maybe other topics. We prove the fundamental theorem of asset pricing and the hedging duality theorems in discrete time, and we also study convex duality in utility maximization.				
Inhalt	This course focuses on discrete-time financial markets. It presumes a knowledge of measure-theoretic probability theory (as taught e.g. in the course "Probability Theory"). The course is offered every year in the Spring semester.  This course is the first of a sequence of two courses on mathematical finance. The second course "Mathematical Finance" (MF II), 401-4889-00, focuses on continuous-time models. It is advisable that the present course, MF I, is taken prior to MF II.				
Skript	For a (not fully up-to-date) overview of courses offered in the area of mathematical finance, see <a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html</a> .				
Literatur	The course is based on different parts from different textbooks as well as on original research literature. Lecture notes will not be available. Literature:  Michael U. Dothan, "Prices in Financial Markets", Oxford University Press  Hans Föllmer and Alexander Schied, "Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time", de Gruyter  Marek Capinski and Ekkehard Kopp, "Discrete Models of Financial Markets", Cambridge University Press  Robert J. Elliott and P. Ekkehard Kopp, "Mathematics of Financial Markets", Springer  Dmitry Kramkov and Walter Schachermayer, "The asymptotic elasticity of utility functions and optimal investment in incomplete markets", Annals of Applied Probability 9 (1999), 904-950				
Voraussetzungen / Besonderes	A related course is "Mathematical Foundations for Finance" (MFF), 401-3913-01. Although both courses can be taken independently of each other, only one will be given credit points for the Bachelor and the Master degree. In particular, it is not possible to earn credit points with one course for the Bachelor and with the other course for the Master degree.  This course is the first of a sequence of two courses on mathematical finance. The second course "Mathematical Finance" (MF II), 401-4889-00, focuses on continuous-time models. It is advisable that the present course, MF I, is taken prior to MF II.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>401-3928-00L</b>	<b>Reinsurance Analytics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Arbenz</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and models for extreme events such as natural or man-made catastrophes. The lecture covers reinsurance contracts, Experience and Exposure pricing, natural catastrophe modelling, solvency regulation, and insurance linked securities				

Lernziel	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds
Inhalt	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds
Skript	Slides and lecture notes will be made available.

An excerpt of last year's lecture notes is available here: <https://sites.google.com/site/philippbarbenz/reinsuranceanalytics>

Voraussetzungen / Besonderes Basic knowledge in statistics, probability theory, and actuarial techniques

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
			Kundenorientierung	gefördert
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>401-3936-00L</b>	<b>Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, C. M. Buser</b>
Kurzbeschreibung	We study statistical methods in supervised learning for non-life insurance pricing such as generalized linear models, generalized additive models, Bayesian models, neural networks, classification and regression trees, random forests and gradient boosting machines.				
Lernziel	The student is familiar with classical actuarial pricing methods as well as with modern machine learning methods for insurance pricing and prediction.				
Inhalt	We present the following chapters: - generalized linear models (GLMs) - generalized additive models (GAMs) - neural networks - credibility theory - classification and regression trees (CARTs) - bagging, random forests and boosting				
Skript	The lecture notes are available from: M.V. Wüthrich, C. Buser. Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing <a href="http://ssrn.com/abstract=2870308">http://ssrn.com/abstract=2870308</a>				
Literatur	M.V. Wüthrich, M. Merz. Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications <a href="http://ssrn.com/abstract=3822407">http://ssrn.com/abstract=3822407</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>  Good knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				

<b>401-4658-00L</b>	<b>Numerical Methods for Finance</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>C. Schwab</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to principal methods of option pricing. Emphasis on PDE-based methods. Prerequisite MATLAB and Python programming and knowledge of numerical mathematics at ETH BSc level.				

Lernziel	Introduce the main methods for efficient numerical valuation of derivative contracts in a Black Scholes as well as in incomplete markets due Levy processes or due to stochastic volatility models. Develop implementation of pricing methods in MATLAB and Python.
Inhalt	<p>Finite-Difference/ Finite Element based methods for the solution of the pricing integrodifferential equation.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of option pricing. Wiener and Levy price process models. Deterministic, local and stochastic volatility models.</li> <li>2. Finite Difference Methods for option pricing. Relation to bi- and multinomial trees. European contracts.</li> <li>3. Finite Difference methods for Asian, American and Barrier type contracts.</li> <li>4. Finite element methods for European and American style contracts.</li> <li>5. Pricing under local and stochastic volatility in Black-Scholes Markets.</li> <li>6. Finite Element Methods for option pricing under Levy processes. Treatment of integrodifferential operators.</li> <li>7. Stochastic volatility models for Levy processes.</li> <li>8. Techniques for multidimensional problems. Baskets in a Black-Scholes setting and stochastic volatility models in Black Scholes and Levy markets.</li> <li>9. Introduction to sparse grid option pricing techniques.</li> </ol>
Skript	There will be english lecture notes as well as MATLAB or Python software for registered participants in the course.
Literatur	<p>Main reference (course text):  N. Hilber, O. Reichmann, Ch. Schwab and Ch. Winter: Computational Methods for Quantitative Finance, Springer Finance, Springer, 2013.</p> <p>Supplementary texts:  R. Cont and P. Tankov : Financial Modelling with Jump Processes, Chapman and Hall Publ. 2004.</p> <p>Y. Achdou and O. Pironneau : Computational Methods for Option Pricing, SIAM Frontiers in Applied Mathematics, SIAM Publishers, Philadelphia 2005.</p> <p>D. Lamberton and B. Lapeyre : Introduction to stochastic calculus Applied to Finance (second edition), Chapman &amp; Hall/CRC Financial Mathematics Series, Taylor &amp; Francis Publ. Boca Raton, London, New York 2008.</p> <p>J.-P. Fouque, G. Papanicolaou and K.-R. Sircar : Derivatives in financial markets with stochastic volatility, Cambridge Univeristy Press, Cambridge, 2000.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Knowledge of Numerical Analysis/ Scientific Computing Techniques corresponding roughly to BSc MATH or BSc RW/CSE at ETH is expected.  Basic programming skills in MATLAB or Python are required for the exercises, and are <code>_not_</code> taught in this course.</p>

<b>401-8905-00L</b>	<b>Financial Engineering (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i>  <i>UZH Modulkürzel: 22MO0142</i></p> <p><i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i>  <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></p> <p><i>Höchstens eine der beiden Lerneinheiten</i>  401-8905-00L Financial Engineering (University of Zurich)  401-8908-00L Continuous Time Quantitative Finance (University of Zurich)  <i>darf angerechnet werden.</i></p>				
Kurzbeschreibung	This lecture is intended for students who would like to learn more on equity derivatives modelling and pricing.				
Lernziel	Quantitative models for European option pricing (including stochastic volatility and jump models), volatility and variance derivatives, American and exotic options.				
Inhalt	After introducing fundamental concepts of mathematical finance including no-arbitrage, portfolio replication and risk-neutral measure, we will present the main models that can be used for pricing and hedging European options e.g. Black-Scholes model, stochastic and jump-diffusion models, and highlight their assumptions and limitations. We will cover several types of derivatives such as European and American options, Barrier options and Variance-Swaps. Basic knowledge in probability theory and stochastic calculus is required. Besides attending class, we strongly encourage students to stay informed on financial matters, especially by reading daily financial newspapers such as the Financial Times or the Wall Street Journal.				
Skript	Skript.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of probability theory and stochastic calculus. Asset Pricing.				
<b>401-8915-00L</b>	<b>Advanced Financial Economics (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i>  <i>UZH Modulkürzel: 22MO0016</i></p> <p><i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i>  <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></p>				
Kurzbeschreibung	Portfolio Theory, CAPM, Financial Derivatives, Incomplete Markets, Corporate Finance, Behavioural Finance, Evolutionary Finance				
Lernziel	Students should get familiar with the cornerstones of modern financial economics.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course replaces "Advanced Financial Economics" (MFOEC105), which will be discontinued. Students who have taken "Advanced Financial Economics" (MFOEC105) in the past, are not allowed to book this course "Advanced Financial Economics" (MFOEC206). There will be a podcast for this lecture.				
<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>

Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				
Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252</li> <li>- Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007.</li> <li>- Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004</li> </ul>				
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren.</li> <li>- die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären.</li> <li>- einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.</li> </ul>				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp.</li> <li>- Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>701-1226-00L</b>	<b>Inter-Annual Phenomena and Their Prediction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Appenzeller</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an overview of the current ability to understand and predict intra-seasonal and inter-annual weather and climate variability in the tropical and extra-tropical region and provides insights on how operational weather and climate services are organized.				
Lernziel	Students will acquire an understanding of the key atmosphere and ocean processes involved, will gain experience in analyzing and predicting weekly to inter-annual variability and learn how operational weather and climate services are organized and how scientific developments can improve these services.				
Inhalt	The course covers the following topics: <p>Part 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction, some basic concepts and examples of sub-seasonal and inter-annual variability</li> <li>- Weather and climate data and the statistical concepts used for analysing weather and climate variability (e.g. correlation analysis, teleconnection maps, EOF analysis)</li> </ul> <p>Part 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inter-annual variability in the tropical region (e.g. ENSO, MJO)</li> <li>- Inter-annual variability in the extra-tropical region (e.g. Blocking systems, NAO, PNA, regimes)</li> </ul> <p>Part 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prediction of sub-seasonal and inter-annual variability (statistical methods, probabilistic ensemble prediction systems, weekly, monthly and seasonal forecasts, seamless forecasts)</li> <li>- Verification and interpretation of probabilistic forecast systems</li> <li>- Climate change and inter-annual variability</li> </ul> <p>Part 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scientific challenges for operational weather and climate services</li> <li>- A visit to the forecasting centre of MeteoSwiss</li> </ul>				
Skript	A pdf version of the slides will be available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html</a>				
Literatur	References are given during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Permission from lecturers required for students with limited background in atmosphere and climate				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Kundenorientierung				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>	
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.					
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.					
Inhalt	<p>The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society.</p> <p>The course provides an introduction to the following themes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events</li> <li>2) methods to optimize and constrain model parameters using observations</li> <li>3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer)</li> <li>4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources</li> </ol>					
Skript	Powerpoint slides will be made available.					
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.					
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.					
Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)					
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Medien und digitale Technologien				gefördert
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				geprüft
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>701-1270-00L</b>	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>	
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.					
Lernziel	After attending this course, students will be able to:					
	- Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations					
	- Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers					
Inhalt	<p>HPC Overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Why does weather and climate require HPC?</li> <li>- Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators</li> <li>- Scaling / Parallel efficiency</li> <li>- Algorithmic motifs in weather and climate</li> </ul> <p>Writing HPC code:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data locality and single node efficiency</li> <li>- Shared memory parallelism with OpenMP</li> <li>- Distributed memory parallelism with MPI</li> <li>- GPU computing</li> <li>- High-level programming and domain-specific languages</li> </ul>					

Literatur	- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011 - Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy - Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar ( <a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a> ) - Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout ( <a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a> )			
Voraussetzungen / Besonderes	- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling - basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...) - experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert	
<b>851-0252-06L</b>	<b>Introduction to Social Networks: Theory, Methods and W Applications</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stadtfeld, Z. Kovacevic, X. Xu</b>
Kurzbeschreibung	<i>This course is intended for students interested in data analysis and with basic knowledge of inferential statistics.</i> Humans are connected by various social relations. When aggregated, we speak of social networks. This course discusses how social networks are structured, how they change over time and how they affect the individuals that they connect. It integrates social theory with practical knowledge of cutting-edge statistical methods and applications from a number of scientific disciplines.			
Lernziel	The aim is to enable students to contribute to social networks research and to be discriminating consumers of modern literature on social networks. Students will acquire a thorough understanding of social networks theory (1), practical skills in cutting-edge statistical methods (2) and their applications in a number of scientific fields (3). In particular, at the end of the course students will - Know the fundamental theories in social networks research (1) - Understand core concepts of social networks and their relevance in different contexts (1, 3) - Be able to describe and visualize networks data in the R environment (2) - Understand differences regarding analysis and collection of network data and other type of survey data (2) - Know state-of-the-art inferential statistical methods and how they are used in R (2) - Be familiar with the core empirical studies in social networks research (2, 3) - Know how network methods can be employed in a variety of scientific disciplines (3)			
<b>851-0252-07L</b>	<b>Networks and Groups Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>
				<b>C. Stadtfeld, A. Espinosa Rada, I. Smokovic</b>
Kurzbeschreibung	Groups are ubiquitous in society and profoundly influence people's behaviour, attitudes, and opinions and how they interact and create social relationships. Social network researchers have always been interested in understanding what groups are, their formation, and their societal implications (e.g., for creative work, feeling integrated into a community, achieving common goals).			
Lernziel	This seminar examines sociological, anthropological, management and social-psychological network research to identify how groups affect individuals and their social behaviour. By the end of this seminar, students will be able to identify and compare different approaches to group theories through the lens of social network research. They will be familiar with the development and recent publications in the fields of social networks and social science and will be able to critically participate in several open debates in these fields. Among others, these debates are centred around the types and measurement of groups, challenges in understanding what groups are, the effects of groups on people's feelings, thoughts, preferences, and behaviours (e.g., identification), and how social and cultural phenomena emerge (e.g., the diffusion of culture and the spread of social movements).			
Inhalt	The following topics will be covered:  - What is a group? - Social circles and groups in modern society. - Emergence of cohesive subgroups and cognitive dissonance - Clan, kinship, social roles, and communities - Identification and self-categorisation with groups - Teams, leaders, and their performance - Social influence and the conformity to social norms - Collecting data to analyse groups  These topics will be discussed considering the development of these topics through a social network perspective, recent research, and their measurement and analysis.			
<b>851-0586-03L</b>	<b>Applied Network Science: Social Media Networks</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>
				<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	We study applications of network science methods, this time in the domain of social media. Topics are selected for diversity in research questions and techniques. Student teams present results from the recent literature, possibly with replication, in a mini-conference at the end of the lecture period.			
Lernziel	Network science as a paradigm is entering domains from engineering to the humanities but application is tricky. By examples from recent research on social media, students learn to appreciate that, and how, context matters. They will be able to assess the appropriateness of approaches for substantive research problems, and especially when and why quantitative approaches are or are not suitable.			
Literatur	Original research articles will be introduced in the first session.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft geprüft	

<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b> <i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.  We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				
<b>851-0740-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				
<b>860-0033-00L</b>	<b>Data Science for Public Policy: From Econometrics to AI</b> <i>Only for Master students and PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Galletta, E. Ash, C. Gössmann</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to big data methods for public policy analysis. Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.				
Lernziel	Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions.				
Inhalt	Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions. These techniques include:  -- procuring big datasets, especially through web scraping or API interfaces, including social media data; -- pre-processing and dimension reduction of massive datasets for tractable computation; -- machine learning for predicting outcomes, including how to select and tune the model, evaluate model performance using held-out test data, and report results; -- interpreting machine learning model predictions to understand what is going on inside the black box; -- data visualization including interactive web apps.  Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.				
Skript	<a href="https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024">https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.				



Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>
Skript	Script / lecture notes will be provided.
Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.
Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).	

### ▶▶▶ Weitere Wahlfächer

- Alle Kurse auf Masterstufe von D-INFK, D-ITET und D-MATH
- Alle aufgeführten Kurse in den interdisziplinären Wahlfächern

### ▶▶ Data Science Projektkurs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
263-3300-10L	<b>Data Science Lab</b> <i>Only for Data Science MSc, Programme Regulations 2023.</i>	O	10 KP		A. Ilic, V. Boeva, R. Cotterell, J. Vogt, F. Yang
Kurzbeschreibung	In this class, we bring together data science applications provided by ETH researchers outside computer science and teams of computer science master's students. Two to three students will form a team working on data science/machine learning-related research topics provided by scientists in a diverse range of domains such as astronomy, biology, social sciences etc.				
Lernziel	The goal of this class is for students to gain experience of dealing with data science and machine learning applications "in the wild". Students are expected to go through the full process starting from data cleaning, modeling, execution, debugging, error analysis, and quality/performance refinement.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: At least 8 KP must have been obtained under Data Analysis and at least 8 KP must have been obtained under Data Management and Processing.				

### ▶ Master-Studium (Studienreglement 2017)

#### ▶▶ Kernfächer

#### ▶▶▶ Datenanalyse

#### ▶▶▶▶ Information and Learning

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0434-10L	<b>Mathematics of Information</b>	W	9 KP	3V+2U+2A	H. Bölcskei
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction</li> <li>2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension</li> </ol>				
Inhalt	<p>The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.</p> <p>Mathematics of Information</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems</li> <li>2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso</li> <li>3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma</li> </ol> <p>Mathematics of Learning</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes</li> <li>5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination</li> </ol>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.</p> <p>We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.</p> <p>H. Bölcskei and A. Bandeira</p>				

#### ▶▶▶▶ Statistics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

### ►►► Datenmanagement und Datenverarbeitung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### ►►► Wählbare Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>227-0150-00L</b>	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.				

Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.				
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).				
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.				
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.  Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required				
<b>227-0155-00L</b>	<b>Machine Learning on Microcontrollers ■</b> <i>Registration in this class requires the permission of the instructors.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Magno, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) and artificial intelligence are pervading the digital society. Today, even low power embedded systems are incorporating ML, becoming increasingly "smart". This lecture gives an overview of ML methods and algorithms to process and extracts useful near-sensor information in end-nodes of the "internet-of-things", using low-power microcontrollers (ARM-Cortex-M; RISC-V).				
Lernziel	Learn how to Process data from sensors and how to extract useful information with low power microprocessors using ML techniques. We will analyze data coming from real low-power sensors (accelerometers, microphones, ExG bio-signals, cameras...). The main objective is to study in detail how Machine Learning algorithms can be adapted to the performance constraints and limited resources of low-power microcontrollers becoming Tiny Machine learning algorithms.				
Inhalt	The final goal of the course is a deep understanding of machine learning and its practical implementation on single- and multi-core microcontrollers, coupled with performance and energy efficiency analysis and optimization. The main topics of the course include:  - Sensors and sensor data acquisition with low power embedded systems  - Machine Learning: Overview of supervised and unsupervised learning and in particular supervised learning ( Decision Trees, Random, Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Deep Learning, and Convolutional Networks)  - Low-power embedded systems and their architecture. Low Power microcontrollers (ARM-Cortex M) and RISC-V-based Parallel Ultra Low Power (PULP) systems-on-chip.  - Low power smart sensor system design: hardware-software tradeoffs, analysis, and optimization. Implementation and performance evaluation of ML in battery-operated embedded systems.  The laboratory exercised will show how to address concrete design problems, like motion, gesture recognition, emotion detection, image, and sound classification, using real sensors data and real MCU boards.  Presentations from Ph.D. students and the visit to the Digital Circuits and Systems Group will introduce current research topics and international research projects.				
Skript	Script and exercise sheets. Books will be suggested during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Good experience in C language programming. Microprocessors and computer architecture. Basics of Digital Signal Processing. Some exposure to machine learning concepts is also desirable.				
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0424-00L</b>	<b>Model- and Learning-Based Inverse Problems in Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1P</b>	<b>V. Vishnevskiy</b>
Kurzbeschreibung	Reconstruction is an inverse problem which estimates images from noisy measurements. Model-based reconstructions use analytical models of the imaging process and priors. Data-based methods directly approximate inversion using training data. Combining these two approaches yields physics-aware neural nets and state-of-the-art imaging accuracy (MRI, US, CT, microscopy, non-destructive imaging).				
Lernziel	The goal of this course is to introduce the mathematical models of imaging experiments and practice implementation of numerical methods to solve the corresponding inverse problem. Students will learn how to improve reconstruction accuracy by introducing prior knowledge in the form of regularization models and training data. Furthermore, students will practice incorporating imaging model knowledge into deep neural networks.				

Inhalt	<p>The course is based on following fundamental fields: (i) numerical linear algebra, (ii) mathematical statistics and learning theory, (iii) convex optimization and (iv) signal processing. The first part of the course introduces classical linear and nonlinear methods for image reconstruction. The second part considers data-based regularization and covers modern deep learning approaches to inverse problems in imaging. Finally, we introduce advances in the actively developing field of experimental design in biomedical imaging (i.e. how to conduct an experiment in a way to enable the most accurate reconstruction).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: Examples of inverse problems, general introduction. Refresh prerequisites.</li> <li>2. Linear algebra in imaging: Refresh prerequisites. Demonstrate properties of operators employed in imaging.</li> <li>3. Linear inverse problems and regularization: Classical theory of inverse problems. Introduce notion of ill-posedness and regularization.</li> <li>3. Compressed sensing: Sparsity, basis-CS, TV-CS. Notion of analysis and synthesis forms of reconstruction problems. Application of PGD and ADMM to reconstruction.</li> <li>4. Advanced priors and model selection: Total generalized variation, GMM priors, vectorial TV, low-rank, and tensor models. Stein's unbiased risk estimator.</li> <li>5. Dictionary and prior learning: Classical dictionary learning. Gentle intro to machine learning. A lot of technical details about patch-models.</li> <li>6. Deep learning in image reconstruction: Generic convolutional-NN models (automap, residual filtering, u-nets). Talk about the data generation process. Characterized difference between model- and data-based reconstruction methods. Mode averaging.</li> <li>7. Loop unrolling and physics-aware networks for reconstruction: Autograd, Variational Networks, a lot of examples and intuition. Show how to use them efficiently, e.g. adding preconditioners, attention, etc.</li> <li>8. Generative models and uncertainty quantification: Amortized posterior, variational autoencoders, adversarial learning. Estimation uncertainty quantification.</li> <li>9. Inversible networks for estimation: Gradient flows in networks, invertible neural networks for estimation problems.</li> <li>10. Experimental design in imaging: Acquisition optimization for continuous models. How far can we exploit autograd?</li> <li>11. Signal sampling optimization in MRI. Reinforcement learning: Acquisition optimization for discrete models. Reinforce and policy gradients, variance minimization for discrete variables (RELAX, REBAR). Cartesian under-sampling pattern design</li> <li>12. Summary and exam preparation.</li> </ol>
--------	---

Skript	Lecture slides with references will be provided during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to know the basics of (i) numerical linear algebra, (ii) applied methods of convex optimization, (iii) computational statistics, (iv) Matlab and Python.

<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	-----------------------

Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.
------------------	--

Lernziel	<p>The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidden-Markov models</li> <li>- factor graphs and message passing algorithms</li> <li>- linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares</li> <li>- Gibbs sampling, particle filter</li> <li>- recursive local polynomial fitting for signal analysis</li> <li>- parameter learning by expectation maximization</li> <li>- linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps</li> <li>- binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications</li> </ul>
----------	--

Skript	Lecture notes
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".

<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
---------------------	---	----------	-------------	--------------	-------------------

Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.
------------------	--

Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.
----------	---

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Learning Theory <ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Framework of Learning</li> <li>(b) Hypothesis Spaces and Target Functions</li> <li>(c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces</li> <li>(d) Bias-Variance Tradeoff</li> <li>(e) Estimation of Sample and Approximation Error</li> </ol> </li> <li>2. Classification <ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Binary Classifier</li> <li>(b) Support Vector Machines (separable case)</li> <li>(c) Support Vector Machines (nonseparable case)</li> <li>(d) Kernel Trick</li> </ol> </li> <li>3. Lossy and Lossless Compression <ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Basics of Compression</li> <li>(b) Compressed Sensing for General Sets and Measures</li> <li>(c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures</li> </ol> </li> </ol>
--------	--

Skript	Detailed lecture notes will be provided.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.

<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------------	-----------------------

Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.
Skript	Available.
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.

Mastering Distributed Algorithms  
Roger Wattenhofer  
Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267

Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics  
Hagit Attiya, Jennifer Welch.  
McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6

Introduction to Algorithms  
Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest.  
The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8

Disseminatin of Information in Communication Networks  
Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger.  
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2

Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes  
Frank Thomson Leighton.  
Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1

Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach  
David Peleg.  
Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8

Voraussetzungen /  
Besonderes  
Kompetenzen

Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)			
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
	Verfahren und Technologien		geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
	Entscheidungsfindung		geprüft
	Problemlösung		geprüft

<b>227-0690-11L</b>	<b>Large-Scale Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Mühlebach</b>
Kurzbeschreibung	Convex optimization has revolutionized modern decision making and underpins many scientific and engineering disciplines. To enable its use in modern large-scale applications, we require new analytical methods that address limitations of existing solutions. This course is intended to provide a comprehensive overview of convex analysis and numerical methods for large-scale optimization.				
Lernziel	Students should be able to apply the fundamental results in convex analysis and numerical methods to analyze and solve large-scale convex optimization problems.				
Inhalt	Convex analysis and methods for large-scale optimization. Topics will include: convex sets and functions ; duality theory ; optimality and infeasibility conditions ; structured optimization problems ; gradient-based methods ; operator splitting methods ; distributed and decentralized optimization ; applications in various research areas.				
Skript	Available on the course Moodle platform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and analysis.				

<b>252-0211-00L</b>	<b>Information Security</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+3U</b>	<b>D. Basin, D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Information Security. The focus is on fundamental concepts and models, basic cryptography, protocols and system security, and privacy and data protection. While the emphasis is on foundations, case studies will be given that examine different realizations of these ideas in practice.				
Lernziel	Master fundamental concepts in Information Security and their application to system building. (See objectives listed below for more details).				

Inhalt	<p>1. Introduction and Motivation (OBJECTIVE: Broad conceptual overview of information security) Motivation: implications of IT on society/economy, Classical security problems, Approaches to defining security and security goals, Abstractions, assumptions, and trust, Risk management and the human factor, Course overview.</p> <p>2. Foundations of Cryptography (OBJECTIVE: Understand basic cryptographic mechanisms and applications) Introduction, Basic concepts in cryptography: Overview, Types of Security, computational hardness, Abstraction of channel security properties, Symmetric encryption, Hash functions, Message authentication codes, Public-key distribution, Public-key cryptosystems, Digital signatures, Application case studies, Comparison of encryption at different layers, VPN, SSL, Digital payment systems, blind signatures, e-cash, Time stamping</p> <p>3. Key Management and Public-key Infrastructures (OBJECTIVE: Understand the basic mechanisms relevant in an Internet context) Key management in distributed systems, Exact characterization of requirements, the role of trust, Public-key Certificates, Public-key Infrastructures, Digital evidence and non-repudiation, Application case studies, Kerberos, X.509, PGP.</p> <p>4. Security Protocols (OBJECTIVE: Understand network-oriented security, i.e.. how to employ building blocks to secure applications in (open) networks) Introduction, Requirements/properties, Establishing shared secrets, Principal and message origin authentication, Environmental assumptions, Dolev-Yao intruder model and variants, Illustrative examples, Formal models and reasoning, Trace-based interleaving semantics, Inductive verification, or model-checking for falsification, Techniques for protocol design, Application case study 1: from Needham-Schroeder Shared-Key to Kerberos, Application case study 2: from DH to IKE.</p> <p>5. Access Control and Security Policies (OBJECTIVES: Study system-oriented security, i.e., policies, models, and mechanisms) Motivation (relationship to CIA, relationship to Crypto) and examples Concepts: policies versus models versus mechanisms, DAC and MAC, Modeling formalism, Access Control Matrix Model, Roll Based Access Control, Bell-LaPadula, Harrison-Ruzzo-Ullmann, Information flow, Chinese Wall, Biba, Clark-Wilson, System mechanisms: Operating Systems, Hardware Security Features, Reference Monitors, File-system protection, Application case studies</p> <p>6. Anonymity and Privacy (OBJECTIVE: examine protection goals beyond standard CIA and corresponding mechanisms) Motivation and Definitions, Privacy, policies and policy languages, mechanisms, problems, Anonymity: simple mechanisms (pseudonyms, proxies), Application case studies: mix networks and crowds.</p> <p>7. Larger application case study: GSM, mobility</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				

Lernziel	After attending this course, students will:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and asses current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>261-5130-00L</b>	<b>Research in Data Science</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	<b>Professor/innen</b>
Kurzbeschreibung	Independent work under the supervision of a core or adjunct faculty of data science.				
Lernziel	Independent work under the supervision of a core or adjunct faculty of data science. An approval of the director of studies is required for a non DS professor.				
Inhalt	Project done under supervision of an approved professor.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only students who have passed at least one core course in Data Management and Processing, and one core course in Data Analysis can start with a research project.				
	A project description must be submitted at the start of the project to the studies administration.				
<b>263-0007-00L</b>	<b>Advanced Systems Lab ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>M. Püschel</b>
	<i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in developing high performance software for mathematical functionality occurring in various fields in computer science. The focus is on optimizing for a single core and includes optimizing for the memory hierarchy, for special instruction sets, and the possible use of automatic performance tuning.				
Lernziel	Software performance (i.e., runtime) arises through the complex interaction of algorithm, its implementation, the compiler used, and the microarchitecture the program is run on. The first goal of the course is to provide the student with an understanding of this "vertical" interaction, and hence software performance, for mathematical functionality. The second goal is to teach a systematic strategy how to use this knowledge to write fast software for numerical problems. This strategy will be trained in several homeworks and a semester-long group project.				
Inhalt	The fast evolution and increasing complexity of computing platforms pose a major challenge for developers of high performance software for engineering, science, and consumer applications: it becomes increasingly harder to harness the available computing power. Straightforward implementations may lose as much as one or two orders of magnitude in performance. On the other hand, creating optimal implementations requires the developer to have an understanding of algorithms, capabilities and limitations of compilers, and the target platform's architecture and microarchitecture.				
	This interdisciplinary course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in high performance mathematical software development using important functionality such as matrix operations, transforms, filters, and others as examples. The course will explain how to optimize for the memory hierarchy, take advantage of special instruction sets, and other details of current processors that require optimization. The concept of automatic performance tuning is introduced. The focus is on optimization for a single core; thus, the course complements others on parallel and distributed computing.				
	Finally a general strategy for performance analysis and optimization is introduced that the students will apply in group projects that accompany the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge of the C programming language and matrix algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>263-0008-00L</b>	<b>Computational Intelligence Lab</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U+3A</b>	<b>V. Boeva, T. Hofmann</b>
	<i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>				
Kurzbeschreibung	This laboratory course teaches fundamental concepts in computational science and machine learning with a special emphasis on matrix factorization and representation learning. The class covers techniques like dimension reduction, data clustering, sparse coding, and deep learning as well as a wide spectrum of related use cases and applications.				
Lernziel	The goal of this Lab is to enable students to connect their mathematical background in linear algebra, analysis, probability, and optimization with their basic knowledge in machine learning and their general skill set in Computer Science to gain a deeper understanding of models and tools of great practical impact. Students will acquire fundamental theoretical concepts and methodologies from machine learning and how to apply these techniques to build intelligent systems.				
	The course includes project work. Students work in groups of three to four people to develop solutions to an application problem. The course offers three application problems to choose from. For each of the problems, students submit their solutions to an online evaluation and ranking system and get feedback in terms of numerical accuracy and computational speed. In the final part of the course, students combine and extend one of their previous promising solutions and write up their findings in an extended abstract in the style of a conference paper. The students will also have the possibility to suggest their own application problem to solve if it satisfies the complexity criteria and fits the subject of the course.				
Inhalt	see course description				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	

---

**263-3710-00L      Machine Perception      W      8 KP      3V+2U+2A      J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann**

**Kurzbeschreibung** Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.

**Lernziel** Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.

**Inhalt** The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.

We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, auto-regressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

**Literatur** Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

**Voraussetzungen / Besonderes** This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:  
\* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement				gefördert
		Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>263-3855-00L</b>	<b>Cloud Computing Architecture</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+3A</b>	<b>A. Klimovic</b>	
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.					
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.					
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.					
Skript	Lecture slides will be available on the course website.					
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.					
<b>263-4400-00L</b>	<b>Advanced Graph Algorithms and Optimization</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+3U+3A</b>	<b>R. Kyng, M. Probst</b>	
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.					
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.					
	By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.					
	The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory.					
Inhalt	Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.					
	Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.					
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.					
	Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.					
	Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.					
<b>263-4508-00L</b>	<b>Algorithmic Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>D. Steurer</b>	
Kurzbeschreibung	This course provides rigorous theoretical foundations for the design and mathematical analysis of efficient algorithms that can solve fundamental tasks relevant to data science.					
Lernziel	We consider various statistical models for basic data-analytical tasks, e.g., (sparse) linear regression, principal component analysis, matrix completion, community detection, and clustering.					
	Our goal is to design efficient (polynomial-time) algorithms that achieve the strongest possible (statistical) guarantees for these models.					
	Toward this goal we learn about a wide range of mathematical techniques from convex optimization, linear algebra (especially, spectral theory and tensors), and high-dimensional statistics.					
	We also incorporate adversarial (worst-case) components into our models as a way to reason about robustness guarantees for the algorithms we design.					
Inhalt	Strengths and limitations of efficient algorithms in (robust) statistical models for the following (tentative) list of data analysis tasks:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (sparse) linear regression</li> <li>- principal component analysis and matrix completion</li> <li>- clustering and Gaussian mixture models</li> <li>- community detection</li> </ul>					
Skript	To be provided during the semester					
Literatur	High-Dimensional Statistics A Non-Asymptotic Viewpoint by Martin J. Wainwright					

Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical and algorithmic maturity at least at the level of the course "Algorithms, Probability, and Computing".  Important: Optimization for Data Science 2018--2021 This course was created after a reorganization of the course "Optimization for Data Science" (ODS). A significant portion of the material for this course has previously been taught as part of ODS. Consequently, it is not possible to earn credit points for both this course and ODS as offered in 2018--2021. This restriction does not apply to ODS offered in 2022 or afterwards and you can earn credit points for both courses in this case.				
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Lengler, R. M. Steiner</b>
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.				
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.				
Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties				
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>				
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"				
Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				
Literatur	Main reference:  Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 <a href="https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html">https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html</a>  Other references:  Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 <a href="https://bookstore.ams.org/mbk-69">https://bookstore.ams.org/mbk-69</a>  Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12">https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12</a>  Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 <a href="https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>  Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 <a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>263-5000-00L</b>	<b>Computational Semantics for Natural Language Processing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>M. Sachan</b>
Kurzbeschreibung	This course presents an introduction to Natural language processing (NLP) with an emphasis on computational semantics i.e. the process of constructing and reasoning with meaning representations of natural language text.				
Lernziel	The objective of the course is to learn about various topics in computational semantics and its importance in natural language processing methodology and research. Exercises and the project will be key parts of the course so the students will be able to gain hands-on experience with state-of-the-art techniques in the field.				
Inhalt	We will take a modern view of the topic, and focus on various statistical and deep learning approaches for computation semantics. We will also overview various primary areas of research in language processing and discuss how the computational semantics view can help us make advances in NLP.				
Skript	Lecture slides will be made available at the course Web site.				
Literatur	No textbook is required, but there will be regularly assigned readings from research literature, linked to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The student should have successfully completed a graduate level class in machine learning (252-0220-00L), deep learning (263-3210-00L) or natural language processing (252-3005-00L) before. Similar courses from other universities are acceptable too.				
<b>263-5051-00L</b>	<b>AI Center Projects in Machine Learning Research</b> <i>Last cancellation/deregistration date for this ungraded</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>A. Ilic, E. Bamas, N. Davoudi, D. M. A. Duroux, F. Engelmann,</b>

semester performance: Friday, 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".

S. Gashi, B. Moseley, X. Shen, F. Shi, X. Zhang

Kurzbeschreibung	The course will give students an overview of selected topics in advanced machine learning that are currently subjects of active research. The course concludes with a final project.		
Lernziel	The overall objective is to give students a concrete idea of what working in contemporary machine learning research is like and inform them about current research performed at ETH.		
Inhalt	<p>In this course, students will be able to get an overview of current research topics in different specialized areas. In the final project, students will be able to build experience in practical aspects of machine learning research, including research literature, aspects of implementation, and reproducibility challenges.</p> <p>The course will be structured as sections taught by different postdocs specialized in the relevant fields. Each section will showcase an advanced research topic in machine learning, first introducing it and motivating it in the context of current technological or scientific advancement, then providing practical applications that students can experiment with, ideally to reproduce a known result in the specific field.</p> <p>A tentative list of topics for this year</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scientific machine learning</li> <li>- physics-informed neural networks</li> <li>- theoretical computer science</li> <li>- animal-like behavior in robots</li> <li>- representation learning for health</li> <li>- natural language processing</li> <li>- 3D computer vision</li> <li>- visual text analytics</li> <li>- human-centered AI.</li> </ul> <p>The last weeks of the course will be reserved for the implementation of the final project. The students will be assigned group projects in one of the presented areas, based on their preferences. The outcomes will be made into a scientific poster and students will be asked to present the projects to the other groups in a joint poster session.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have basic knowledge about machine learning and statistics (e.g. Introduction to Machine Learning course or equivalent) and programming.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert

<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
Inhalt	<p>Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.</p> <p>This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.</p> <p>Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.</p> <p>Tentative list of topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualization and Perception</li> <li>2. Interaction and Explanation</li> <li>3. Systems Overview</li> </ol>				
Skript	Course material will be provided in form of slides.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.				

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
Inhalt	<p>By the end of the course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul> <p>Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.</p>				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				

Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.			
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>263-5352-00L</b>	<b>Advanced Formal Language Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G+1A R. Cotterell</b>
Kurzbeschreibung	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory.			
Lernziel	The objective of the course is to learn and understand a variety of topics in advanced formal language theory.			
Inhalt	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory. The primary focus of the course is on weighted formalisms, which can easily be applied in machine learning. Topics include finite-state machines as well as the algorithms that are commonly used for their manipulation. We will also cover weighted context-free grammars, weighted tree automata, and weighted mildly context-sensitive formalisms.			
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.			
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.			
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.			
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.			
<b>401-0674-00L</b>	<b>Numerical Methods for Partial Differential Equations</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>2G+2U+2P+4A R. Hiptmair</b>
	<i>Nicht für Studierende BSc/MSc Mathematik</i>			
Kurzbeschreibung	Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations: convection-diffusion, heat equation, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.			
Lernziel	Main skills to be acquired in this course: * Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently. * Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations. * Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory * Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm. * Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations. * Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.			
	This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages.			
Inhalt	Second-order scalar elliptic boundary value problems Finite-element methods (FEM) FEM: Convergence and Accuracy Non-linear elliptic boundary value problems Second-order linear evolution problems Convection-diffusion problems Numerical methods for conservation laws			
Skript	The lecture will be taught in flipped classroom format: - Video tutorials for all thematic units will be published online. - Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF. - A comprehensive lecture document will cover all aspects of the course, see <a href="https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf">https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf</a>			

Literatur	<p>Chapters of the following books provide supplementary reading (detailed references in course material):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* D. Braess: Finite Elemente, Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2007 (available online).</li> <li>* S. Brenner and R. Scott. Mathematical theory of finite element methods, Springer 2008 (available online).</li> <li>* A. Ern and J.-L. Guermond. Theory and Practice of Finite Elements, volume 159 of Applied Mathematical Sciences. Springer, New York, 2004.</li> <li>* Ch. Großmann and H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer 2007.</li> <li>* W. Hackbusch. Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment, volume 18 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer, Berlin, 1992.</li> <li>* P. Knabner and L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, volume 44 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.</li> <li>* S. Larsson and V. Thomée. Partial Differential Equations with Numerical Methods, volume 45 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.</li> <li>* R. LeVeque. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.</li> </ul> <p>However, study of supplementary literature is not important for following the course.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.</p> <p>Important: Coding skills and experience in C++ are essential.</p> <p>Homework assignments involve substantial coding, partly based on a C++ finite element library. The written examination will be computer based and will comprise coding tasks.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature links will be provided in the lecture. Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3602-00L</b>	<b>Applied Stochastic Processes</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	Poisson-Prozesse; Erneuerungsprozesse; Markovketten in diskreter und in stetiger Zeit; einige Beispiele und Anwendungen.				
Lernziel	Stochastische Prozesse dienen zur Beschreibung der Entwicklung von Systemen, die sich in einer zufälligen Weise entwickeln. In dieser Vorlesung bezieht sich die Entwicklung auf einen skalaren Parameter, der als Zeit interpretiert wird, so dass wir die zeitliche Entwicklung des Systems studieren. Die Vorlesung präsentiert mehrere Klassen von stochastischen Prozessen, untersucht ihre Eigenschaften und ihr Verhalten und zeigt anhand von einigen Beispielen, wie diese Prozesse eingesetzt werden können. Die Hauptbetonung liegt auf der Theorie; "applied" ist also im Sinne von "applicable" zu verstehen.				
Literatur	R. N. Bhattacharya and E. C. Waymire, "Stochastic Processes with Applications", SIAM (2009), available online: <a href="http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997">http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997</a> R. Durrett, "Essentials of Stochastic Processes", Springer (2012), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1</a> M. Lefebvre, "Applied Stochastic Processes", Springer (2007), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1</a> S. I. Resnick, "Adventures in Stochastic Processes", Birkhäuser (2005)				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are familiarity with (measure-theoretic) probability theory as it is treated in the course "Probability Theory" (401-3601-00L).				
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.				
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>401-3904-22L</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kurpisz</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.				
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Introduction to Convex Optimization. - Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming. - Applications of Convex Optimization in science and engineering. - Algorithms for Convex Optimization.				
Skript	A script will be provided.				
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441				
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-4656-21L</b>	<b>AI in the Sciences and Engineering</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>S. Mishra, B. Moseley</b>
	<i>Aimed at students in a Master's Programme in Mathematics, Engineering and Physics.</i>				
Kurzbeschreibung	AI is having a profound impact on science by accelerating discoveries across physics, chemistry, biology, and engineering. This course aims to present a highly topical selection of AI applications across these fields. Emphasis will be placed on using AI, particularly deep learning, to understand systems modelled by PDEs, and key scientific machine learning concepts and themes will be discussed.				
Lernziel	Learning objectives:  - Aware of advanced applications of AI in the sciences and engineering - Familiar with the design, implementation, and theory of these algorithms - Understand the pros/cons of using AI and deep learning for science - Understand key scientific machine learning concepts and themes				
Inhalt	A selection of the following topics will be presented in the lectures:  1. Key scientific tasks common to many scientific domains, such as simulation, inverse problems, equation discovery, design, and control problems, and issues with traditional methods for solving them 2. Physics-informed neural networks for solving forward, inverse and equation discovery problems related to PDEs 3. Neural operators, including Fourier neural operators and DeepONets, for learning efficient surrogate models, and their theoretical foundations 4. Differentiable scientific algorithms, neural differential equations, and the benefits of hybrid workflows 5. AI for symbolic regression and equation discovery 6. Applications of graph neural networks in science 7. Guest lectures on AI for chemistry and biology 8. Large language models and other Foundation models for scientific discovery  Applications using these techniques will be illustrated across fluid dynamics, wave physics, medical physics, molecular design, and computational biology. Several examples where AI algorithms outperform traditional scientific workflows will be shown.				
Skript	Lecture slides, recordings, and tutorials will be available on Moodle.				
Literatur	All the material in the course is based on research articles written in last 1-3 years. The relevant references will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	- An understanding of basic ML concepts including supervised learning, overfitting/underfitting, optimisation, and neural networks is required; you should understand the main concepts in the ETH 252-0220-00L Introduction to Machine Learning course (but note, completing this course is not a formal requirement) - Familiar with PDEs and numerical methods for solving them - Basic competence in Python and some practical familiarity with deep learning frameworks (e.g. PyTorch, TensorFlow, or Keras)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b> <i>Offered in the spring semester from FS24.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				
Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Interdisziplinäre Wahlfächer

*Interdisziplinäre Wahlfächer*

## ►► Data Science Projektkurs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-3300-00L</b>	<b>Data Science Lab</b>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>9P</b>	<b>A. Ilic, V. Boeva, R. Cotterell, J. Vogt, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	In this class, we bring together data science applications provided by ETH researchers outside computer science and teams of computer science master's students. Two to three students will form a team working on data science/machine learning-related research topics provided by scientists in a diverse range of domains such as astronomy, biology, social sciences etc.				
Lernziel	The goal of this class is for students to gain experience of dealing with data science and machine learning applications "in the wild". Students are expected to go through the full process starting from data cleaning, modeling, execution, debugging, error analysis, and quality/performance refinement.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: At least 8 KP must have been obtained under Data Analysis and at least 8 KP must have been obtained under Data Management and Processing.				

## ► Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5113-00L</b>	<b>Computational Challenges in Medical Genomics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Kahles</b>
Kurzbeschreibung	This seminar discusses recent relevant contributions to the fields of computational genomics, algorithmic bioinformatics, statistical genetics and related areas. Each participant will hold a presentation and lead the subsequent discussion.				
Lernziel	Preparing and holding a scientific presentation in front of peers is a central part of working in the scientific domain. In this seminar, the participants will learn how to efficiently summarize the relevant parts of a scientific publication, critically reflect its contents, and summarize it for presentation to an audience. The necessary skills to successfully present the key points of existing research work are the same as needed to communicate own research ideas. In addition to holding a presentation, each student will both contribute to as well as lead a discussion section on the topics presented in the class.				
Inhalt	The topics covered in the seminar are related to recent computational challenges that arise from the fields of genomics and biomedicine, including but not limited to genomic variant interpretation, genomic sequence analysis, compressive genomics tasks, single-cell approaches, privacy considerations, statistical frameworks, etc. Both recently published works contributing novel ideas to the areas mentioned above as well as seminal contributions from the past are amongst the list of selected papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of algorithms and data structures and interest in applications in genomics and computational biomedicine.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft gefördert gefördert

<b>263-5157-00L</b>	<b>Representations in Generative AI: Causal Methods, Images, Music, Language</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Schölkopf, M. Besserve, S. Buchholz</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of January 2024. Students who are still registered after that date but do not attend the seminar, will officially fail it.</i>				
Kurzbeschreibung	The seminar will explore the theoretical and empirical properties of representations in generative AI.				
Lernziel	The students obtain an overview of some recent progress in generative modeling, causality, and representation learning (incl. foundation models). They learn to understand a research paper in depth and to effectively communicate the main results to an audience.				
Inhalt	Recent progress in generative AI has not only achieved generation of highly realistic synthetic data, but also strives to allow for manipulation of high-level properties of the data, with significant potential for applications. Building useful representations is a core ingredient to be able to perform such meaningful manipulations: this goes beyond the mere representation of statistical information, and also includes aspects of causality. The seminar will explore the theoretical and empirical properties of these representations.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in probability theory and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		

<b>263-5225-00L</b>	<b>Advanced Topics in Machine Learning and Data Science</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Perez Cruz, E. Krymova, L. Salamanca Miño</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the fourth week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	In this seminar, recent papers of the machine learning and data science literature are presented and discussed. Possible topics cover statistical models, machine learning algorithms and its applications.				
Lernziel	The seminar "Advanced Topics in Machine Learning and Data Science" familiarizes students with recent developments in machine learning and data science. Recently published articles, as well as influential papers, have to be presented and critically reviewed. The students will learn how to structure a scientific presentation, which covers the motivation, key ideas and main results of a scientific paper. An important goal of the seminar presentation is to summarize the essential ideas of the paper in sufficient depth for the audience to be able to follow its main conclusion, especially why the article is (or is not) worth attention. The presentation style will play an important role and should reach the level of professional scientific presentations.				
Inhalt	The seminar will cover a number of recent papers which have emerged as important contributions to the machine learning and data science literatures. The topics will vary from year to year but they are centered on methodological issues in machine learning and its application, not only to text or images, but other scientific domains like medicine, climate or physics.				
Literatur	The papers will be presented in the first session of the seminar.				

<b>401-3620-24L</b>	<b>Student Seminar in Statistics: E-Values and Anytime-Valid Inference</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Ziegel</b>
	<i>Number of participants limited to 36.</i>				
Voraussetzungen / Besonderes	Mainly for students from the Mathematics Bachelor and Master Programmes who, in addition to the introductory course unit 401-2604-00L Probability and Statistics, have heard at least one core or elective course in statistics. Also offered in the Master Programmes Statistics resp. Data Science.				

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-INFK*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-0800-00L</b>	<b>Master's Thesis</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> - das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; - allfällige Auflagen für die Zulassung zum Studiengang erfüllt hat - in der Kategorie "Kernfächer" mindestens 50 KP erworben hat, darunter die je minimal erforderlichen 16 KP in den Unterkategorien "Datenanalyse" sowie "Datenmanagement und Datenverarbeitung" und - in der Kategorie "Data Science Projektkurs" die erforderlichen 14 KP erworben hat.				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Die Studierenden weisen mit der Master-Arbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit nach.				
Lernziel	Mit der Master-Arbeit sollen die Studierenden Ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit aufzeigen.				



### Data Science Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Architektur

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0906-00L	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b> <i>This course is only for doctoral students.</i>	W	2 KP	2S	R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
064-0026-00L	<b>Compas II: Introduction to Computational Methods for W Digital Fabrication in Architecture</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	2 KP	2K	F. Gramazio
Kurzbeschreibung	This PhD-level course begins with an overview of the COMPAS framework basics, and then introduces digital fabrication methods and tools based on it. Students learn fundamentals of robotics, robot kinematics and planning, and basics of robot control applied in the domain of architecture and digital fabrication using the COMPAS and COMPAS FAB framework and open source tools.				
Lernziel	1. Understand fundamentals of robotics, coordinate systems, transformations and orientation representations. 2. Learn forward and inverse kinematic functions and their application. 3. Learn Cartesian and kinematic robot planning methods 4. Apply these concepts to design and implement digital fabrication processes. 5. Gain an understanding of different robot control methods and their application.				
Inhalt	Lectures, tutorials and project-based exercises will focus on:  - Introduction to fundamentals of robotics. - Introduction to COMPAS and COMPAS FAB framework. - Robot model representations. - Robot forward and inverse kinematics. - Robot path planning: Cartesian motion planning and kinematic motion planning, planning scene and collision detection. - Integration of planning tools into parametric design environment (CAD). - Overview and usage of ROS (Robot Operating System). - Design of digital fabrication processes (assembly of discrete elements, 3D printing, etc.).				
Skript	Zoom: <a href="https://ethz.zoom.us/j/96881394785">https://ethz.zoom.us/j/96881394785</a> Material: <a href="https://github.com/compas-teaching/COMPAS-II-FS2023">https://github.com/compas-teaching/COMPAS-II-FS2023</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Priority is given to PhD students.				
151-0638-00L	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	W	1 KP	2S	R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				

Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.

Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.

To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.

On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		

<b>376-1719-00L</b>	<b>Statistics for Experimental Research</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Students will learn the necessary statistical concepts and skills to independently (1) design experiments (2) analyse experimental data and (3) report analyses and results in a scientifically appropriate manner.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: 1. Determine appropriate experimental designs and choose, justify and perform the appropriate statistical analyses using R. 2. Report analyses and results in a scientifically appropriate manner, as laid out by the Publication Manual of the American Psychological Association (APA, sixth edition).				
Inhalt	We will cover basic statistical concepts (e.g., central tendency, variability, data distribution), the t-test (dependent and independent), ANOVA (univariate, factorial and repeated measures), correlation, multiple regression, nonparametric techniques, validity and reliability tests, effect size, data transformation, power and sample size estimation.				
Skript	Lecture notes will be delivered in the form of commented presentations in Microsoft Powerpoint (i.e. pptx) format. R practical session assignments will be delivered in pdf-format.				
Literatur	Both in the lectures and in the tutorials and practical sessions, we will refer students to the following publication:  Field A, Miles J, Field Z (2013) Discovering Statistics Using R. Sage Publications Ltd, London, UK				

<b>064-0004-24L</b>	<b>Advanced Topics in History and Theory of Architecture: Things of Architecture</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2K</b>	<b>L. Stalder, T. Avermaete, M. Delbeke, P. Ursprung</b>
Kurzbeschreibung	What new readings of architecture emerge when the objects of research are not the ever-changing «heroes», «pioneers» or the «key buildings», but instead a series of «things» like the various network of expertise, systems, and objects that at the same time shaped our built environment? The seminar will focus on the overlooked «anonymous» objects of history.				
Lernziel	Acquiring insight in the different possible research methods available to PhD-researchers in the fields of the history and theory of art and architecture.				

Inhalt	The course will alternate between reading seminars and individual presentations. Participants will be asked to work on a "thing" that they have encountered in their PhD research.			
Voraussetzungen / Besonderes	In-person meetings on alternate weeks.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
<b>064-0014-24L</b>	<b>Research Methods in the History and Theory of Architecture</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>
				<b>C. Rachele</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to methodological approaches in the history and theory of architecture; presentation and discussion of individual doctoral projects. 2nd semester of year-long course.			
Lernziel	The doctoral students analyse critically relevant approaches in the history and theory of architecture. Through group discussions and individual presentations, they refine the scope, aims and methodologies of their proposals, in preparation for the research plan submission at the end of first year.			
Inhalt	<p>The methodology of humanistic research grows more complex with every academic generation: it presents a complex thicket of epistemological frameworks and practical strategies rather than a straightforward array of tools. In the omnivorous field of architectural history and theory, the scholar faces a yet more multi-faceted array of possible approaches to any individual research subject. This course considers the variety of available strategies for the creation of architectural histor(ies) and theor(ies) as an opportunity for intellectual inquiry distinctive to our discipline. Through close study of a range of historically significant or methodologically innovative writing, we will deepen our understanding of how other historians have structured their work and refine each student's developing research methodology.</p> <p>The course, held over two semesters, combines a traditional doctoral theory seminar with a practical writing workshop: we will alternate reading-based discussions with working sessions directed towards the development of the research proposal to be submitted at the end of the first year.</p>			
Skript	<a href="https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses">https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses</a>			
Literatur	<a href="https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses">https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses</a>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>064-0018-24L</b>	<b>Research Methods in Landscape and Urban Studies: Writing Urban Landscapes of the Anthropocene</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2K</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			<b>F. Persyn, T. Avermaete, T. Galí-lzard, H. Klumpner, C. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses the specificity of writing about the urban, landscape, and territory in the Anthropocene. The seminar surveys key writings, ideas, and figures in the Anthropocene debate in conversation with critiques from environmental humanities and postcolonial studies.			
Lernziel	Anthropocene has emerged as a contested yet transdisciplinary term to describe the planetary condition under climate change and environmental catastrophe. While being attendant to its critiques, the Anthropocene discourse provides researchers from critical landscape and urban research to engage with a diversity of fields such as earth sciences, art, environmental humanities, agrarian, literary, and cultural studies. This course addresses the specificity of writing about the urban, landscape, and territory in the Anthropocene. The seminar surveys key writings, ideas, and figures in the Anthropocene debate in conversation with critiques from environmental humanities and postcolonial studies. A number of invited guests working at the forefronts of Anthropocene research will bring seminar participants into their research and writing process. Additionally, the seminar will offer a number of hands-on critical writing and peer-review sessions to help the seminar participants develop and work with the allegories of the Anthropocene.			
Inhalt	<p>Typically, the seminar sessions will alternate between inputs by invited guests, reading and discussion sessions, tutorials, and peer-review. The invited guests will provide a behind-the-scenes look into their writing process, including how they structure their arguments, organise their sources and materials, and find inspiration in their writing process. During the first half of the tutorial sessions, the seminar participants will discuss and debate a requisite reading followed by a writing tutorial and feedback session based on the texts. The seminar participants can choose to present the work developed during the seminar at the LUS Doctoral Crits organised at the end of the semester.</p> <p>The seminar would be organised the following sessions and will culminate with LUS Doctoral Crits organised at the end of the semester:</p> <p>24.02 Introduction – Writing in the Anthropocene - Nitin Bathla  03.03 Botanical City - Sandra Jasper  10.03 Histories of Settlement workshop - Hollyamber Kennedy &amp; Anooradha Siddiqi  17.03 Landscapes in deep time: Nuclear Waste and the Swiss Alps - Rony Emmenegger  31.03 Landscapes of the empire - Hollyamber Kennedy  21.04 Territories of Swiss Colonialism - Denise Bertschi  28.04 A guided walk through the multispecies landscape of Zurich- Flurina Gardin  05.05 Geological Filmmaking - Laura Coppens  12.05 Landscapes of fossil capitalism - Giulia Scotto  19.05 LUS Doctoral Crits</p>			

Literatur	<p>Voie, Christian Hummelsund. "Nature writing in the Anthropocene." In Routledge Handbook of Ecocriticism and Environmental Communication, pp. 199-210. Routledge, 2019.</p> <p>Boes, Tobias, and Kate Marshall. "Writing the Anthropocene: An Introduction." the minnesota review 2014, no. 83 (2014): 60-72.</p> <p>Gandy, Matthew, and Sandra Jasper, eds. The botanical city. Jovis Berlin, 2020.</p> <p>Kennedy, Hollyamber. "Infrastructures of "legitimate violence": The Prussian Settlement Commission, internal colonization, and the migrant remainder." Grey Room 76 (2019): 58-97.</p> <p>Emmenegger, Rony. "Deep Time Horizons: Vincent Ialenti's Deep Time Reckoning: How Future Thinking Can Help Earth Now. Cambridge, MA: MIT Press." Anthropocenes—Human, Inhuman, Posthuman 2, no. 1 (2021).</p> <p>Grommen, Ciel, Denise Bertschi, Tali Serruya, Karim Bel Kacem, Carol Joo Lee, Yeji Lee, and Seyoung Yoon. "Territories of Assembly." In Artsonje Art Centre, Seoul. 2014.</p> <p>Litvintseva, S., 2018. Geological Filmmaking: Seeing Geology Through Film and Film Through Geology. Transformations.</p> <p>Scotto, Giulia. "Between Visible and Invisible: ENI and the Building of the African Petroleumscape." In Oil Spaces, pp. 84-108. Routledge, 2021.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The seminar is jointly organized by the coordinator of the Doctoral Programme in Landscape and Urban Studies, and the I-LUS faculty. The seminar is open to all researchers working at the urban landscape and territorial scale regardless of where they might be in their research provided they are in the process of developing a work of academic writing such as research plan, an article, or a design manifesto.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>064-0016-24L</b>	<b>PhD Colloquium Theory of Information Technology for W Architects</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>L. Hovestadt</b>	
Kurzbeschreibung	Information technology plays an increasingly important role in research. To meet this challenging development, it is not only important to acquire respective skills, but also to consider and understand information technology in what sets it apart from other gestalts of technics (like mechanics, dynamics, or thermodynamics).				
Lernziel	The aim of this colloquium is to counter an observable tendency, that proportional to the degree in which students master practical skills in computing, they increasingly submit uncritically, in their understanding and framing of problems, to the dictation of schemata and templates implemented by technical systems.				
Inhalt	The starting point for this colloquium is to comprehend computing not in terms of skills, but as a literacy which we can experience emerging today. Like in the case of writing as well, computing cannot exhaustively be reduced to either logics, grammar, arithmetics, or analytics. Rather, computation, if comprehended as a literacy, relates to any of the established categories of learning and raises questions of an architectonic kind. This colloquium draws from the principal richness of cultural forms of knowing and learning and thematizes approaches to formulate a theoretical stance on information technology for architects which is driven by and resting on the actual reality of computability today. In this, it is complementary to those theory courses on technology offered by the historical disciplines at ETH.				
Voraussetzungen / Besonderes	To benefit from this course, you should have a practical affinity to technics, as well as an abstract interest in information technology in its comprehensive cultural context.				
<b>052-0728-24L</b>	<b>4D-Geodesigning Urban Transformation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Wälty, H. Klumpner</b>
Kurzbeschreibung	This course tackles critical urban planning issues through advanced technology for analysis and communication. Students actively engage with building and zoning regulations, involving the reconstruction, reformulation, and simulation/virtualization in web-based 4D urban models. Ongoing exchanges through peer review activities in class enrich the learning experience.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyze the past and present, and design, present, and discuss future living spaces in 4D.</li> <li>- Read, understand, deconstruct, and formulate new zoning and building rules (BNOs).</li> <li>- Set up an ArcGIS Urban model, integrate current and new urban rules, and visualize/simulate development scenarios/variations of urban designs.</li> <li>- Encourage cross-disciplinary, project-based learning through teamwork and peer reviews, facilitating the acquisition of transferable skills.</li> </ul>				
Inhalt	This course addresses crucial urban transformation issues at the 10-minute-neighbourhood level. Leveraging technology, communication, and online materials, it combines opportunities for online interaction with traditional place-based teaching methods. It can be offered as an elective with exercises or as an integrated discipline in design classes. The online material also supports self-paced learning. (i) Students actively engage with building and land use regulations by reconstructing them in a 3D model, formulating new 3D regulations based on design and land use criteria, and simulating possible developments in 4D. Collaboration among students from different disciplines, working in teams and sharing knowledge through mutual work and peer reviews, enhances cross-disciplinary learning. (ii) Urban design lecturers benefit from being relieved of the task of teaching software, focusing more on design aspects in their classes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A time and workload (in addition to the course) of 70 hours is to be expected.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>064-0022-24L</b>	<b>Research Skills and Methods: Science, Design, Engineering and Governance</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Menz</b>

Kurzbeschreibung	The course is designed for researchers and doctoral students from diverse disciplinary backgrounds in Future Cities LabGlobal (FCL Global). It offers guidance and training on particular research skills based on the thematic studies in a transdisciplinary research environment, academic writing and publication.
Lernziel	The course aims to support researchers and doctoral students in the following aspects: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enhance researchers' skills in building up their research frameworks and developing research methods based on the thematic research of FCL Global.</li> <li>- Introduce basic skills and academic writing and publication procedures. It will help researchers and doctoral students develop their academic careers.</li> <li>- Get systematic guidance and training on the research methods developed by the FCL Global interdisciplinary research. This, researchers and students will improve their capability to conduct studies independently.</li> <li>- Provide opportunities for researchers and students to undertake methods crossing disciplines. It will benefit collaboration and research synthesis within the individual and FCL Global modules.</li> </ul>
Inhalt	The course focuses on two main parts: introducing research methods developed upon the thematic research in FCL Global and systematic research skills training. <p>Urbanisation, with its fast-surpassing city boundaries, is complex. It breaks through the biophysical limits of the planet and threatens the environment and society in every walk of life. Its interconnection and complexity challenge traditional methods of understanding cities. They request new methods to more sufficiently analyse urban phenomena and emerging conditions. FCL Global studies urbanisation through thematic research modules. Each module combines various disciplines and tackles urban analysis via science, engineering, design and governance. Rooted in urban studies in the last ten years, thematic research in FCL Global develops innovative research methods. These methods integrate the most advanced technology and urban theories and are tested in real cases in Singapore and Zurich. The course will introduce these research methods systematically in ten sessions. Possible contents are, but do not exclude:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- An Overview of Transdisciplinary and mixed methods research</li> <li>- Enabling the Science Design Loop</li> <li>- Using Virtual Reality in Research</li> <li>- Design thinking and the 'Charrette Method.'</li> <li>- State of the art in mapping techniques and geospatial analysis</li> <li>- Fundamentals of Agent-based modelling and complexity science</li> <li>- Network Analysis for urban design</li> <li>- Action research and Design Workshops for stakeholder engagement</li> <li>- Case study as a research method</li> <li>- State Preference Surveys and Choice Modelling</li> <li>- Big Data analysis for urban research</li> <li>- Point cloud modelling as an alternative visualisation and analysis technique for large landscapes</li> <li>- Using semantic web technologies to develop urban ontologies</li> <li>- State of the art in Parametric modelling</li> <li>- Digital Twins</li> <li>- Ethnographic Research Methods</li> <li>- Historical Research</li> <li>- Research through Design</li> <li>- Architecture in Practice and Research Translation</li> <li>- Tactical Urbanism</li> </ul> <p>The second part of the course will train researchers and PhD/doctoral students in developing their research frameworks, preparing research proposals, and improving academic writing and publication. Small exercises, for instance, presentations, writing essays and group discussion, will be applied to practice these skills either in or after classes. Students and researchers' performances in this part will be used as references to grant the ECTS credits.</p>

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0100-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
900-0101-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0102-DRL	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				

Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer</i>				

and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>052-0644-24L</b>	<b>Summer School: Dense and Green Cities: Exploring New Models of Integrated Urban Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Menz, Y. Jiang</b>
Kurzbeschreibung	Interdisciplinary Urban Transformation in Altstetten, Zurich The summer school is based on the research work of the module Dense and Green Cities: Emerging Models of Integrated Urban Development module of the Future Cities Laboratory (FCL) Global. It introduces interdisciplinary approaches to studying urban transformation strategies for sustainability through a real case of Altstetten Zurich.				
Lernziel	The summer school is open to bachelor's, master's and doctoral students as well as researchers with a background in architecture, urban design, urban planning, and landscape design in ETH Zurich, FCL Global and the partner institutions of FCL Global. It includes lectures and thematic input talks based on the research of Dense and Green Cities, training on ArcGIS Urban tools and seminars with collaborating stakeholders in Singapore and Zurich. The summer school uses Altstetten as a case to study for urban transformation scenarios.				
	We expect students to achieve the following objectives at the end of the course: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtain interdisciplinary knowledge regarding sustainable integrated urban development and transformation in terms of urban planning and design, architecture, as well as social, environmental, and economic performance, and governance.</li> <li>• Use ArcGIS Urban as a web-based tool to visualise urban planning and design in 2- and 3D and analyse results.</li> <li>• Provide real-world scenarios and solutions for Altstetten, Zurich.</li> <li>• Collaborate effectively with stakeholders from many disciplines.</li> </ul>				
Inhalt	Urban development is a complex process, with city elements being interdependent and interrelated. To address this complexity, multiple disciplines must collaborate and cooperate with one another. Based on these insights, this two-week summer school was initiated.  The contents of this summer school are based on the work of the Dense and Green Cities of FCL Global. To emphasise individual knowledge and the balance of all given urban perspectives, the summer school intends to use a fresh approach to studying and experiencing urban planning and design complexity. Instead of consulting several experts, every participating student will be asked to act as "experts" from different perspectives. They will use the research findings given in the Input Talks to evaluate and optimise their planning ideas. In this way, information and knowledge of urban studies will not be provided in parallel positions supplementing each other but overlay each other to generate conflicts and highlight critical issues in urban planning ideas. The summer school program will also highlight the significance of some soft factors in urban development, such as social cohesion, community integration and interdependence of neighbourhood or district development. Students will be requested to cooperate and collaborate with their neighbouring groups to balance the distribution of residential, commercial and infrastructure development while realising their urban densification goals.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>851-0371-00L</b>	<b>Coaching Students</b>	<b>Dr</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	The course "Coaching Students" enhances Student Teaching Assistants and other participants in their roles as student coaches, acquiring basic knowledge about coaching methodology and the mindset of a coach. The course is focusing on participants that are coaching student groups or teams or individuals with open tasks without model solution, where nondirective support plays an important role.			
Lernziel	In this course Student Teaching Assistants will ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basics of coaching and the role as student coaches.</li> <li>• develop the mindset of a coach and reflect on their attitude towards guiding student learning processes.</li> <li>• acquire coaching skills and build knowledge and know-how about coaching methods.</li> <li>• design the coaching session and feel confident to use coaching methods.</li> <li>• give and get feedback from peers and self-reflect on their coaching practice.</li> </ul>			
Inhalt	<p>The course starts with a Kick-off meeting in the first lesson to provide an overview of the role as student coach and the course in general. Participation in the Kick-off is essential, since during this session the groups are formed in which the students will work throughout the semester.</p> <p>The further 5 live sessions will provide a range of relevant topics for developing coaching competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview about coaching: Based on this, participants reflect on their role as student coaches in order to develop the mindset of a coach,</li> <li>• Introduction into coaching methodology,</li> <li>• Coaching skills training: active listening, asking questions and giving/getting feedback.</li> </ul> <p>During the last live session, course participants will be able to apply their knowledge and the coaching skills learned during the course in a role play.</p> <p>Further, the course also consists of an online part. The online part offers a short theoretical overview of each live session and the possibility to conduct a learning journal.</p> <p>Dates for the live sessions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kick-off (mandatory): 5th of March, 16-18</li> <li>- live session 2: 12th of March, 16-18</li> <li>- live session 3: 19th of March, 16-18</li> <li>- live session 4: 26th of March, 16-18</li> <li>- live session 5: 9th of April, 16-18</li> <li>- final session (mandatory): 16th of April, 16-18</li> </ul>			
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0150-DRL	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0151-DRL	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

	<b>certificate.</b>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

#### Doktorat Architektur - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Bau, Umwelt und Geomatik

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Den Doktorierenden D-BAUG steht (neben den unten aufgelisteten Kursen) das gesamte fachspezifische Lehrangebot der ETHZ und der Universität Zürich zur individuellen Auswahl offen, sofern es ein Angebot aus den speziell für Doktorierende konzipierten Lehrveranstaltungen oder regulären Lehrveranstaltungen des Master-Studiums oder des dritten Jahres des Bachelor-Studiums ist.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-1248-00L</b>	<b>Experimental Microfluidics: A Short Course</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Secchi</b> , G. G. Dsouza, S. Stavrakis, G. S. Ugolini
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of microfluidic technology and samples a range of applications in microbiology and chemistry, all through hands-on experience and live demos.				
Lernziel	Familiarization with the basics of microfluidics and with some applications of this technology in microbiology and chemistry.				
Inhalt	Physics of fluid transport at small scales, microfluidic devices design and fabrication concepts, examples of microfluidics studies of chemistry, optofluidic, microbial growth, motility, chemotaxis and interactions among microbes. Practical set-up of a typical microfluidic experiment, flow visualization, image acquisition and analysis. The course takes place in the week of June 17-21, 2024. The mornings are dedicated to in-class lectures, while the afternoons (Mon to Thu) are dedicated to hands-on experience, live demos and a group activity.				
Skript	Script and papers shared by the instructors.				
Literatur	Introduction to Microfluidics, Patrick Tabeling, Oxford University Press, 2005				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0190-08L</b>	<b>Uncertainty Quantification and Data Analysis in Applied Sciences</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>V. Nertimanis</b> , E. Chatzi, A. Kamariotis, S. Marelli, M. Moustapha, K. Papadimitriou
	<i>Open to doctoral students from within ETH and UZH who work in the field of Computational Science. External graduate students and other auditors will be allowed by permission of the instructors.</i>				
Kurzbeschreibung	The course presents fundamental concepts and advanced methodologies for handling and interpreting data in relation with models. It elaborates on methods and tools for identifying, quantifying and propagating uncertainty through models of systems with applications in various fields of Engineering and Applied science.				
Lernziel	This Block Course aims at providing a graduate level introduction into probabilistic modeling and identification of engineering systems. Along with fundamentals of probabilistic and dynamic system analysis, advanced methods and tools will be introduced for surrogate and reduced order models, sensitivity and failure analysis, parallel processing, uncertainty quantification and propagation, system identification, nonlinear and non-stationary system analysis.				
Inhalt	The topics to be covered are organized in three broad categories: Track 1: Uncertainty Quantification and Rare Event Estimation in Engineering, offered by the Chair of Risk, Safety and Uncertainty Quantification, ETH Zurich (18 hours) Lecturers: Dr. Stefano Marelli, Dr. Maliki Moustapha Track 2: Bayesian Inference and Uncertainty Propagation, offered the by the System Dynamics Laboratory, University of Thessaly, and the Chair of Structural Mechanics and Monitoring, ETH Zurich (18 hours) Lecturers: Prof. Dr. Costas Papadimitriou, Dr. Antonios Kamariotis, Dr. Konstantinos Tatsis, Giacomo Arcieri Track 3: Data-driven Identification and Simulation of Dynamic Systems, offered the by the Chair of Structural Mechanics and Monitoring, ETH Zurich (18 hours) Lecturers: Dr. Vasilis Dertimanis, Prof. Dr. Eleni Chatzi The lectures will be complemented via a comprehensive series of interactive Tutorials.				
Skript	The course script is composed by the lecture slides, which will be continuously updated throughout the duration of the course on the CSZ website.				
Literatur	Suggested Reading: Track 2 : E.T. Jaynes: Probability Theory: The logic of Science Track 3: T. Söderström and P. Stoica: System Identification, Prentice Hall International, Link see Learning Materials. Xiu, D. (2010) Numerical methods for stochastic computations - A spectral method approach, Princeton University press. Smith, R. (2014) Uncertainty Quantification: Theory, Implementation and Applications SIAM Computational Science and Engineering, Lemaire, M. (2009) Structural reliability, Wiley. Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M. & Tarantola, S. (2008) Global Sensitivity Analysis - The Primer, Wiley.				
Voraussetzungen / Besonderes	Introductory course on probability theory Fair command on Matlab				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>This course is only for doctoral students.</i>				
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students give a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0691-00L</b>	<b>Towards Efficient and High-Performance Computing for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kammer, M. Pundir</b>
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to various programming techniques and tools for the development of scientific simulations (using C++). It provides the practical and theoretical basis for high-performance computing (HPC) including data structure, testing, performance evaluation and parallelization. The course bridges the gap between introductory and advanced programming courses.				

Lernziel	This course provides an overview of programming techniques relevant for efficient and high-performance computing. It builds on introductory coding experience (e.g. matlab/python/java) and introduces the students to more advanced tools, specifically C++, external libraries, and supercomputers. The objective of this course is to introduce various approaches of good practice in developing your own code (for your research or engineering project) or using/modifying existing open-source programs. The course targets engineering students and seeks to provide a practical introduction towards performance-based computational simulation.		
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. code versioning and DevOps lifecycle</li> <li>2. introduction to C++</li> <li>3. structured programming</li> <li>4. object-oriented programming</li> <li>5. code testing</li> <li>6. code performance (design, data structure, evaluating, using external libraries)</li> <li>7. code parallelization</li> <li>8. running simulations on supercomputers</li> </ol>		
Skript	Will be provided during the lecture via moodle.		
Literatur	Will be provided during the lecture.		
Voraussetzungen / Besonderes	A good knowledge of MATLAB (or Python or java) is necessary for attending this course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelman</b>
Kurzbeschreibung	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.				
Inhalt	Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente. Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.				
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.				
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert		

<b>151-8102-00L</b>	<b>Research Beyond the Lab: Open Science and Research Methods for a Global Engineer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Tilley, L. Schöbitz</b>
Kurzbeschreibung	From the proverbial 'field' to the heart of Zurich, engineering research is guided by the same fundamental principles. With the goal to improve the human condition with technology, we designed this course to teach learners how to conduct a research project out of the lab, and apply open science principles to their data analysis projects.				

Lernziel	By the end of the course, learners will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• articulate a foundational understanding of 'research'</li> <li>• identify and implement an appropriate research paradigm for a given study</li> <li>• identify the importance of, and challenges related to research ethics</li> <li>• create a SMART research question</li> <li>• articulate appropriate research aims and objectives for specific questions</li> <li>• create survey questions using a variety of question types and understand the limitations and uses for each type of survey question</li> <li>• apply 12 principles for data organisation in spreadsheets in the layout of a collected dataset</li> <li>• clone a repository from GitHub into the Posit Cloud and can use the RStudio IDE to commit and push changes to GitHub</li> <li>• create a repository on GitHub and start a new R Project using the RStudio IDE on Posit Cloud</li> <li>• can use three different ways of getting support in solving coding problems online</li> <li>• can apply 10 functions from the dplyr R Package to generate a subset of data for use in a table or plot</li> <li>• use GitHub to publish their Course project report as a website</li> <li>• can use exported references from Zotero in Better BibTex Format to generate an automated reference list</li> <li>• cross-reference figures and tables within an R Markdown file</li> </ul>				
Inhalt	<p>Over the course of the semester, students will develop a research project and learn the necessary qualitative and quantitative methods required to collect data from people. We will use tidyverse R packages to work with data, and git and GitHub as tools for version control and collaboration. By the end of the course, students will have a complete overview of how a typical field-based research project is designed, implemented and communicated.</p> <p>Content will be delivered through lectures and tutorials. The success of the course will depend on the student's own willingness to engage with local challenges, stakeholders, citizens and agencies in order to develop a comprehensive body of work that answers a relevant, local problem.</p> <p>Topics covered include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The data science life-cycle</li> <li>- Data organization in spreadsheets</li> <li>- Exploratory data analysis using visualization</li> <li>- Concept of tidy data and data tidying</li> <li>- Data transformation and descriptive statistics</li> <li>- Data communication using the Quarto open-source scientific and technical publishing system</li> <li>- Theory and foundations of field-based research</li> <li>- Research Design and implications for analysis</li> </ul>				
Skript	Distributed during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course does not have any specific prerequisites. No prior experience of working with a programming language is required, nor do we expect statistical knowledge beyond basic summary statistics taught in high school environments.</p> <p>Note on accessibility: Although there are 2 weeks of data collection outside of the classroom, we do not want this, or any other component of the hybrid-style course to be a barrier to anyone who is interested in enrolling. If you have a specific concern about your ability to participate, please contact us, so we can discuss strategies to ensure that you are included.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
<b>860-0101-00L</b>	<b>Designing Public Policy Research</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Steffen, T. Bernauer, Y. Borofsky, T. Schmidt</b>
	<i>Open to doctoral students from all departments. Permission from the lecturers is required.</i>				
Kurzbeschreibung	PhD students in public policy (or related fields) get an introduction to epistemology and an overview of different methodological approaches. The course will help them design their own (interdisciplinary) research and create meaningful and policy-relevant insights.				
Lernziel	Students should be able to understand how (policy-relevant) knowledge can be created and what the potentials and limits of different research designs and methodologies are.				
Inhalt	After an introduction to epistemology and the philosophy of science, students will gain insights into different research approaches, including qualitative and quantitative empirical designs, computational modelling, and conceptual and analytical approaches.				
<b>363-1191-00L</b>	<b>#AI4Impact: Machine Learning for Social Impact</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Boateng</b>
Kurzbeschreibung	How can AI be leveraged to make real-world impact? This course will introduce students to the fundamentals of machine learning (ML) in a hands-on manner with a focus on applying them to address challenges that will impact people's lives in areas such as health, education, legal, and the UN Sustainable Development Goals more broadly.				
Lernziel	This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Students will learn machine learning concepts such as classification, regression, deep learning, natural language processing, and generative AI, and apply them to real-world datasets in hands-on labs. Furthermore, students will learn to work together in teams to develop ML systems that make real-world impact. After taking this course, students will be able to explore and preprocess data, engineer and select relevant features, train relevant ML models, and conduct thorough experiments to evaluate model performance using appropriate metrics. The hope is that learners will leave the course adequately equipped and inspired to use their newly acquired ML superpowers to make the world a much better place!				

**Inhalt** This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Programming experience in Python is a requirement. No prior experience with machine learning is required.

The course is structured in lectures, hands-on coding exercises, assignments, and course projects.

**Lectures**

In the lectures, the students will be introduced to the fundamentals of ML along with relevant applications. Various topics include algorithms for classification, regression, deep learning, natural language processing, generative AI, and ML pipelines consisting of data exploration and preprocessing, feature extraction and engineering, model training, and evaluation. Lectures will include in-class coding exercises and discussions. It will also feature guest lecturers (e.g., practitioners) who will give talks on ML systems that they have developed and deployed for impact.

**Assignments**

Students will work individually to apply the ML concepts introduced in the lectures on provided datasets for impact. Emphasis will be placed on facilitating an intuitive and hands-on understanding of ML models and how to make them work on messy real-world datasets and contexts.

**Course Projects**

The course project will put everything together and will be the key deliverable. Students will work collaboratively in teams to implement an ML system for social impact, write a paper on the work with the caliber to be accepted at an applied ML conference in the relevant domain, and present it. Students will be responsible for finding relevant datasets for use. We will explore collaborations with NGOs and companies to make available relevant datasets to use for the project.

**Voraussetzungen / Besonderes** (1) Programming experience in Python  
(2) Passionate about making social impact with technology

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
				Kooperation und Teamarbeit	gefördert
				Kundenorientierung	gefördert
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
Verhandlung	gefördert				
Anpassung und Flexibilität	gefördert				
Kreatives Denken	geprüft				
Kritisches Denken	geprüft				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				

**102-1249-00L Ecohydrology Summer School - From Field Data to Process Modeling W 1 KP 2S M. Floriancic**

**Kurzbeschreibung** This course gives practical and theoretical insights into field-based data collection of ecohydrological variables and process-based modeling of the energy and water fluxes within the critical zone.

**Lernziel** The summer school is open to master and doctoral students working on ecohydrological topics. It includes lectures and practical exercises on the critical zone research from single tree plot to catchment scale and from a theoretical and modeling perspective to field-based data acquisition and analysis.

We expect students to achieve the following objectives at the end of the course:

- Obtain interdisciplinary knowledge regarding the water fluxes across soil and plants
- Understanding of soil-plant hydraulic limitations and implications for catchment water fluxes
- Hands-on experience with different measurement techniques, including quantification of water fluxes and determination of water sources via stable water isotopes
- Provide real-world model applications and comparisons to measured data

**Inhalt** Soil-plant hydraulics, determining water sources with stable water isotopes, measurements insights into eddy covariance flux tower, stomatal conductance measurement devices, sapflow sensors, plant water potential, modeling water and energy fluxes with mechanistic ecohydrological model T&C.

**Voraussetzungen / Besonderes** The school admits 25 MSc or PhD students with backgrounds in hydrology, soil sciences and/or plant physiology, based on a selection process. To apply, a half-page statement of purpose including the participants references and motivations needs to be submitted at [ecohyd.summerschool@gmail.com](mailto:ecohyd.summerschool@gmail.com).

**► Überfachliche Kompetenzen**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0100-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>Lernziel</b>	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				



<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>101-5000-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students of D-BAUG ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>C. Sailer</b>
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may arise during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students are given the opportunity to apply their knowledge and train their newly acquired skills in an interactive, discipline specific context.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. Furthermore, they are encouraged to reflect on their professional role as scientific researchers.				

Inhalt Part I  
The self-paced e-learning course consists of 5 modules:

Module 1: Ethics  
Introduction to moral theory (with emphasis on practical guidance regarding decision making)

Module 2: Ethics in scientific research  
Introduction to ethical issues that occur within scientific research (i.e. regarding authorship, cooperation, data use and sharing, and other aspects that are subject to scientific integrity and good scientific practice).

Module 3: Collecting resources  
A variety of tools and resources that help identify ethical issues are presented and explained

Module 4: Setting up a strategy  
Example examination of a case regarding its ethical scope (students develop their own strategy to examine situations for their ethical implications).

Module 5: Making decisions  
Different ways of addressing ethical issues are presented and explained (i.e. how to make hard choices or solve ethical dilemmas).

Part II  
The second, face-to-face part of this course focuses on discipline-specific aspects in the field of Engineering Sciences. It provides an interactive learning environment. Students get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students.

Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students only				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>101-0501-00L</b>	<b>Scientific Writing in English for Doctoral Students (University of Zurich) ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	Uni-Dozierende
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student. UZH Module Code: ESC801</i>				
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This two-day block course is aimed at early doctoral students within the first two years after starting their doctorate. It is an intensive course covering all central aspects of writing scientific papers in English to equip students with all necessary insights and skills to write their first scientific paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only for Doctoral students D-BAUG.				

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer</i>				

and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0163-DRL External Conference II (incl. Poster or Talk) W 1 KP 2K Dozent/innen**  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0164-DRL External Conference III (incl. Poster or Talk) W 1 KP 2K Dozent/innen**  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

#### Doktorat Bau, Umwelt und Geomatik - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch
Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Biologie

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1034-00L	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	W	6 KP	2V+1U+1A	D. Kiper
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.html</a>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				
376-1614-00L	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	W	3 KP	2V	K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
376-1792-00L	<b>Introductory Course in Neuroscience II (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: SPV0Y020</i>	W	2 KP	2V	W. Knecht, Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a>				
Kurzbeschreibung	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Lernziel	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für Doktorierende des Zentrums für Neurowissenschaften Zürich.				
401-0620-00L	<b>Statistischer Beratungsdienst</b>	E-	0 KP	0.1K	M. Kalisch, L. Meier
Kurzbeschreibung	Der statistische Beratungsdienst steht allen Angehörigen der ETH und in begrenztem Masse auch Aussenstehenden offen.				
Lernziel	Beratung bei der statistischen Auswertung von wissenschaftlichen Daten.				
Inhalt	Studierende und Forschende werden bei der Auswertung wissenschaftlicher Daten individuell beraten, insbesondere auch bei Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten. Es ist sehr empfehlenswert, den Beratungsdienst nicht erst kurz vor dem Abschluss einer Arbeit aufzusuchen, sondern bereits bei der Planung einer Studie.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dies ist keine Vorlesung sondern ein Beratungsangebot. Es wird keine Prüfung durchgeführt, und es werden keine Kreditpunkte vergeben. Anmeldungen richtet man an <a href="mailto:beratung@stat.math.ethz.ch">beratung@stat.math.ethz.ch</a> Tel. 044 632 2223 oder 044 632 34 30  Voraussetzungen: Kenntnis der Grundbegriffe der Statistik ist sehr erwünscht.				

<b>401-5640-00L</b>	<b>ZüKoSt: Seminar on Applied Statistics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Kalisch, F. Balabdaoui, A. Bandeira, P. L. Bühlmann, Y. Chen, R. Furrer, T. Hothorn, L. Meier, N. Meinshausen, J. Peters, M. Robinson, F. Sigris, C. Strobl, J. Ziegel</b>
Kurzbeschreibung	5 bis 6 Vorträge zur angewandten Statistik.				
Lernziel	Kennenlernen von statistischen Methoden in ihrer Anwendung in verschiedenen Gebieten, besonders in Naturwissenschaft, Technik und Medizin.				
Inhalt	In 5-6 Einzelvorträgen pro Semester werden Methoden der Statistik einzeln oder überblicksartig vorgestellt, oder es werden Probleme und Problemtypen aus einzelnen Anwendungsgebieten besprochen. 3 bis 4 der Vorträge stehen in der Regel unter einem Semesterthema.				
Skript	Bei manchen Vorträgen werden Unterlagen verteilt. Eine Zusammenfassung ist kurz vor den Vorträgen im Internet unter <a href="http://stat.ethz.ch/talks/zukost">http://stat.ethz.ch/talks/zukost</a> abrufbar. Ankündigungen der Vorträge werden auf Wunsch zugesandt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dies ist keine Vorlesung. Es wird keine Prüfung durchgeführt, und es werden keine Kreditpunkte vergeben. Nach besonderem Programm. Koordinator M. Kalisch, Tel. 044 632 3435 Lehrsprache ist Englisch oder Deutsch je nach ReferentIn. Course language is English or German and may depend on the speaker.				
<b>551-0509-00L</b>	<b>Current Immunological Research in Zurich</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Spörri, C. Halin Winter, W.-D. Hardt, M. Kopf, S. R. Leibundgut, A. Oxenius, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This monthly meeting is a platform for Zurich-based immunology research groups to present and discuss their ongoing research projects. At each meeting three PhD students or Postdocs from the participating research groups present an ongoing research project in a 30 min seminar followed by a plenary discussion.				
Lernziel	The aim of this monthly meeting is to provide further education for master and doctoral students as well as Postdocs in diverse topics of immunology and to give an insight in the related research. Furthermore, this platform fosters the establishment of science- and technology-based interactions between the participating research groups.				
Inhalt	Presentation and discussion of current research projects carried out by various immunology-oriented research groups in Zurich.				
Skript	none				
<b>551-0512-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Suter</b>
Kurzbeschreibung	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				
Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.				
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).				
Skript	Presentations will be made available after the seminars.				
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani ( <a href="mailto:laura.montani@biol.ethz.ch">laura.montani@biol.ethz.ch</a> ), who helps you with finding an appropriate paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).				
<b>701-1401-00L</b>	<b>Ecology and Evolution: Interaction Seminar ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Hall</b>
Kurzbeschreibung	Interaction seminar. Student-mediated presentations, guests and discussions on current themes in ecology, evolutionary and population biology.				
Lernziel	Getting familiar with scientific arguments and discussions. Overview of current research topics. Making contacts with fellow students in other groups.				
Inhalt	Scientific talks and discussions on changing subjects.				
Skript	None				
Literatur	None				
Voraussetzungen / Besonderes	For information and details: <a href="https://pe.ethz.ch/education/zis.html">https://pe.ethz.ch/education/zis.html</a> or contact: <a href="mailto:Lehre-eve@env.ethz.ch">Lehre-eve@env.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>551-1109-00L</b>	<b>Seminars in Microbiology</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>W.-D. Hardt, M. Künzler, J. Piel, S. Sunagawa, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Seminars by invited speakers covering selected microbiology themes.				
Lernziel	Discussion of selected microbiology themes presented by invited speakers.				
<b>376-1414-01L</b>	<b>Current Topics in Brain Research (FS)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>I. Mansuy, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Es werden verschiedene wissenschaftliche Gäste aus dem In- und Ausland eingeladen, um ihre aktuellen Forschungsdaten zu präsentieren und diskutieren.				
Lernziel	Es soll der Austausch von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Daten sowie die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Forschenden gefördert werden. Studierende, welche den Kurs belegen, besuchen während eines Semesters alle Seminare und schreiben einen kritischen Report über ein Seminar ihrer Wahl. Die Anleitung dazu erhalten eingeschriebene Studierende von Prof. Isabelle Mansuy / Dr. Alberto Corcoba 1 Woche vor Semesterbeginn.				

Inhalt	Verschiedene wissenschaftliche Gäste aus den Bereichen Neuroepigenetik, Neurochemie, Neuromorphologie und Neurophysiologie berichten über ihre neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse.				
Skript	kein Skript				
Literatur	keine Literatur				
<b>551-1616-00L</b>	<b>Methods for Studies of Biological Macromolecules by NMR</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. D. Gossert</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar series, topics relevant to solution state NMR with biological macromolecules are treated. Each semester a different aspect of biomolecular NMR is discussed in depth. The course is tailored to advanced students (PhD students and postdocs) who have experience with applications of NMR spectroscopy. Each participant presents a selected topic in form of a seminar.				
Lernziel	The students will actively participate in the course which is held in the form of a seminar. Individual students will prepare particular topics of the course based on literature references and present the material in form of a seminar to their fellow students. In short, the students learn to actively participate in discussions and to prepare a presentation of a scientific topic which was mostly unknown to them before.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-1700-00L</b>	<b>Introduction to Flow Cytometry</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Mair, M. Kisielow, M. Kopf</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a broad introduction to flow cytometry. We will cover the working principles of cytometry instrumentation, and essential aspects of experimental design and data analysis. Fluorescence-based cytometry (conventional and full spectrum) as well as mass cytometry will be covered.				
Lernziel	The objective of this course is to provide participants with a strong understanding of the basic principles underlying flow cytometry, equipping them to be self-sufficient for the systematic design, execution and analysis of cytometry experiments.				
Inhalt	The course is centered on explaining the working principles of cytometry instrumentation (conventional, full spectrum and mass cytometry) and associated data analysis. In detail, we will cover the following topics: - Components of Flow Cytometry Instrumentation - Signal processing - Fluorochromes, compensation, and spectral unmixing - Visualization, gating and analysis of data - Fluorescent panel design - Cytometry assays: immunophenotyping, cell signaling, etc. - Cell sorting - Mass cytometry - Computational data analysis techniques				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will reference key literature on cytometry instrumentation, experimental design, immunophenotyping and other applications. For general reading, we recommend the following: - Maciorowski et al, Basic Multicolor Flow Cytometry, Current Protocols in Immunology 2017: <a href="https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26">https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpim.26</a> - Cossarizza et al, Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (third edition), European Journal of Immunology 2021: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.202170126</a> - Liechti et al, An updated guide for the perplexed: cytometry in the high-dimensional era, Nature Immunology 2021: <a href="https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z">https://www.nature.com/articles/s41590-021-01006-z</a>				
<b>327-2144-00L</b>	<b>Microscopy Training Cryogenic Electron Microscopy ■ W</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Peterek, B. Qureshi, E. J. Barthazy Meier, S. Handschin, M. S. Lucas-Droste, P. Zeng</b>
	<i>Please register here:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42cKfPjPyA38BGrok_Y/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42cKfPjPyA38BGrok_Y/edit#responses</a>				
Kurzbeschreibung	The introductory course on cryogenic electron microscopy (cryoEM) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.				
Lernziel	- Overview of cryoEM theory, instrumentation, operation and applications - Prepare cryoEM sample (vitrification using Vitrobot) - Set-up, align and operate a cryoTEM successfully and safely - Set up automated data collection - Basic processing steps to analyze/interpret the data e.g., reconstruction 3D volumes				
Inhalt	This course introduces and gives an overview of cryoEM and its applications. At the end of the course, students will be familiar with how to prepare vitrified probe and how to use a cryoTEM to collect and analyze data for exemplary techniques: - Introduction and discussion on cryoEM and instrumentation - Lectures on cryoEM theory - Lectures on cryoEM applications - Practicals/demonstration on vitrification, grid preparation - Practicals/demonstration on data collection - Lecture and practicals/demonstration on reconstruction of 3D volumes from 2D cryoEM projections/images				
Literatur	- Course slides - EM-University: ( <a href="https://em-learning.com/">https://em-learning.com/</a> ) - Book: CryoEM Methods and Protocols edited by T Gonen, B B Nannenga - Book: Single-particle Cryo-eM of Biological Macromolecules edited by R M Glaeser, E Nogales, W Chiu				
Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfil one or more of these prerequisites: - Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training TEM I - Prior TEM experience				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.

<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.

<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society ■</b> Open to all Master level / PhD students.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleigh</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.
------------------	--

Lernziel	Explain relevant concepts in ethics. Evaluate the ethical dimensions of new technology uses. Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible. Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts. Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice Work in a more ethically reflective way
----------	--

Inhalt	The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.
--------	--

The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.

A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	

<b>860-0024-00L</b>	<b>Digital Society: Ethical, Societal and Economic Challenges</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, C. I. Hausladen</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	------------------------------------

Kurzbeschreibung	This seminar will address ethical challenges coming along with new digital technologies such as cloud computing, Big Data, artificial intelligence, cognitive computing, quantum computing, robots, drones, Internet of Things, virtual reality, blockchain technology, and more.
------------------	---

Lernziel	Participants shall learn to understand that any technology implies not only opportunities but also risks. It is important to understand these well in order to minimize the risks and maximize the benefits. In some cases, it is highly non-trivial to identify and avoid undesired side effects of technologies. The seminar will sharpen the attention how to design technologies for values, also called value-sensitive design or ethically aligned design.
----------	--

Inhalt	Will be provided on Moodle.
--------	-----------------------------

Skript	Will be provided on Moodle.
--------	-----------------------------

Literatur

Ethically Aligned Design  
Version 1: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v1.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v1.pdf)  
Version 2: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v2.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v2.pdf)

Value-Sensitive Design  
<https://www.amazon.com/Value-Sensitive-Design-Technology-Imagination-ebook/dp/B08BT4F6L2/>

Handbook of Ethics, Values and Technological Design  
<https://www.amazon.com/Handbook-Ethics-Values-Technological-Design/dp/9400769695/>

Thinking Ahead  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319150772>

Towards Digital Enlightenment  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-90869-4>

Künstliche Intelligenz und Maschinerisierung des Menschen  
<https://www.amazon.com/Künstliche-Intelligenz-Maschinerisierung-Menschen/dp/3869625120>

Move Fast and Break Things: How Facebook, Google, and Amazon Cornered Culture and Undermined Democracy (J Taplin)  
<https://bookshop.org/books/move-fast-and-break-things-how-facebook-google-and-amazon-cornered-culture-and-undermined-democracy>

How Humans Judge Machines  
<https://www.amazon.co.uk/Humans-Judge-Machines-Cesar-Hidalgo/dp/0262045524/>

Ethics of smart cities  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/20/11162>

The ethics of AI in health care: a mapping review  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953620303919>

Soft Ethics and the Governance of the Digital  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0303-9>

The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09517-8>

Principles of robotics: regulating robots in the real world  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540091.2016.1271400>

The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation  
<https://arxiv.org/abs/1802.07228>

Will Democracy Survive Big Data and Artificial Intelligence?  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4_7)

Further literature will be recommended in the lectures.

Voraussetzungen /  
Besonderes To earn credit points, students will have to read the relevant literature on one of the above technologies and give a presentation about the ethical implications. Both, potential problems and possible solutions shall be carefully discussed. Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Kompetenzen Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	geprüft
	Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Kundenorientierung	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	geprüft
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
	Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
	Kreatives Denken	geprüft
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**551-0604-00L Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in W Dr 1 KP 2U H. Stocker, E. Bobst**  
**Biology ■**

*This course is for doctoral students of D-BIOL only.  
minimal number of participants:10*

Kurzbeschreibung This course (e-learning module combined with workshop) equips doctoral students with knowledge and tools to recognize, discuss and address ethical issues of their research.

Lernziel Doctoral students learn how to identify, analyze and address ethical issues in their own research. They will also reflect on their professional role as scientists.

Inhalt	<p>Doctoral students may encounter ethical issues during their research activities. This practical course aims at equipping students with knowledge and tools to recognize, discuss and address ethical aspects of their research. In an e-learning module, students will be introduced to ethics and good scientific practice, and they will be familiarized with resources that can assist them with ethical decision-making. In the following face-to-face workshop, students will apply and critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a biology-specific context.</p> <p>The first part is a self-paced e-learning module (Moodle). The second part (face-to-face workshop) provides an interactive learning environment.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students of D-BIOL only.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
<b>851-0178-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students ■ W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Bobst, G. Achermann</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>This course is interdisciplinary and open for all. Please check whether your department or doctoral school offers this course. If so, we suggest that you enrol there.</i></p> <p><i>The second part (face-to-face workshop) will be offered on three separate dates for a maximum of 24 students per session. You only need to attend one group session (one date only!). Please register in myStudies for one group session only.</i></p> <p>This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.</p>			
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.			
Inhalt	<p>This course introduces doctoral students to ethical issues that may occur during their research activities. After an introduction to ethics and good scientific practice, participants are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making (e-learning module on Moodle). In the second, face-to-face part, participants will have the opportunity to critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a discipline specific context.</p> <p>The first part is a self-paced e-learning module. The second part provides an interactive learning environment face-to-face.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students only			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	<p>Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.</p>			
Lernziel	<p>In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.</p>			
Inhalt	<p>Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:</p> <p>Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schreiben von Texten für Zielgruppen</li> <li>2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling</li> <li>3. Schreiben von Inhalten</li> <li>4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler</li> <li>5. Aufbau eines Forschungsartikels</li> <li>6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen</li> <li>7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen</li> <li>8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen</li> <li>9. Das wissenschaftliche Verlagswesen</li> <li>10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift</li> <li>11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse</li> <li>12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich</li> <li>13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien</li> </ol>			
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.			
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

<b>389-6000-00L</b>	<b>Academic Writing and Publishing in Molecular Biology</b>	<b>W Dr</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. Harms</b>
Kurzbeschreibung	The ability to write effective research papers, conference abstracts, and grant or fellowship applications is crucial for successful academic careers. This course therefore systematically teaches the structural, strategic, and practical aspects of academic writing with a focus on the field of molecular biology.				
Lernziel	The course provides participants with fundamental knowledge to navigate academia and the academic publishing system in molecular biology. A major focus is set on understanding + applying structural, strategic, and practical aspects of academic writing: <ul style="list-style-type: none"> <li>• academic publishing (journals, formats, impact factor, peer review, social media)</li> <li>• effective narratives that target the right audience</li> <li>• function and composition of the different parts of research papers and abstracts</li> <li>• basics of grant + fellowship applications and their specific features</li> <li>• design and composition of effective scientific illustrations</li> </ul>				
Inhalt	The course is composed of weekly lectures that are occasionally complemented by face-to-face discussions with special guests such as professional editors of leading scientific journals. Besides these meetings, the course is based on weekly homework that consolidates the learning success with exercises oriented at the participants' individual research interests.				
Skript	Slides of the lecturer's presentations will be shared with participants.				
Literatur	Literature recommendations will be given in the first session and throughout the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	The seminar is taught weekly as a single session of approximately 60 minutes (from 10:15 to 11:15).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert		

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

### Doktorat Biologie - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

---

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0309-00L	<b>Advances in Molecular Biotechnology ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Fussenegger</b>
262-0200-00L	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				
Inhalt	In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> . In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading				
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Literatur	The following books provide excellent background material: • Drummond, A. & Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST. • Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach. • Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies. More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
636-0110-00L	<b>ImmunoEngineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S. Reddy, A. Yermanos</b>
Kurzbeschreibung	Immunoengineering is an emerging area of research that uses technology and engineering principles to understand and manipulate the immune system. This is a highly interdisciplinary field and thus the instructor will present an integrated view that will include basic immunology, systems immunology, and synthetic immunology.				
Lernziel	The objective of this course is to introduce the students to the basic principles and applications of Immunoengineering. There will be an emphasis directed towards applications directly relevant in immunotherapy and biotechnology. This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
Inhalt	Immunoengineering will be divided into three primary sections: i) basic principles in immunology; ii) systems immunology; iii) synthetic immunology.  I. Basic principles in immunology will cover the foundational concepts of innate and adaptive immunity. Topics include immunogenetics, pattern recognition receptors, lymphocyte receptors, humoral and T cell responses.  II. Systems immunology uses quantitative multiscale measurements and computational biology to describe and understand the complexity of the immune system. In this section we will cover high-throughput methods that are used to understand and profile immune responses.  III. Synthetic immunology is based on using methods in molecular and cellular engineering to control immune cell function and behavior. In this section students will learn about how immune receptors and cells are being engineered for applications such as cancer immunotherapy and precision and personalized medicine.				
Literatur	Reading material from Janeway's Immunobiology will be distributed, so students do not need to worry about purchasing or obtaining it. Supporting reading material from research articles will be provided to students.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires prerequisite knowledge of molecular biology, biochemistry, cell biology, and genetics; these subjects will only be reviewed briefly during the course.				
636-0113-00L	<b>Genome Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>R. Platt</b>

The seminar is addressed primarily to students enrolled in the MSc Biotechnology.

Kurzbeschreibung	This course is both an introduction to genome engineering and also a highly interactive practical training on effectively reading, writing, and presenting in an academic context.
Lernziel	The objective of this course is to learn how gene editing technologies function at the molecular and cellular level and how they are applied in research and clinical settings. Students will be introduced to the history and motivation behind the discovery and development of transformative genome engineering technologies, and also gain insight into the ethical, safety, and regulatory facets shaping the field. This content will be explored by critically examining and discussing current literature in the field and devising a technology development plan.
Inhalt	The course content is comprised of lectures, discussions, and a project. Lectures in Genome Engineering will be technology-focused and incorporate: 1) historical context to motivate the need for developing the technology, 2) development of the technology from concept to robust tool, 3) methods to discover, characterize, and evaluate the technology, and 4) applications of the technology in basic and applied research. Primary research articles will be assigned each week, which will be followed by an in-class lecture and discussion. The course project will be team-based and entail devising a solution to a critical need in the field.
	Main topics: --Discovery and development of genome editing technologies --The prokaryotic adaptive immune system CRISPR-Cas --Genome engineering methods for generating genetically engineered model systems --Genotype-phenotype linkage via genetic screens --Massively paralleled perturbation and phenotyping --Gene editing tools as molecular recording devices --Gene editing tools as diagnostics and therapeutics
Skript	Made available through the course website.
Literatur	Assigned each week. Made available through the course website.

<b>636-0112-00L</b>	<b>Analytical Methods and Lab-on-Chip Technology for Biology and Molecular Diagnostics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. S. Dittrich</b>
Kurzbeschreibung	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. Techniques for sample preparation, fluid handling, and detection, including microfluidics, microarray technology, immunological methods, sensors and biosensors, and various spectroscopic detection techniques				
Lernziel	Students will learn the basic principles, potential and limitations of analytical methods and lab-on-chip technology.				
Inhalt	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces into modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. The lecture includes discussions of highly topical studies.				
	Topics will include: Targets: Biomolecules, biomarkers, signalling factors – what and where to measure Detection: Fluorescence spectroscopy, related techniques and label-free detection methods Basic principles of microfluidics/lab-on-chip technology Applied microfluidics: Single-cell analysis, medical applications and point-of-care diagnostic Microarray technology Immunological methods Sensors and biosensors				
Skript	Handouts during the course .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.				
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall				
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft			
		Verfahren und Technologien	geprüft			
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft			
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft			
		Entscheidungsfindung	gefördert			
		Medien und digitale Technologien	gefördert			
		Problemlösung	geprüft			
		Projektmanagement	gefördert			
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Kundenorientierung		gefördert			
	Menschenführung und Verantwortung		gefördert			
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert			
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
		Verhandlung	gefördert			
		Anpassung und Flexibilität	gefördert			
		Kreatives Denken	geprüft			
Kritisches Denken		geprüft				
Integrität und Arbeitsethik		gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert				
<b>636-0022-00L</b>		<b>Design of Experiments</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H.-M. Kaltenbach</b>
Kurzbeschreibung		The course introduces 'classical' statistical design of experiments, particularly designs for blocking, full and fractional factorial designs with confounding, and response surface methods. Topics covered include (restricted) randomization and blocking, sample size and power calculations, confounding, and basics of analysis-of-variance methods for analysis including random effects and nesting.				
Lernziel	Students will learn about the statistical basics of designing and analyzing experiments with multiple qualitative and/or quantitative variables. Students will be able to construct designs for efficiently identifying important influence factors in their experiments, use sequential designs for optimizing experimental conditions, and correctly handle analyses with nested sampling or involving multiple comparisons.					
Inhalt	<p>The course introduces the basics of statistical design of experiments. We will start by discussing the role of randomization for the validity of inferences, see how replication (i.e., sample size) affects the precision of estimates that can be made, how we deal with nested replication (for example, taking several measurements on the same animal), and how we correctly handle multiple comparisons based on the same data.</p> <p>We will then discuss how restrictions of randomization lead to blocked designs, which serve to improve precision of comparisons between experimental conditions. Such designs are also important to avoid confounding of the experimental effect of interest with other effects of no interest, e.g., to handle batch effects that are common in biological experimentation.</p> <p>Next, we learn how to design efficient experiments with multiple factors of interest. In contrast to a one-variable-at-a time approach, factorial designs allow investigation of multiple factors simultaneously, and under some assumptions on the interplay of the factors, we may even get away with only a fraction of all possible factor combinations while still getting all the information we need.</p> <p>We then discuss optimizing the combination of factors with respect to some response function, such as optimizing the composition of a medium solution to achieve maximum growth rate. Response surface methods offer an efficient and systematic way of finding optimal conditions with low effort through sequential experimentation; they are also common in industrial (engineering) applications.</p> <p>Throughout the course, we will touch on several additional topics without getting into much detail, such as designs that are 'optimal' for either inference or prediction, and designs where experimental conditions are nested (e.g., split-plot designs).</p> <p>The course assumes familiarity with the content of a typical introductory course in statistics: distributions and random variables, estimators and confidence intervals, hypothesis testing using p-values and false positives/negatives, and basics of linear regression or analysis of variance.</p>					
Skript	Course material will be made available at: <a href="http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html">http://www.csb.ethz.ch/education/lectures.html</a>					
Literatur	<p>Main text: H.-M. Kaltenbach: Statistical Design and Analysis of Biological Experiments, Springer</p> <p>Additional texts: Gary W. Oehlert: A first course in design and analysis of experiments, Freeman (<a href="http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html">http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html</a>) D. R. Cox: Planning of Experiments, Wiley G. Casella: Statistical Design, Springer H. R. Lindman: Analysis of variance in complex experimental designs, Freeman (now Springer)</p>					
<b>636-0115-00L</b>	<b>Biochemical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, W. Minas</b>	
Kurzbeschreibung	The course covers the fundamentals of implementing an enzyme reaction or a microbial cultivation into reactors on laboratory and industrial scale. It also covers major methods of product purification.					
Lernziel	The objective is to instruct students in the key concepts that are required for efficient application of biotechnological systems (enzymes and cells) for the production of chemicals and proteins.					
Inhalt	Enzyme kinetics – mass transfer in heterogeneous systems – enzyme reactors – residence time distributions - upstream processing of fermentation processes – ideal reactors – macrokinetics - gas transfer – membrane processes – chromatography					
Skript	Handouts and text book references will be provided over the course.					
Literatur	Eg Pauline Doran, Bioprocess Engineering, Clark & Blanch, Biochemical Engineering, Harrison and Todd, Bioseparation Science and Engineering					

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>636-0114-00L</b>	<b>Microsensors and Microsystems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Hierlemann</b>
	<i>Prerequisites: Physics I and Physics II highly recommended. This class builds on the contents of course 636-0103-00L, "Microtechnology", which are assumed to be known</i>				
Kurzbeschreibung	Students are introduced to microsensor and microsystem technology, the different materials and associated micromachining and fabrication techniques. They become acquainted with fundamentals of different transducers and their applications.				
Lernziel	Students are introduced to microsensor and microsystem technology. The students will get to know the different materials (silicon, glass, plastics) and the respective micromachining and fabrication techniques. They will become acquainted with the fundamentals of the different transducers including mechanical, thermal, magnetic, chemical, optical, and biosensors. They also will get to know strategies to integrate components into microsystems.				
Inhalt	Introduction to microensors and microsystems				
	<ul style="list-style-type: none"> <li># Brief introduction to semiconductors</li> <li># Silicon and glass micromachining</li> <li># Plastic materials and their micromachining</li> <li># Fundamentals of different transducers</li> <li># Mechanical sensors</li> <li># Thermal sensors</li> <li># Magnetic sensors</li> <li># Optical devices</li> <li># Chemical and biosensors</li> <li># Microfluidics</li> <li># BioMEMS</li> </ul>				
Skript	Handouts in English				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S.M. Sze, "Semiconductor Devices, Physics and Technology", 2nd edition, Wiley, 2002</li> <li>- W. Menz, J. Mohr, O. Paul, "Microsystem Technology", Wiley-VCH, 2001</li> <li>- G. T. A. Kovacs, "Micromachined Transducers Sourcebook", McGraw-Hill, 1998</li> <li>- M. J. Madou, "Fundamentals of Microfabrication", 2nd ed., CRC Press, 2002</li> <li>- S.A. Campbell, "The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication", 2nd edition, Oxford University Press, 2001</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Parts of the course rely on knowledge of the fall semester class "Microtechnology" (636-0103-00L). Lab URL: <a href="http://www.bel.ethz.ch">www.bel.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>636-0116-00L</b>	<b>Nanomachines of the Cell</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. J. Müller</b>
	<i>Prerequisites: Students should have an interdisciplinary background (bachelor) in molecular biotechnology, biochemistry, cell biology, physics, bioinformatics or molecular bioengineering.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture "Nanomachines of the Cell" introduces the concept of using functional biomolecular units of the cell as nanoscopic machines and to assemble them to nanoscopic factories. The specific aim is to be able to use these machines and factories in more complex biotechnological processes as nanoscale functional elements or to control cellular systems and health				
Lernziel	Gain of an interdisciplinary research and development competence which qualifies for scientific work (master's or doctoral thesis) as well as for work in the research and development department of a biotechnological company. The module is of general use in nano- and biotechnological courses of study focusing modern biomolecular technologies.				

Inhalt

- What are nanomachines of the cell? Understanding the cell as a complex factory. Are there engineering principles of the cell and if so what can we learn? New ways to understand and to apply engineering principles of cellular nanomachines in biotechnology and nanotechnology.
- Introduction into factors and mechanisms that determine protein folding and stability. Inter- and intramolecular interactions. Energy landscape concept to describe protein folding, stabilization, destabilization, and unfolding. Mechanisms of protein stabilization, destabilization and aggregation in health and disease. Mechanisms of protein (de-)stabilization in biomaterials science, bioengineering, and in biotechnological and pharmacological applications. Methods to prevent protein destabilization in biotechnological applications. Ways to adjust and manipulate the protein stability in biotechnology and medicine. Designing molecular compounds that stabilize specific proteins. Molecular compounds that lead to protein destabilization, misfolding and denaturation.
- Biological and artificial membranes. Principles of membrane assembly, properties, stability and durability. Vesicles as containers for cargo. Engineering vesicles from native and synthetic components. Engineering ultrastable synthetic vesicles. Applying vesicles in biotechnology and medicine. Functionalizing vesicular membranes with proteins.
- Principles of membrane proteins. Structure and function relationship of membrane proteins. Importance of membrane proteins in pharmacology and biotechnology. Structural and functional characterization of membrane proteins. Bionanotechnological tools to handle and manipulate single membrane proteins.
- Membrane proteins as a toolbox to assemble nanoscopic functional vesicles. Multifunctional synthetic vesicles: Vesicles for drug delivery, vesicles for active transport, vesicles converting energy, vesicles switching their affinity, function, stability, and other properties.
- Energy currencies of the cell. Energy conversion. Storable and transient forms of energy. Nature created a variety of light-driven ion pumps. How to use the pumps and to modify them to our purpose? Employing light-driven ion pumps in biotechnology. Employing light-driven proton pumps adsorbing different wavelengths to boost the membrane gradient. Tuning the adsorption spectra of a light-driven ion pump.
- Structure, function, engineering and application of F-ATP synthases. Engineering artificial vesicular systems to convert light into ion gradients to synthesize ATP. Engineering ATP synthases as nanopropellers to move vesicles. Engineering a light-frequency tuned proton pumps to control the speed of nanopropelled vesicles. Engineering light-driven ion pumps to power the synthetic ATP propellers and to steer vesicles. Engineering and employing ATP synthases as molecular mixing devices.
- Principles of signal transduction. The family of G-protein coupled receptors (GPCRs). Structure and function of GPCRs. Engineering (and other) possibilities to manipulate the functional state of GPCRs.
- Engineering light-activated channels for cellular control: Optogenetics.
- Assembly and employing fibrillar structures.
- DNA origami. Using DNA to build artificial three-dimensional structures at nanometer precision.
- Microtubuli. Occurrence, structure, function, and properties. Designing supports as circuits for molecular shuttles. Biofunctionalization of the circuits. Transporting molecular cargo along circuits. Engineering molecular devices to switch the transport 'on' and 'off'.
- Motor proteins. Translational motors, rotary motors, chemical driven motors, light-driven motors, unidirectional and bidirectional motors, reversibility, molecular ratchets, future visions. Common and different engineering principles of the F-ATP synthase and the flagella motor. Structure, function, energy source, and rotational modes. Controlled assembly of a complex machinery such as the flagella motor.

Skript Will be provided as needed.

Literatur Alberts et al: Molecular Biology of the cell

Biochemistry (5th edition), Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Lubert Stryer; ISBN 0-7167-4684-0, Freeman

Principles of Biochemistry, Nelson & Cox; ISBN: 1-57259-153-6, Worth Publishers, New York

Cell Biology, Pollard & Earnshaw; ISBN:0-7216-3997-6, Saunder, Pennsylvania  
 Intermolecular & Surface Forces, Israelachvili; ISBN: 0-12-375181-0, Academic Press, London

Proteins: Biochemistry and Biotechnology, Walsh; ISBN: 0-471-899070, Wiley & Sons, New York

Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, Devlin; ISBN: 0-471-411361, Wiley & Sons, New York

Molecular Virology, Modrow et al.; ISBN: 3-8274-1086-X, Spektrum Verlag, Heidelberg

Voraussetzungen / Besonderes Students should have an interdisciplinary background (bachelor) in molecular biotechnology, biochemistry, cell biology, physics, bioinformatics or molecular bioengineering.

The module is composed of 3 SWS (3 hours/week): 2-hour lecture, 1-hour seminar. For the seminar, students prepare oral presentations on specific in-depth subjects with/under the guidance of the teacher.

636-0121-00L	Single Cell Technologies	W	4 KP	3G	B. Treutlein
Kurzbeschreibung	Single-cell sequencing and imaging technologies are being applied to primary human organs and to engineered cells and tissues to understand cell states that emerge in these systems at unparalleled resolution. These technologies require sophisticated experimental and computational methods, which we will discuss in practical detail in this course.				
Lernziel	To understand the history and current state of the art of single-cell sequencing and imaging methods, and to learn data analytical techniques to extract biological insight from the high-information content data.				
Inhalt	This course will include lecture sessions and paper discussion seminars, along with wet lab single-cell genomic experiments, followed by computational data analysis sessions based in R. In the lecture, I will cover the molecular biology and technical aspects underlying popular single-cell sequencing methods, as well as methods to spatially localize cell states within tissues or other multi-cellular systems. We will also cover the experimental aspects of light sheet microscopy and other microscopy methods as a tool to analyze cellular dynamics within complex tissues. We will read recent, seminal manuscripts in the single-cell genomics field and discuss the papers in detail as a group.				
	Seminar topics will include: Single-cell RNA/DNA/Epigenome sequencing, Lineage tracing, Perturbation screens, Trajectory reconstruction, Light sheet microscopy				
	In the drylab part of this course, we will go through each step of sequencing read processing and quality control analysis, followed by sessions on data exploration (cell composition, marker gene detection, trajectory reconstruction, differential gene expression analysis, RNA velocity analysis, condition comparison etc.)				

636-0122-00L	Introduction to Scientific Computing	W	4 KP	3G	R. Vetter
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction to the basics of scientific computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The covered topics include floating point arithmetic, error estimation, spatial and temporal discretization techniques, numerical integration methods, stability, numerical solution of differential equations, particle simulations, parallelization etc.				
Lernziel	This course aims at providing basic knowledge required to address scientific questions using quantitative numerical methods and computing. Students learn to recognize potential pitfalls and limitations associated with discretization and approximative numerical methods, and to select appropriate solution techniques for a given numerical problem.				

Inhalt	<p>Besides experiments and theory, numerical simulations have become the third pillar of natural sciences and engineering. This course introduces fundamental principles of numerical computing and modelling with applications in biology and biomechanics. The course includes hands-on practical programming exercises in which the students learn how to implement and perform various numerical simulations.</p> <p>Time permitting, the tentative list of topics is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Floating-point arithmetic</li> <li>• Algorithmic complexity</li> <li>• Numerical root finding</li> <li>• Numerical quadrature &amp; integration</li> <li>• Mass-spring systems</li> <li>• Time propagation &amp; stability</li> <li>• Particle simulations, molecular dynamics</li> <li>• Error estimation</li> <li>• Uncertainty propagation</li> <li>• Cell &amp; tissue models</li> <li>• Ordinary &amp; partial differential equations</li> <li>• Finite difference method</li> <li>• Finite element method</li> <li>• Parallel computing &amp; computer architecture</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online for download on a weekly basis.				
Literatur	Recommended literature will be communicated during the course. The exam covers only what is taught in the course and does not require further reading.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming knowledge in a suitable language is a prerequisite. Students are free to choose a programming language of their liking to work on the exercise assignments. Solutions will be provided in varying languages, including Python, Matlab, C++. Basic knowledge in Jupyter is advantageous, but not strictly required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>636-0016-00L</b>	<b>Computational Systems Biology: Stochastic Approaches</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. H. Khammash</b>
Kurzbeschreibung	This course is concerned with the development of computational methods for modeling, simulation, and analysis of stochasticity in living cells. Using these tools, the course explores the richness of stochastic phenomena, how it arises from the interactions of dynamics and noise, and its biological implications.				
Lernziel	To understand the origins and implications of stochastic noise in living cells, and to learn the computational tools for the modeling, simulation, analysis, and identification of stochastic biochemical reaction networks.				
Inhalt	<p>The cellular environment is abuzz with noise. A key source of this noise is the randomness that characterizes the motion of cellular constituents at the molecular level. Cellular noise not only results in random fluctuations (over time) within individual cells, but it is also a main source of phenotypic variability among clonal cell populations.</p> <p>Review of basic probability and stochastic processes; Introduction to stochastic gene expression; deterministic vs. stochastic models; the stochastic chemical kinetics framework; a rigorous derivation of the chemical master equation; moment computations; linear vs. nonlinear propensities; linear noise approximations; Monte Carlo simulations; Gillespie's Stochastic Simulation Algorithm (SSA) and variants; direct methods for the solution of the Chemical Master Equation; moment closure methods; intrinsic and extrinsic noise in gene expression; parameter identification from noise; propagation of noise in cell networks; noise suppression in cells; the role of feedback; exploiting noise; bimodality and stochastic switches.</p>				
Literatur	Literature will be distributed during the course as needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have completed the course `Mathematical modeling for systems biology (BSc Biotechnology) or `Computational systems biology (MSc Computational biology and bioinformatics). Concurrent enrollment in `Computational Systems Biology: Deterministic Approaches is recommended.				
<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				

Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	- Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007. - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004				
<b>636-0123-00L</b>	<b>Spatial Biology of Cancer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Moor</b>
Kurzbeschreibung	Spatial Biology of Cancer delves into the realm of cancer biology and introduces students to cutting edge spatial analysis techniques. The course bridges the gap between fundamental cancer biology and emerging technologies, providing students with a unique perspective on tumor progression, microenvironment dynamics and treatment strategies.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to understand the fundamental concepts of cancer biology, the current state of research and novel methodologies in spatial biology.				
Inhalt	This multidisciplinary course synthesizes the intricate details of cancer biology with cutting-edge spatial analysis tools. Over the course duration, students will delve into tissue physiology, molecular and cellular mechanisms of tumorigenesis, progression, and metastasis. Simultaneously, they will get hands-on experience with the latest spatial technologies, including spatial transcriptomics and imaging techniques. This combination will provide the foundation to spatially resolve tumor heterogeneity, understand the tumor microenvironment, and assess treatment responses. Through lectures, practical sessions, and journal lectures, students will gain an understanding of both the biological and technological aspects, preparing them for advanced research and applications in this rapidly evolving field.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on the challenging task of extracting robust, quantitative metrics from imaging data and is intended to bridge the gap between pure signal processing and the experimental science of imaging. The course will focus on techniques, scalability, and science-driven analysis.				
Lernziel	1. Introduction of applied image processing for research science covering basic image processing, quantitative methods, and statistics. 2. Understanding of imaging as a means to accomplish a scientific goal. 3. Ability to apply quantitative methods to complex 3D data to determine the validity of a hypothesis				
Inhalt	Imaging is a well established field and is rapidly growing as technological improvements push the limits of resolution in space, time, material and functional sensitivity. These improvements have meant bigger, more diverse datasets being acquired at an ever increasing rate. With methods varying from focused ion beams to X-rays to magnetic resonance, the sources for these images are exceptionally heterogeneous; however, the tools and techniques for processing these images and transforming them into quantitative, biologically or materially meaningful information are similar. The course consists of equal parts theory and practical analysis of first synthetic and then real imaging datasets. Basic aspects of image processing are covered such as filtering, thresholding, and morphology. From these concepts a series of tools will be developed for analyzing arbitrary images in a very generic manner. Specifically a series of methods will be covered, e.g. characterizing shape, thickness, tortuosity, alignment, and spatial distribution of material features like pores. From these metrics the statistics aspect of the course will be developed where reproducibility, robustness, and sensitivity will be investigated in order to accurately determine the precision and accuracy of these quantitative measurements. A major emphasis of the course will be scalability and the tools of the 'Big Data' trend will be discussed and how cluster, cloud, and new high-performance large dataset techniques can be applied to analyze imaging datasets. In addition, given the importance of multi-scale systems, a data-management and analysis approach based on modern databases will be presented for storing complex hierarchical information in a flexible manner. Finally as a concluding project the students will apply the learned methods on real experimental data from the latest 3D experiments taken from either their own work / research or partnered with an experimental imaging group. The course provides the necessary background to perform the quantitative evaluation of complicated 3D imaging data in a minimally subjective or arbitrary manner to answer questions coming from the fields of physics, biology, medicine, material science, and paleontology.				
Skript	Available online. <a href="https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html">https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html</a>				
Literatur	Will be indicated during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have some familiarity with basic manipulation and programming in languages like Python, Matlab, or R. Interested students who are worried about their skill level in this regard are encouraged to contact Anders Kaestner directly (anders.kaestner@psi.ch).				
	More advanced students who are familiar with Python, C++, (or in some cases Java) will have to opportunity to develop more of their own tools.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0100-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0101-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
900-0102-DRL	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0103-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0104-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0105-DRL	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0106-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
900-0107-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen



Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>639-0100-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students at Dr</b>		<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>R. Stutzki</b>

**D-BSSE ■**

Kurzbeschreibung	This course (e-learning module followed by workshop) equips doctoral students with knowledge and tools to recognize, discuss and address ethical issues of their research.
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyze and address ethical issues in their own research. They will also reflect on their professional role as scientists.
Inhalt	This course introduces doctoral students to ethical issues that may occur during their research activities. After an introduction to ethics and good scientific practice, participants are familiarised with resources that can assist them with ethical decision- making (e- learning module on Moodle). In the second, face- fo-face part, participants will have the opportunity to critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a discipline specific context.

**► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

	<b>certificate.</b>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

#### Doktorat Biosysteme - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Chemie und Angewandte Biowissenschaften

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

### ►► Anorganische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0169-00L</b>	<b>Instrumental Analysis</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Günther</b>
Kurzbeschreibung	Group seminar on elemental analysis and isotope ratio determinations using various plasma sources				
Lernziel	Group seminar on elemental analysis and isotope ratio determinations using various plasma sources				
Inhalt	Developments in plasma mass spectrometry and alternative plasma sources				
<b>529-0199-00L</b>	<b>Inorganic and Organometallic Chemistry</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>H. Grützmacher</b> , M. Bezdek, C. Copéret, D. Günther, M. Kovalenko, T. Lippert, V. Mougél, P. Steinegger
Kurzbeschreibung	Group meeting				
Lernziel	Group meeting				
<b>529-0198-00L</b>	<b>Main Group Element and Coordination Chemistry</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Grützmacher</b>
Kurzbeschreibung	Group meeting				
Lernziel	Group meeting				
<b>529-0144-01L</b>	<b>NMR Spectroscopy in Inorganic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Verel</b>
Kurzbeschreibung	Theory and applications of NMR spectroscopy with a focus of its use to problems in Inorganic Chemistry. The use of the Bloch Equations to describe broadband and selective excitation, measurement techniques and processing strategies of NMR data, applications of NMR to the study of molecular structure, chemical exchange processes, diffusion spectroscopy, and solid-state NMR techniques.				
Lernziel	In depth understanding of both practical and theoretical aspects of solution and solid-state NMR and its application to problems in Inorganic Chemistry				
Inhalt	Selection of the following themes: 1. Bloch Equations and its use to understand broadband and selective pulses. 2. Measurement techniques and processing strategies of NMR data. 3. Applications of NMR to the study of molecular structure: Experiments and strategies to solve problems in Inorganic Chemistry. 4. Application of NMR to the study of chemical exchange processes. 5. Application of NMR to the study of self-diffusion and the determination of diffusion coefficients. 6. Differences and similarities between fundamental interactions in solution and solid-state NMR 7. Experimental techniques in solid-state NMR (Magic Angle Spinning, Cross Polarization, Decoupling and Recoupling Techniques, MQMAS) 8. The use of Dynamic Nuclear Polarization for the study of surfaces.				
Skript	A handout is provided during the lectures. It is expected that the students will consult the accompanying literature as specified during the lecture.				
Literatur	Specified during the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	529-0432-00 Physikalische Chemie IV: Magnetische Resonanz 529-0058-00 Analytische Chemie II (or equivalent)				
	The individual and in depth (literature) study of a theme related but separate from the themes presented during the lecture requires different competences compared to the ones which are tested during the oral exam. Therefore the students must give a presentation during the semester about a theme based on their study of the literature. A list of possible themes and corresponding literature will be provided during the lecture. The student presentation is a mandatory "pass/fail" element of the course and must be passed separately from the oral exam. If the presentation fails it will not be possible to pass the final exam. A renewed presentation is not required in case the oral exam has to be repeated.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	

### ►► Organische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0280-00L</b>	<b>Analytical Chemistry Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	Analytical Chemistry Seminar				
Lernziel	Presentation and discussion of current research topics in analytical chemistry				
Inhalt	Presentation and discussion of current research topics in analytical chemistry				
<b>529-0289-00L</b>	<b>Instrumentalanalyse organischer Verbindungen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Zenobi</b> , M.-O. Ebert, L. Hagmann, N. Kumar, Y. Yamakoshi
Kurzbeschreibung	Übungen zur Interpretation von Molekülspektren				
Lernziel	Beherrschung der Praxis der Interpretation von Molekülspektren.				
Inhalt	Anhand von Übungsaufgaben können die Teilnehmenden mit Hilfe der Dozenten und Assistenten den selbständigen Umgang mit den Massen-, <sup>1</sup> H-NMR-, <sup>13</sup> C-NMR-, IR-, und UV/VIS-Spektren erlernen. Zwei Probleme werden dann jeweils von einem Dozenten besprochen.				
Skript	Die Aufgabenstellungen werden abgegeben				
Literatur	E. Pretsch, P. Bühlmann, M. Badertscher, Spektroskopische Daten zur Strukturaufklärung organischer Verbindungen, 5. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lösungen sind in der darauffolgenden Woche auf dem Internet verfügbar Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)" 529-0058-00 "Analytische Chemie II (4. Semester)" parallel zu diesem Kurs oder in einem früheren Semester abgeschlossen				
<b>529-0290-00L</b>	<b>Organic Chemistry (Seminar) ■</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. W. Bode</b> , E. M. Carreira,

Kurzbeschreibung Lernziel	Seminars on Current Topics in Organic Chemistry, Chemical Biology, and Analytical Chemistry. Awareness of contemporary trends in science.				
<b>529-0299-00L</b>	<b>Organic Chemistry</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>J. W. Bode, E. M. Carreira, P. Chen, K. Lang, B. Morandi, H. Wennemers, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung Lernziel	Updates on Research and Contemporary Literature in Organic Chemistry and Chemical Biology. Problem solving in organic chemistry and chemical biology.				
<b>529-0042-00L</b>	<b>Structure Elucidation by NMR</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-O. Ebert</b>
Kurzbeschreibung Lernziel	Structure Elucidation of Complex Organic Molecules by NMR Structure elucidation of complex organic molecules (including peptides, oligosaccharides and oligonucleotides) by advanced 1D and 2D NMR spectroscopy: Finding the constitution, rel. configuration and the conformation of an unknown molecule. The emphasis of the course is on the selection of optimal strategies for the solution of a given problem. Discussing and solving these problems by the combined application of various 2D methods form an important part of the course. This also includes the use of state-of-the-art methods for computer assisted structure elucidation (CASE) and chemical shift prediction.				
Inhalt	Important experiments for structure elucidation. Finding the optimal strategy for a given problem. Spectral processing for optimal results. Spectral interpretation. Assignment strategies for complex molecules. Common Artefacts. Computer assisted structure elucidation incl. introduction to relevant software and hands-on application. Chemical shift prediction. Discussion of challenging problem sets during class.				
Skript	Scripts (in English) are distributed in the course				
Literatur	"T.D.W. Claridge, High Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry", Pergamon Press, 1999. (NMR Teil)				
	Further reading and citations are listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course language is English. Required level: Courses in analytical chemistry of the 2nd year or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ►► Physikalische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0551-00L</b>	<b>Laser Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>J. Faist, T. Esslinger, J. Home, A. Imamoglu, U. Keller, F. Merkt, H. J. Würner</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>529-0427-00L</b>	<b>Electron Spectroscopy</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Merkt</b>
Kurzbeschreibung	Group seminar on electronic spectroscopy, photoelectron spectroscopy, vacuum ultraviolet spectroscopy.				
Lernziel	Group seminar on electronic spectroscopy, photoelectron spectroscopy, vacuum ultraviolet spectroscopy.				
Inhalt	Group seminar on electronic spectroscopy, photoelectron spectroscopy, vacuum ultraviolet spectroscopy.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participation to this seminar must be discussed with the lecturer.				
<b>529-0460-00L</b>	<b>Computer Simulation</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>P. H. Hünenberger, S. Riniker</b>
Kurzbeschreibung	Group meeting				
Lernziel	Group meeting				
Voraussetzungen / Besonderes	Group meeting				
<b>529-0474-00L</b>	<b>Quantenchemie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Reiher, T. Weymuth</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Konzepte der Elektronenstruktur-Theorie und in die Methoden der numerischen Quantenchemie; begleitende Übungen mit Papier und Bleistift, sowie Anleitungen zu praktischen Berechnungen mit Quantenchemie-Programmen am Computer.				
Lernziel	Chemie kann inzwischen vollständig am Computer betrieben werden, eine intellektuelle Leistung, für die 1998 der Nobelpreis an Pople und Kohn verliehen wurde. Diese Vorlesung zeigt, wie das geht. Erarbeitet wird dabei die Vielteilchen-Quantentheorie von Mehrelektronensystemen (Atome und Moleküle) und ihre Implementierung in Computerprogramme. Es soll ein vollständiges Bild der Quantenchemie vermittelt werden, das alles Rüstzeug zur Verfügung stellt, um selbst solche Berechnungen durchführen zu können (sei es begleitend zum Experiment oder als Start in eine Vertiefung dieser Theorie).				
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Vielteilchen-Quantenmechanik. Entwicklung der Mehrelektronentheorie für Atome und Moleküle; beginnend bei der harmonischen Näherung für das Kern-Problem und bei der Hartree-Fock-Theorie für das elektronische Problem über Moeller-Plesset-Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung zu Coupled-Cluster und Multikonfigurationsverfahren. Dichtefunktionaltheorie. Verwendung quantenchemischer Software und Problemlösungen mit dem Computer.				
Skript	Ein Skript zu allen Vorlesungsstunden wird zur Verfügung gestellt (die aufgearbeitete Theorie wird durch praktische Beispiele kontinuierlich begleitet).				
	Sämtliche Informationen zur Vorlesung, sowie die links zum Online-Streaming werden auf dieser Webseite bekanntgegeben: <a href="https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html">https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html</a>				

Literatur	Lehrbücher: F.L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, Dover Publications I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall				
	Hartree-Fock in Basisdarstellung: A. Szabo and N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill				
	Bücher zur Computerchemie: F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, John Wiley & Sons C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, John Wiley & Sons				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: einführende Vorlesung in Quantenmechanik (z.B. Physikalische Chemie III: Quantenmechanik)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>529-0490-00L</b>	<b>Special Topics in Theoretical Chemistry</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Reiher</b>
Kurzbeschreibung	Weekly seminar programme on special topics in theoretical and quantum chemistry. Talks delivered by PhD students and PostDocs.				
Lernziel	advanced course for PhD students and other co-workers				
Inhalt	depends on state of the art in research				
Skript	none				
<b>529-0491-00L</b>	<b>Seminar in Computational Chemistry C4</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Reiher</b>
Kurzbeschreibung	Research seminar with invited lecturers				
Lernziel	Research seminar with invited lecturers				
<b>529-0479-00L</b>	<b>Theoretical Chemistry, Molecular Spectroscopy and Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Merkt, J. Richardson, R. Signorell, H. J. Wörner</b>
Kurzbeschreibung	Seminar on theoretical chemistry, molecular spectroscopy and dynamics (research seminar)				
Lernziel	Seminar on theoretical chemistry, molecular spectroscopy and dynamics (research seminar)				
<b>529-0499-00L</b>	<b>Physical Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Signorell, M. Ernst, P. H. Hünenberger, H. J. Wörner</b>
Kurzbeschreibung	Seminar series covering current developments in Physical Chemistry				
Lernziel	Discussing current developments in Physical Chemistry				
<b>529-0462-00L</b>	<b>Cold Molecules: Methods and Applications</b>	<b>Z</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>S. Hogan</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover the properties and interactions that are of importance in gas-phase molecular samples at temperatures below 1 K, together with methods for the preparation of these samples. Particular topics treated will include (1) ultracold alkali dimers, (2) cold polar molecules, and molecular radicals, (3) cold Rydberg molecules, and (4) cold molecular ions.				
Lernziel	The aim of the course is to provide those attending with a solid understanding of the properties and interactions that are of importance in gas-phase molecular samples at temperatures below 1 K, and with a knowledge of methods for the preparation of these samples.				
Inhalt	Keywords: Cold molecules, photoassociation, magnetoassociation, polar molecules, multistage Stark deceleration, radicals, multistage Zeeman deceleration, molecules in high Rydberg states, Rydberg-Stark deceleration, cold molecular ions, ion-molecule reactions.				
<b>529-0484-00L</b>	<b>Instrumentierung und Messtechnik ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>F. Merkt</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Konstruktion von physikalisch-chemischen Messinstrumenten. Praktische Übungen in elektronischer Schaltungstechnik.				
Lernziel	Einführung in die elektronische Messtechnik, die Radiofrequenz- und Mikrowellentechnologie und in die Digitalelektronik.				
Skript	Unterlagen in der ersten Stunde verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Zugelassene Teilnehmer werden von der Institutsleitung definiert.				
<b>529-0809-00L</b>	<b>Theoretical Chemistry Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Reiher, J. Richardson</b>
Kurzbeschreibung	Seminar on recent developments in Theoretical Chemistry presented by guest speakers.				
Lernziel	Training of students and co-workers in latest topics in theoretical chemistry.				
Inhalt	Contents depends on current state of research and interests of invited speakers. Will be announced on <a href="http://www.reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/theoretical-chemistry.html">http://www.reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/theoretical-chemistry.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic quantum mechanics and/or quantum chemistry courses are helpful.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>529-0140-00L</b>	<b>Supersonic Expansions: Methods and Applications</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>C. Manca Tanner</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches methods and applications regarding supersonic expansions. The main concepts will be reviewed. The various types of supersonic expansions, their advantages and drawbacks will be discussed and illustrated. State of the art setups will be described in detail. Kinetic aspects within a supersonic expansion as well as simulations will also be discussed and reviewed.				
Lernziel	The students will understand how a supersonic expansion can be built. They will learn the various types of supersonic expansions and be able to analyze and compare the differences between experimental setups and conditions. They will become familiar with kinetic treatment of a reaction within a supersonic expansion and how to simulate one.				
Inhalt	The students will learn the mechanism of a supersonic expansion and its phenomenologic description. The mathematical treatment of physical properties will be reviewed. Applications of supersonic expansions in the field of physical chemistry will be discussed and compared. Concepts like cooling process, velocity distribution and cluster formation will be reviewed. The question of simulating a supersonic expansion will be addressed and the students will learn one approach to simulate their results.				
Skript	No script available. The students are invited to take notes.				

Literatur	Will be given in the lecture.				
<b>529-0060-00L</b>	<b>MPS Colloquium</b>	<b>Dr</b>	<b>0 KP</b>	<b>3K</b>	<b>G. Jeschke, A. Barnes, M. Ernst, P. H. Hünenberger, F. Merkt, M. Reiher, J. Richardson, R. Riek, S. Riniker, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	Seminar series covering current developments in Molecular Physical Science				
Lernziel	Discussing current developments in Molecular Physical Science				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>529-0510-00L</b>	<b>Bioanalytical Applications of Advanced Optical Spectroscopies</b>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>4V</b>	<b>M. Hippler</b>
Kurzbeschreibung	The lectures and associated practical exercises aim to introduce modern analytical methods, mainly based on optical spectroscopies and lasers, with applications to the biosciences including biochemistry, biotechnology, microbiology and biomaterials. The material is based on lectures (Fundamentals of Spectroscopy, Modern Methods and Applications of Spectroscopy, Analytical Optical Spectroscopy,				
Lernziel	This module aims to A1 Explain the physical and chemical principles of modern analytical techniques and how to choose which is most suitable for a given situation, and further develop skills of data analysis; A2 Provide practical exercises to deepen the understanding of concepts; A3 Give an opportunity for students to design and carry out experiments.				
Inhalt	Tentative schedule includes: Brief introduction into 'hyphenated' chromatography (GC-MS, LC-MS) with applications for analysis of pesticides in food and blood alcohol content; Laser Raman spectroscopic techniques in the gas and liquid phase with applications to analyse metabolites of bacterial metabolism; Photoacoustic Spectroscopy to detect components in the gas phase and in situ glucose levels in the blood through the skin; Laser-induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) to analyse biomaterials, the homogeneity of pharmaceutical pills, and soil analysis; Fourier-transform Infrared (FTIR) spectroscopy in the gas phase with long-path absorption cells to analyse the headspace above bacterial solutions, and with Attenuated Total Reflection (ATR) attachments to analyse liquid solutions and solids. Practical exercises may include 'how to build your own Raman spectrometer'.				
Skript	A script will be provided in the lectures				
Literatur	A list of recommended literature for further reading will be provided in the lectures				
Voraussetzungen / Besonderes	PhD students in Chemistry or Biology.				

## ►► Chemie- und Bioingenieurwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0580-00L</b>	<b>Safety, Environmental Assessment and Risk Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Arosio, F. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview of safety in the chemical industry, focusing on toxicology, industrial hygiene, fires and explosions, hazards identification and risk assessment. It also introduces the fundamentals of environmental impact studies, focusing on life cycle assessment.				
Lernziel	This module introduces the concepts and tools needed to understand and analyze the main hazards in chemical processes, including fires and explosions, chemical reactivity, toxic emissions, and equipment failure. It also provides an overview of the life cycle assessment methodology and how to use it to quantify the environmental footprint of chemical products from cradle to grave, covering carbon emissions, and impacts on human health and ecosystems.				
Inhalt	The module includes lectures on general safety principles, the fundamentals of fires and explosions and chemical reactivity, toxicology and industrial hygiene, risk analysis and quantification, and life cycle assessment. The lectures include both theory and coursework based on the concepts and tools explained.				
Skript	The lecture notes will be delivered to the students in the form of slides and additional material.				
Literatur	The module is mostly based on the book Chemical Process Safety by Daniel Crowl and Joseph Louvar, Pearson Education US ISBN: 9780134857770.				
Voraussetzungen / Besonderes	The final mark is given by a written exam that represents 100% of the grade.				

<b>529-0690-00L</b>	<b>ICB Seminars on Chemical and Biochemical Engineering</b>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>		<b>G. Guillén Gosálbez</b>
Kurzbeschreibung	The ICB seminar series covers the umbrella of diverse research activities encompassed within the institute, including catalysis, functional materials, polymer engineering, separations, microfluidics, process design, and systems engineering. This series was founded with the aim of promoting cross-disciplinary scientific discourse and interaction with other distinguished groups working worldwide.				
Lernziel	Students are expected to attend all seminars in one academic year, and should register at the beginning of each seminar. Additionally they must deliver a two page written report at the end of the year describing the topics covered, main conclusions, and interrelationships between the different themes.				
Inhalt	The ICB seminar series covers the umbrella of diverse research activities encompassed within the institute, including catalysis, functional materials, polymer engineering, separations, microfluidics, process design, and systems engineering. This series was founded with the aim of promoting cross-disciplinary scientific discourse and interaction with other distinguished groups working worldwide, and is targeted at individuals who have made outstanding contributions within their fields. Each year, around 7 distinguished scientists and technologists will be invited to speak on topics of current interest in Chemical and Biochemical Engineering. PhD students are particularly encouraged to attend in order to broaden their perception and enrich their scientific horizons.				
Voraussetzungen / Besonderes	PhD students are particularly encouraged to attend in order to broaden their perception and enrich their scientific horizons.				

## ►► Pharmazeutische Wissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------



<b>535-0900-00L</b>	<b>Seminars on Drug Discovery and Development</b>	<b>E-</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Schibli, C. Halin Winter, J. Hall, S.-D. Krämer, J.-C. Leroux, U. Quitterer, J. Scheuermann, G. Schneider, Y. Yamauchi, H. U. Zeilhofer</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung neuer Erkenntnisse im Bereich Arzneimittelfindung und -entwicklung anhand von Expertenvorträgen aus dem Hochschul- und Industriebereich.				
Lernziel	Einblick in aktuelle Forschungsgebiete im Gesamtbereich der Pharmazie. Vermittlung neuer Erkenntnisse im Bereich Arzneimittelfindung und -entwicklung.				
Inhalt	Seminarreihe des Instituts für Pharmazeutische Wissenschaften. Expertinnen und Experten aus Akademia und Industrie berichten über neue Erkenntnisse.				
<b>535-2000-00L</b>	<b>Seminar for Group Members ■</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Schneider</b>
Kurzbeschreibung	Weekly group seminar, in which members of the research team present and discuss the results of their scientific projects and selected reports from the current scientific literature.				
Lernziel	Participants learn to present scientific studies and discuss own results in greater context.				

## ►► Weitere Ausbildungsangebote

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b> <i>This course is only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students give a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				

Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen

**Talk)***Only for doctoral students.**Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>529-0079-00L</b>	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:  Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: 1. Schreiben von Texten für Zielgruppen 2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling 3. Schreiben von Inhalten 4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler 5. Aufbau eines Forschungsartikels 6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen 7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen 8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen 9. Das wissenschaftliche Verlagswesen 10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift 11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse 12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich 13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien				
Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

**529-0032-00L Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in W 1 KP 2S C. Copéret, E. Kut Bacs, S. J. Sturla Chemistry and Related Fields**

**Kurzbeschreibung** This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a context specific to research in chemistry.

**Lernziel** Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.

**Inhalt**  
Part I on Moodle  
The self-paced e-learning course on Moodle consists of 5 modules:

Module 1: Ethics  
-Introduction to moral theory (with emphasis on practical guidance regarding decision making)

Module 2: Ethics in scientific research  
-Introduction to ethical issues that occur within scientific research( i.e. regarding authorship, cooperation, data use and sharing, and other aspects that are subject to scientific integrity and good scientific practice)

Module 3: Collecting resources  
-A variety of tools and resources that help identify ethical issues are presented and explained

Module 4: Setting up a Strategy  
-Example examination of a case regarding its ethical scope (students develop their own strategy to examine situations for their ethical implications).

Module 5: Making decisions  
-Different ways of addressing ethical issues are presented and explained (i.e. how to make hard choices, or solve ethical dilemmas. But also where to seek advice if needed).

**Part II**  
The second, face-to-face part of this course focuses on chemistry-specific aspects. It provides an interactive learning environment. Students get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students.

**Skript** Moodle

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0150-DRL	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>Lernziel</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0151-DRL	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>Lernziel</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0152-DRL	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>Lernziel</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0153-DRL	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>Lernziel</b>	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0154-DRL	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen

	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0163-DRL**    **External Conference II (incl. Poster or Talk)**    **W**    **1 KP**    **2K**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0164-DRL**    **External Conference III (incl. Poster or Talk)**    **W**    **1 KP**    **2K**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

### Doktorat Chemie und Angewandte Biowissenschaften - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

---

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Erdwissenschaften

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-0254-00L	<b>Seminar Geochemistry and Petrology</b>	E-	0 KP	2S	<b>O. Bachmann</b> , C. Chelle-Michou, M. W. Schmidt, M. Schönbächler, D. Vance
Kurzbeschreibung	Seminar series with external and occasional internal speakers addressing current research topics. Changing programs announced via D-ERDW homepage (Veranstaltungskalender)				
Lernziel	Presentations on isotope geochemistry, cosmochemistry, fluid processes, economic geology, petrology, mineralogy and experimental studies. Speakers (mostly from abroad) will provide students, department members and interested guests insight into current research topics in these fields.				
Inhalt	Wöchentliches Seminar mit Fachvorträgen eingeladener oder interner Wissenschaftler, vornehmlich zu Themen der Geochemie, Isotopengeologie, Hydrothermalgeochemie, Lagerstättenbildung, Petrologie, Mineralogie und experimentelle Studien.				
651-1617-00L	<b>Geophysical Fluid Dynamics and Numerical Modelling Seminar</b>	E-	0 KP	1S	<b>P. Tackley</b> , T. Gerya
651-4228-00L	<b>Topics in Planetary Sciences</b>	W	3 KP	2G	<b>H. Busemann</b> , C. Gillmann, M. Schönbächler, P. Tackley
Kurzbeschreibung	The course is based on reading and understanding research papers. Topics vary and cover e.g. planetary geophysics, geochemistry and dynamics including new results from space missions or models of the dynamical evolution of planetary bodies as well as planet and solar system formation. Each selected research paper is presented by a student, who then also leads an open discussion on the topic.				
Lernziel	The goal of the course is to discuss topics in planetary sciences in-depth, which were not covered in the general planetary science courses. The course particularly aims at training the student's ability to critically evaluate research papers, to summarize the findings concisely in an oral presentation, to discuss the science in a group and give constructive feedback on presentations. The course should enable the students to better understand the presented research, even if not in their fields of expertise and to convey scientific results to students with a distinct study direction (geology, geochemistry or geophysics).				
Inhalt	Topics, relevant papers selected typically from the recent literature by the lecturers, will vary. Suggestions from students are welcome but have to be discussed with a lecturer before the topics are listed and distributed. Special introductions are given to discuss good presentation practice.  Topics could include, e.g.: - Formation of the solar system and the terrestrial planets - Evolution of terrestrial bodies (Mercury, Venus, Moon, Mars, Vesta and the other asteroids) - Active asteroids/main-belt comets, icy moons (Ganymede, Callisto, Enceladus), comets and the outer solar system - Geophysical, geomorphologic and geochemical exploration of planetary bodies (e.g., remote sensing, meteorite studies, seismology, modelling) - exoplanets and transiting bodies from outside the solar system				
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to have passed either course 651-4010-00L Planetary Physics and Chemistry or course 651-4227-00L Planetary Geochemistry				
Kompetenzen	The number of students is restricted to 20.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
651-4910-00L	<b>A Graduate Collective within D-ERDW</b>	W	3 KP	3S	<b>J. Hemingway</b> , C. Magnabosco, C. Welte
Kurzbeschreibung	Doctoral students will engage in workshops and seminars to enhance skills crucial for success in research projects. This includes scientific writing, research project management, data visualization and management, and presentation skills. A key focus will be to foster networks among doctoral students from Earth Sciences, thus promoting skill expansion and collaboration.				
Lernziel	Students will gain tools and strategies needed to succeed as scientists, both as a basis to complete their doctoral research projects and beyond. They will specifically be able to: • efficiently manage writing scientific texts, including effective structuring of each section and production of fluent and reader-focused sentences and paragraphs. • structure and visualize complex content, effectively use slide-based presentations (e.g., Power Point), and perform confidently in front of an audience. • apply methods and tools to define milestones, plan doctoral project next steps, and communicate effectively with stakeholders (e.g., supervisor, collaborators, thesis committee). • visualize and manage data.				

**Inhalt** Scientific writing: Participants will produce several short texts as homework assignments and receive detailed individual feedback on these during the course. Content and materials deal specifically with the demands of writing in Earth science and related research fields. Wherever feasible, elements of participants' future research articles will be developed as assignments within the course.

Project and time management: Participants will learn methods and tools of project management, agile planning, and risk identification through planning of their research and writing projects. They will receive tips on how to stay motivated and avoid procrastination. They will learn how to identify and get needed support from relevant stakeholders. The workshop structure is:

- Sprint 1 (in class): together, we will explore the foundations of project and time. Students will gain an overview of the milestones, stakeholders, and risks involved in their current projects.
- Sprint 2 (homework): with the learned tips and tools, students will move from rough to detailed planning and conduct a stakeholder and risk analysis. They will then use this to develop a concept for their doctoral project.
- Sprint 3 (in class): working in peer groups, students will present concepts to compare, discuss, and reflect upon. This will include sufficient time to address areas of uncertainty.

Data visualization and management: Students will learn how to effectively display scientific data for publications and presentations. This will include structural design elements (e.g., which type of plot to use, how to maximize information within a given plot) as well as aesthetic and stylistic tips and tricks (e.g., color schemes, fonts, etc.). Using our own examples and those from the literature, we will discuss the principles of "what makes a good and effective figure".

Presentation skills: Participants will develop effective presentation skills within an academic context. This includes learning to communicate complex content clearly and persuasively. They will receive tips for effectively using presentation software such as Power Point and will explore other visual presentation options (e.g., posters, flip charts). Finally, together we will learn to present with confidence, engage the audience, and add meaningful interactions.

This course is offered by D-ERDW and ETH Library.

**Voraussetzungen / Besonderes** This course is intended for doctoral students that are members of the Department of Earth and Planetary Sciences.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-6001-00L	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students of D-ERDW</b>	O	1 KP	2S	T. I. Eglinton, H. Stoll

**Kurzbeschreibung** This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.

**Lernziel** Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.

**Inhalt**  
 Part I  
 The self-paced e-learning course consists of 5 modules:

Module 1: Ethics  
 - Introduction to moral theory (with emphasis on practical guidance regarding decision making)

Module 2: Ethics in scientific research  
 - Introduction to ethical issues that occur within scientific research (i.e. regarding authorship, cooperation, data use and sharing, and other aspects that are subject to scientific integrity and good scientific practice).

Module 3: Collecting resources  
 - A variety of tools and resources that help identify ethical issues are presented and explained

Module 4: Setting up a strategy  
 - Example examination of a case regarding its ethical scope (students develop their own strategy to examine situations for their ethical implications).

Module 5: Making decisions  
 - Different ways of addressing ethical issues are presented and explained (i.e. how to make hard choices, or solve ethical dilemmas. But also where to seek advice if needed).

Part II

The second, face-to-face part of this course focuses on discipline-specific aspects. It provides an interactive learning environment. Students get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students.

**Voraussetzungen / Besonderes** For Doctoral Students of D-ERDW only

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft

900-0100-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2S	Dozent/innen
--------------	--	---	------	----	--------------



	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>					
<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>					
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				

#### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.

**900-0151-DRL Summer School II (1-3 days) W 1 KP 2K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.

**900-0152-DRL Summer School III (1-3 days) W 1 KP 2K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.

**900-0153-DRL Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk) W 2 KP 4K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0154-DRL Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk) W 2 KP 4K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0155-DRL Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk) W 2 KP 4K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0156-DRL Summer School I (1 week) W 2 KP 4K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.  
Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.

**900-0157-DRL Summer School II (1 week) W 2 KP 4K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.  
Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.

**900-0158-DRL Summer School III (1 week) W 2 KP 4K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.  
Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.

**900-0159-DRL Summer School I (1 week, with Poster or Talk) W 3 KP 6K Dozent/innen**  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0160-DRL** **Summer School II (1 week, with Poster or Talk)** **W** **3 KP** **6K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0161-DRL** **Summer School III (1 week, with Poster or Talk)** **W** **3 KP** **6K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0162-DRL** **External Conference I (incl. Poster or Talk)** **W** **1 KP** **2K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0163-DRL** **External Conference II (incl. Poster or Talk)** **W** **1 KP** **2K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0164-DRL** **External Conference III (incl. Poster or Talk)** **W** **1 KP** **2K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

**Kurzbeschreibung** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**Lernziel** Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

#### Doktorat Erdwissenschaften - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0726-00L</b>	<b>Geschichte II: Global (Anti-Imperialismus und Dekolonisation, 1919-1975)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Fischer-Tiné</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung soll ein Einblick in die verschiedenen Wege zur Unabhängigkeit ehemaliger Kolonien in Asien und Afrika seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts präsentiert werden.				
Lernziel	Den Studierenden soll in dieser Vorlesung ein Einblick in die Geschichte der aussereuropäischen Welt gewährt werden, wobei sowohl deren politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Transformation auf dem Hintergrund kolonialer Durchdringungsstrategien sowie des Widerstandes anticolonialer Bewegungen erläutert werden soll. Damit soll sichtbar werden, dass Gesellschaften in Asien, Afrika und dem Pazifik nicht einfach Produkte kolonialer Durchdringung oder anticolonialen Widerstands sind, sondern dass beides in jeweils unterschiedlichem Mass die heutige politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Eigen- und Fremdwahrnehmung dieser Weltteile in erheblichem Ausmass bestimmt. Eine differenzierte Kenntnis des langen und schwierigen Dekolonisationsprozesses ist daher wichtige Voraussetzung für ein Verständnis der heutigen weltpolitischen Lage, die noch immer von dem Streben nach einer gerechteren post-imperialen Weltordnung gekennzeichnet ist.				
Literatur	Jansen, J.C. und Osterhammel, J., Dekolonisation: Das Ende der Imperien, München 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ein ausführlicher Sitzungsplan wird rechtzeitig aufgeschaltet unter <a href="http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html">http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html</a>				
<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				
Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
<b>851-0587-01L</b>	<b>CIS PhD Colloquium</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 615G932a</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a>				
Kurzbeschreibung	In this internal colloquium doctoral students present their work after about 12 months of research.				
Lernziel	The aim of this colloquium is that the presenters receive feedback on their research at an important stage (a stage at which significant changes of direction, methodology, etc, may still be undertaken) in the PhD process.				
Inhalt	Presentation of doctoral research.				
Skript	Distributed electronically.				
Literatur	Distributed electronically.				
<b>851-0252-04L</b>	<b>Behavioral Studies Colloquium</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>E. Cross, U. Brandes, D. Helbing, C. Hölscher, M. Kapur, M. Rau, C. Stadtfeld, E. Stern, V. Zimmermann</b>
Kurzbeschreibung	This colloquium offers an opportunity to discuss recent and ongoing research and scientific ideas in the behavioral sciences, both at the micro- and macro-levels of cognitive, behavioral and social science. The colloquium features invited presentations from internal and external researchers as well as presentations of doctoral students close to submitting their dissertation research plan.				
Lernziel	Participants are informed about recent and ongoing research in different branches of the behavioral sciences. Presenting doctoral students obtain feedback on their dissertation research plan.				
Inhalt	This colloquium offers an opportunity to discuss recent and ongoing research and scientific ideas in the behavioral sciences, both at the micro- and macro-levels of cognitive, behavioral and social science. It covers a broad range of areas, including theoretical as well as empirical research in social psychology, research on higher education, sociology, modeling and simulation in sociology, decision theory and behavioral game theory, economics, research on learning and instruction, cognitive psychology and cognitive science.				
	The colloquium features invited presentations from internal and external researchers as well as presentations of doctoral students close to submitting their dissertation research plan.				
Voraussetzungen / Besonderes	Doctoral students in D-GESS can obtain 1 credit point for presenting their research in the colloquium.				
<b>851-0252-01L</b>	<b>Human-Computer Interaction: Cognition and Usability</b> <b>W</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-ITET</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Hölscher, I. Barisic, B. Davison</b>
Kurzbeschreibung	This seminar will introduce key topics, theories and methodology in human-computer interaction (HCI) and usability, with a focus on applying them to real situations.				

Lernziel	Presentations will cover the basics of human-computer interaction and selected topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>● History of HCI</li> <li>● Research ethics</li> <li>● Literature reviews</li> <li>● Participant-free methods: cognitive walkthrough and heuristic evaluation</li> <li>● Card sorting and information architecture</li> <li>● Usability studies</li> <li>● Unmoderated research and diary studies</li> <li>● Surveys</li> <li>● User Logs and metric frameworks</li> </ul>				
	On a weekly basis, students will conduct authentic research in class covering the topics above. They will submit their in-class research results regularly and also present their findings to the class once per semester.				
	The final project demonstrates class topic adoption by deeply exploring one HCI problem using the covered methods and tools. Students will choose a research topic and execute their research plan. They will individually write a formal report including problem definition, literature review, methodology, findings and discussion.				
<b>851-0252-05L</b>	<b>Research Seminar Cognitive Science ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Hölscher, S. Andraszewicz</b>
Kurzbeschreibung	<i>Prerequisite: Participants should be involved in research in the cognitive science group.</i> The colloquium provides a forum for researchers and graduate students in cognitive science to present/discuss their ongoing projects as well as jointly discuss current publications in cognitive science and related fields. A subset of the sessions will include invited external visitors presenting their research. Participants of this colloquium are expected to be involved in active research group.				
Lernziel	Graduate student train and improve their presentation skills based on their own project ideas, all participants stay informed on current trends in the field and have the opportunity for networking with invited scholars.				
<b>851-0252-06L</b>	<b>Introduction to Social Networks: Theory, Methods and W Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stadtfeld, Z. Kovacevic, X. Xu</b>
Kurzbeschreibung	<i>This course is intended for students interested in data analysis and with basic knowledge of inferential statistics.</i> Humans are connected by various social relations. When aggregated, we speak of social networks. This course discusses how social networks are structured, how they change over time and how they affect the individuals that they connect. It integrates social theory with practical knowledge of cutting-edge statistical methods and applications from a number of scientific disciplines.				
Lernziel	The aim is to enable students to contribute to social networks research and to be discriminating consumers of modern literature on social networks. Students will acquire a thorough understanding of social networks theory (1), practical skills in cutting-edge statistical methods (2) and their applications in a number of scientific fields (3). In particular, at the end of the course students will <ul style="list-style-type: none"> <li>- Know the fundamental theories in social networks research (1)</li> <li>- Understand core concepts of social networks and their relevance in different contexts (1, 3)</li> <li>- Be able to describe and visualize networks data in the R environment (2)</li> <li>- Understand differences regarding analysis and collection of network data and other type of survey data (2)</li> <li>- Know state-of-the-art inferential statistical methods and how they are used in R (2)</li> <li>- Be familiar with the core empirical studies in social networks research (2, 3)</li> <li>- Know how network methods can be employed in a variety of scientific disciplines (3)</li> </ul>				
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
Kurzbeschreibung	<i>This course is only for doctoral students.</i>  <i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i> Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities;</li> <li>(2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills;</li> <li>(3) participants gain experience of different presentation styles;</li> <li>(4) to create a network amongst the energy research doctoral student community.</li> <li>(5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.</li> </ol>				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>851-0735-16L</b>	<b>Start-Ups und Steuern</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Pamini</b>
Kurzbeschreibung	Der Erfolg oder Misserfolg von Start-Ups hängt nicht nur von einer Erfindung ab. Die Gründer müssen auch eine Vielzahl organisatorischer und juristischer Hürden überwinden. Anhand Theorie und Fallbeispielen lernen Studierende in diesem Seminar die Relevanz steuerrechtlicher Rahmenbedingungen bei Unternehmensgründungen kennen, inklusive wie der Gesetzgeber innovative Unternehmungen fördern kann.				

Lernziel	<p>Wissenschaftliche Erkenntnisse und die daraus stammenden technischen Innovationen verbreiten sich ausserhalb der akademischen Welt meistens über die Tätigkeiten von Unternehmen, namentlich durch die Entwicklung neuer oder Verbesserung bestehender Produkte und Prozesse. Zur Unterstützung dieses Innovationsprozesses hat der Gesetzgeber ein ausdifferenziertes zivil- und steuerrechtliches System geschaffen, dessen Vor- und Nachteilen Sie als ETH-Abgänger und Abgängerin kennen sollten, wenn Sie Ihr theoretisches Wissen in der Praxis implementieren möchten.</p> <p>In diesem Seminar wird die steuerliche Dimension neuer Unternehmen diskutiert. Start-Ups unterscheiden sich von normalen Unternehmen in unterschiedlicher Hinsicht. Das Eigentum kann sich zuerst in wenigen Händen konzentrieren und dann auf mehrere Investoren ausdehnen (z.B. im Zusammenhang mit Private Equity). Die Corporate Governance kann besonders komplex sein (z.B. im Falle unterschiedlicher Aktienkategorien und einer Entkopplung zwischen der finanziellen Beteiligung und den Stimmrechten). Die Wirtschaftsbranche, in der die Unternehmung lanciert wird, kann besonders volatil sein; sinnvolle Vergleiche zwecks der Unternehmensbewertung fehlen oft, und es ist schwierig, einen zuverlässigen Business Plan zu entwerfen.</p> <p>In der Veranstaltung lernen Sie einerseits die Regelungsoptionen kennen, die dem Gesetzgeber zur Verfügung stehen, um innovative Start-Ups zu fördern. Dabei wird auch auf Grundlagen der Finanztheorie, der Wirtschaftspolitik, der Innovationsförderung und der Unternehmensstrategie eingegangen. Andererseits wird Ihnen das Fachwissen im schweizerischen Steuerrecht vermittelt, das Sie für eine spätere mögliche Unternehmensgründung benötigen. Obwohl Vorkenntnisse in Rechts- oder Betriebswissenschaften von Vorteil sein können, stellen diese keine notwendige Bedingung für eine Teilnahme dar.</p> <p>In den ersten Sitzungen vermittelt der Dozent theoretische Grundlagen sowie einen Grundriss des schweizerischen Steuersystems, sowohl betreffend direkte Steuern (Einkommen-, Vermögens-, Gewinn- und Kapitalsteuern) als auch indirekte Steuern (Mehrwertsteuer, Verrechnungssteuer, Stempelabgaben). Sowohl natürliche als auch juristische Personen werden berücksichtigt, wobei der Unterricht auf das Umfeld von Start-Ups und ihren Investoren fokussiert. Die Seminarteilnehmer und -teilnehmerinnen bestreiten den zweiten Seminarteil, in dem sie anhand von von ihnen entworfenen Fallbeispielen typische Probleme im Zusammenhang mit der Besteuerung von Start-Ups gemeinsam diskutieren.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

---

**860-0022-00L**      **Complexity and Global Systems Science**      **W**      **3 KP**      **2S**      **D. Helbing, C. Carissimo, A. Musso**  
*Prerequisites: solid mathematical skills.*

*Particularly suitable for students of D-ITET, D-MAVT and ISTP*

**Kurzbeschreibung** This course discusses complex techno-socio-economic systems, their counter-intuitive behaviors, and how their theoretical understanding empowers us to solve some long-standing problems that are currently bothering the world.

**Lernziel** Participants should learn to get an overview of the state of the art in the field, to present it in a well understandable way to an interdisciplinary scientific audience, to develop models for open problems, to analyze them, and to defend their results in response to critical questions. In essence, participants should improve their scientific skills and learn to think scientifically about complex dynamical systems.

**Inhalt** This course starts with a discussion of the typical and often counter-intuitive features of complex dynamical systems such as self-organization, emergence, (sudden) phase transitions at "tipping points", multi-stability, systemic instability, deterministic chaos, and turbulence. It then discusses phenomena in networked systems such as feedback, side and cascading effects, and the problem of radical uncertainty. The course progresses by demonstrating the relevance of these properties for understanding societal and, at times, global-scale problems such as traffic jams, crowd disasters, breakdowns of cooperation, crime, conflict, social unrests, political revolutions, bubbles and crashes in financial markets, epidemic spreading, and/or "tragedies of the commons" such as environmental exploitation, overfishing, or climate change. Based on this understanding, the course points to possible ways of mitigating techno-socio-economic-environmental problems, and what data science may contribute to their solution.

**Skript** "Social Self-Organization  
Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior"  
Helbing, Dirk  
ISBN 978-3-642-24004-1

Literatur	Philip Ball Why Society Is A Complex Matter <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783642289996">https://www.springer.com/gp/book/9783642289996</a>  Globally networked risks and how to respond Nature: <a href="https://www.nature.com/articles/nature12047">https://www.nature.com/articles/nature12047</a>  Global Systems Science and Policy <a href="https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214">https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214</a>  Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783540752608">https://www.springer.com/gp/book/9783540752608</a>  Further links:  <a href="http://global-systems-science.org">http://global-systems-science.org</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature will be recommended in the lectures. Mathematical skills can be helpful.  Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.  Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.				
Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>851-0586-03L</b>	<b>Applied Network Science: Social Media Networks</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	We study applications of network science methods, this time in the domain of social media. Topics are selected for diversity in research questions and techniques. Student teams present results from the recent literature, possibly with replication, in a mini-conference at the end of the lecture period.				
Lernziel	Network science as a paradigm is entering domains from engineering to the humanities but application is tricky. By examples from recent research on social media, students learn to appreciate that, and how, context matters. They will be able to assess the appropriateness of approaches for substantive research problems, and especially when and why quantitative approaches are or are not suitable.				
Literatur	Original research articles will be introduced in the first session.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
	<i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>				
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				



Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.				
	We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				
<b>851-0252-08L</b>	<b>Evidence-Based Design: Methods and Tools for Evaluating Architectural Design</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Gath Morad, C. Hölscher, L. Narvaez Zertuche, C. Veddeler</b>
Kurzbeschreibung	The course focus is on pre-occupancy evaluation in architecture to support an evidence-based design process. Students are taught a variety of methods such as virtual reality, agent-based simulations and spatial analysis. The course is project-oriented and is open for architecture and STEM students with an interest in interdisciplinary teamwork.				
Lernziel	This semester, students would focus on evaluating healthcare and office typologies from the perspective of building occupants' and across scenarios, including routine operation and post-pandemic scenarios. Students will apply the tools learned in the course to compare building typologies, using various metrics including spatial proximity, visibility, orientation and movement. On the basis of this multi-objective evaluation, students would propose and evaluate design interventions across scenarios, identifying the Strength, Weaknesses, Opportunities and threats across the various typologies. The course is tailored for students studying for B-ARCH and M-ARCH degrees and is also suitable for students in STEM faculties. As an alternative to obtaining D-GESS credit, architecture students can obtain course credit in "Vertiefungsfach" or "Wahlfach".				
Skript	English				
<b>851-0253-07L</b>	<b>Nonordinary Consciousness</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Stocker</b>
Kurzbeschreibung	Covers research on nonordinary states of consciousness (dreaming, hypnosis, sensory deprivation, rhythm-induced trance, advanced meditation, deathbed visions, near-death experiences, psychedelics). Implications for mental health are also considered. All contributions will also be reflected from the viewpoint of the humanities and psychology.				
Lernziel	The overall objective is to provide the students with a comprehensive and substantiated introduction to nonordinary consciousness and its potential, and to also comprehensively embed this in a reflection from a humanities/psychology viewpoint.				
Inhalt	The nonordinary state of consciousness (NSC) is a state of consciousness that differs in basic ways from ordinary state of consciousness (OSC, everyday consciousness). This state can be occasioned by psychological/psychosomatic means or by psychopharmacological means, and may manifest with strong psychological experiences at the perceptual (e.g. visions), cognitive (e.g. very clear or disrupted thought), affective (e.g. deep bliss or despair), volitional (e.g., being vs. not being in control), and somesthetic (e.g. changed body scheme) level. This course covers the occurrence of nonordinary consciousness in the following contexts: dreaming, hypnosis, sensory deprivation (floating tank), rhythm-induced (shamanic) trance, (advanced) meditation, deathbed visions, near-death experiences, classic psychedelics (such as psilocybin, mescaline, DMT, and LSD), dissociative psychedelics (ketamine), and entactogenic/empathogenic psychedelics (MDMA). The psychedelic studies treated in this course that involve humans focus on controlled and ethically approved studies where these substances are administered to medically screened, prepared, and supported participants. Private/illicit use of psychedelics is not a topic of this course. This course also covers the health potential of nonordinary states of consciousness by showing how more and more studies indicate that the experience of a nonordinary state of consciousness (in healthy individuals and patients) can be associated with an increase in subjective well-being.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kritisches Denken		gefördert gefördert	
<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society</b> ■ <i>Open to all Master level / PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleight</b>
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	Explain relevant concepts in ethics. Evaluate the ethical dimensions of new technology uses. Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible. Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts. Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice Work in a more ethically reflective way				
Inhalt	The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.				
	The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.				
	A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert	

<b>860-0033-00L</b>	<b>Data Science for Public Policy: From Econometrics to W+ AI</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Galletta, E. Ash, C. Gössmann</b>	
	<i>Only for Master students and PhD students.</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to big data methods for public policy analysis. Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.				
Lernziel	Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions.				
Inhalt	<p>Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions. These techniques include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- procuring big datasets, especially through web scraping or API interfaces, including social media data;</li> <li>-- pre-processing and dimension reduction of massive datasets for tractable computation;</li> <li>-- machine learning for predicting outcomes, including how to select and tune the model, evaluate model performance using held-out test data, and report results;</li> <li>-- interpreting machine learning model predictions to understand what is going on inside the black box;</li> <li>-- data visualization including interactive web apps.</li> </ul> <p>Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.</p>				
Skript	<a href="https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024">https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>				
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	<p>The course aims are:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. To introduce students to the historicity of mathematics</li> <li>2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view</li> <li>3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects</li> <li>4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics</li> <li>5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices</li> </ol>				
<b>851-0252-07L</b>	<b>Networks and Groups Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Stadtfeld, A. Espinosa Rada, I. Smokovic</b>
Kurzbeschreibung	Groups are ubiquitous in society and profoundly influence people's behaviour, attitudes, and opinions and how they interact and create social relationships. Social network researchers have always been interested in understanding what groups are, their formation, and their societal implications (e.g., for creative work, feeling integrated into a community, achieving common goals).				
Lernziel	<p>This seminar examines sociological, anthropological, management and social-psychological network research to identify how groups affect individuals and their social behaviour.</p> <p>By the end of this seminar, students will be able to identify and compare different approaches to group theories through the lens of social network research. They will be familiar with the development and recent publications in the fields of social networks and social science and will be able to critically participate in several open debates in these fields. Among others, these debates are centred around the types and measurement of groups, challenges in understanding what groups are, the effects of groups on people's feelings, thoughts, preferences, and behaviours (e.g., identification), and how social and cultural phenomena emerge (e.g., the diffusion of culture and the spread of social movements).</p>				
Inhalt	<p>The following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- What is a group?</li> <li>- Social circles and groups in modern society.</li> <li>- Emergence of cohesive subgroups and cognitive dissonance</li> <li>- Clan, kinship, social roles, and communities</li> <li>- Identification and self-categorisation with groups</li> <li>- Teams, leaders, and their performance</li> <li>- Social influence and the conformity to social norms</li> <li>- Collecting data to analyse groups</li> </ul> <p>These topics will be discussed considering the development of these topics through a social network perspective, recent research, and their measurement and analysis.</p>				
<b>851-0000-01L</b>	<b>Research Data Management Summer School</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	<b>J. Dederke, F. Schmid</b>
	<i>"Number of participants limited to 27."</i>				
	<i>Only for Doctoral Students and Postdocs of the ETH Domain.</i>				
	<i>To complete the registration, participants have to register in myStudies as well as via the ETH Event Services. The registration link will be available from 15 January 2024 on the Summer School web-page: <a href="https://library.ethz.ch/en/news-and-courses/events/eth-research-data-management-summer-school-2024.html">https://library.ethz.ch/en/news-and-courses/events/eth-research-data-management-summer-school-2024.html</a>"</i>				
Kurzbeschreibung	Research Data Management (RDM) is vital for researchers to ensure the proper organisation of research data along the entire life cycle from creation to preservation, incl. their sharing as Open Data (FAIR Data). This ETH Summer School provides an extensive overview on RDM, its principles, its practical implications and on useful tools for early career scientists (Doctoral students and Postdocs).				

Lernziel	Students are able to				
	<p>1. explain in detail the basic concepts and components of research data management along the research data life cycle in a national and international context. They understand both, their responsibility as individual scientists and their potential future role as early career heads of research groups.</p> <p>1.1 follow the principles of good scientific practice with respect to data management in general and the content of the ETH Guideline for Research Integrity and the Compliance Guide, in particular.</p> <p>1.2 define and apply the FAIR Data Principles.</p> <p>1.3 critically evaluate and improve their own Research Data Management (RDM) within their current and in future research projects.</p> <p>1.4 introduce future students and staff to RDM and motivate them to consider it as an integral part of their research.</p> <p>2. fulfil current requirements regarding RDM and Data Management Plans (DMPs) by research funders (i.e., Open Research Data Policy by the SNSF, Rules on Open Access to Research Data in Horizon Europe) in their own research.</p> <p>3. understand the basics of a DMP and are able to develop DMPs compliant with requirements of a research funder.</p> <p>4. survey the challenges of Active Research Data Management (ARDM) and are able to properly annotate (metadata), store and back-up research data with appropriate tools for future reuse.</p> <p>5. critically evaluate and use tools for data sharing and other repositories, including RDM services at ETH Zurich (e.g., ETH Research Data Hub, ETH Research Collection) and international repositories.</p> <p>5.1 identify appropriate Creative Commons Licenses for their needs.</p> <p>5.2 assess challenges and benefits of Open Access to publications and derive informed decisions on where to publish.</p> <p>6. understand the challenges of long-term preservation and derive measures to prepare data accordingly.</p>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p>			<p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>
<b>851-0604-00L</b>	<b>Experimental Social Sciences</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Wehrli</b>
Kurzbeschreibung	The course addresses principles and methods of experimental social research. It focuses on design, implementation, and analytical tools needed to conduct social science experiments in the laboratory or online environments.				
Lernziel	Upon completion of the course, participants will have learned the basics of experimental methods in the social sciences and will be able to conduct their own experiments.				
Inhalt	Students learn the basics of designing, conducting, and evaluating laboratory or online experiments. In particular, the course addresses methodological principles (validity, control), design considerations (factorial designs, matching, subjects, incentives), common measurement techniques (willingness to pay, elicitation of beliefs, risk and social preference measures, biophysical measurements), implementation and logistics (experimental software, ethics, data management, recruitment), and the analysis of experimental data.				
Literatur	<p>- Bardsley et. al (2009): Experimental Economics: Rethinking the Rules. Princeton University Press.</p> <p>- Kagel &amp; Roth (1995): Handbook of Experimental Economics. Princeton University Press.</p> <p>- Weimann &amp; Brosig-Koch (2019): Methods in Experimental Economics. Springer.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Reading materials and slides will be made available via Moodle.				
<b>860-0100-00L</b>	<b>Doctoral Colloquium in Public Policy</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>L. P. Fesenfeld, T. Schmidt,</b> T. Bernauer, B. Steffen
Kurzbeschreibung	<p><i>Open to doctoral students from all departments.</i> <i>Permission from lecturers is required.</i></p> <p>In this colloquium, doctoral students present their research plan within the first year of their doctorate, which is reviewed by three professors affiliated with the ISTP and commented on by the peer students registered in the colloquium. We recommend attending the colloquium for two semesters and presenting the research plan in the second semester.</p>				
Lernziel	Doctoral Students obtain feedback on research ideas for the doctoral research plan and have the research plan approved by three faculty members, as required by ETH Zurich.				
Inhalt	<p>Doctoral students (typically affiliated with the ISTP or groups of ISTP members) attend this colloquium for one to two semesters. During the first (voluntary) semester they present their preliminary research ideas. During the second (obligatory) semester, they present their research plan, which is reviewed by three professors affiliated with the ISTP. The research plan should not be longer than 20 pages (references excluded). The second semester will be credited with 1 ECTS. All students are supposed to read and comment on their peers' research ideas and plans throughout both semesters. The results of the review are submitted to the doctoral committee of D-GESS or other ETH departments where ISTP-affiliated doctoral students intend to graduate.</p>				
<b>860-0101-00L</b>	<b>Designing Public Policy Research</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Steffen,</b> T. Bernauer, Y. Borofsky, T. Schmidt
Kurzbeschreibung	<p><i>Open to doctoral students from all departments.</i> <i>Permission from the lecturers is required.</i></p> <p>PhD students in public policy (or related fields) get an introduction to epistemology and an overview of different methodological approaches. The course will help them design their own (interdisciplinary) research and create meaningful and policy-relevant insights.</p>				
Lernziel	Students should be able to understand how (policy-relevant) knowledge can be created and what the potentials and limits of different research designs and methodologies are.				
Inhalt	After an introduction to epistemology and the philosophy of science, students will gain insights into different research approaches, including qualitative and quantitative empirical designs, computational modelling, and conceptual and analytical approaches.				
<b>851-0061-00L</b>	<b>Werkstatt Wissensgeschichte (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	<p><i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 600G132</i></p> <p><i>Maximale Teilnehmerzahl: 15</i></p> <p><i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline/s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline/s.html</a></i></p> <p>Das Doktorierendenseminar bietet eine Plattform für Promotionsprojekte im Feld der Wissensgeschichte.</p>				

Lernziel	Im Fokus stehen dabei die spezifischen Formen, Zirkulationen und Praktiken von Wissen, seine diskursiven, kulturellen und sozialen, wissenschaftlichen, technologischen, medialen und infrastrukturellen sowie rechtlichen, ökonomischen und politischen Bedingungen und Artikulationsweisen in globalen und transnationalen Perspektiven. Ausgehend von den Forschungsprojekten der Teilnehmer/innen führt das Seminar in die Methoden, die zentrale Literatur und aktuellen Fragestellungen der wissenschaftsgeschichtlichen Forschung ein.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sprachen: deutsch und englisch.				
<b>851-0197-00L</b>	<b>Medieval and Early Modern Science and Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Sammarchi</b>
Kurzbeschreibung	The course examines several aspects of the interconnections between science and philosophy from the Middle Ages to the early modern times.				
Lernziel	The course aims are: - to introduce students to the history of science; - to introduce students to the philosophical dimension of science; - to develop a critical understanding of scientific notions; - to acquire skills in order to analyse and comment on primary and secondary sources.				
Inhalt	The course is focused on the investigation of scientific thought between 1000 and 1700, that is to say the period that saw the flourishing of natural philosophy, and the birth of the modern scientific method. Several case-studies, taken from different scientific fields (especially mathematics, astronomy, and experimental sciences) are presented in class in order to study the interconnections between science and philosophy, as well as the shift from the medieval to the early modern world.				
Literatur	(main reference) Rossi, Paolo, The birth of Modern science, Oxford : Blackwek Publishers, 2001				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>851-0649-00L</b>	<b>International Development Engineering</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Shea, E. Tilley</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	In this lecture series, students will learn from researchers around the globe about technological interventions designed to improve human well-being for complex, low-resource settings. Students will get familiar with frameworks from social sciences and engineering, helping them to understand and evaluate the discussed technologies and to put them into a broader context.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will get familiar with frameworks from social sciences and engineering needed for innovation in a complex, low-resource setting.</li> <li>• Students will learn about concrete examples of technological interventions designed to improve sustainable development and critically reflect on them.</li> <li>• Students get a broad understanding of some of the most important issues and discussions related to global sustainable development.</li> </ul>				
Inhalt	In the introductory class, students will learn about challenges related to global sustainable developments and how they have developed over time. Students will then get exposed to frameworks from social sciences and engineering disciplines, which will help them analyze technologies designed for low-resource settings. In the remaining sessions thought leaders from the field of development engineering will present a wide range of innovations from sectors such as health, water and sanitation, education and governance that will then get discussed with students. Since many of this thought leaders will come from around the globe at least 50% of sessions will be online.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>851-0255-00L</b>	<b>Introduction to Methods in Learning Sciences II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Kapur, A. von Bergen</b>
	<i>Course registration targeted primarily at students enrolled in the ETH-EPFL joint doctoral program in the Learning Sciences. Language of performance assessment will be English.</i>				
Kurzbeschreibung	The course aims at equipping students with a suite of advanced quantitative and qualitative tools to support their existing research and develop new lines of inquiry in the Learning Sciences. By providing opportunities to analyze empirical educational data, the course will allow students to develop an appreciation for the breadth of methods that can be employed to improve the process of learning				
Lernziel	The course will be centered around exploring methodological perspectives by focusing on conceptual aspects of datasets and experiments in the Learning Sciences. Face-to-face meetings will be held every fortnight, although students will be expected to work individually on weekly tasks (e.g., performing data analysis, finding patterns in data and linking them to educational theory)				
Inhalt	The course has the following components: a) design based research and mixed methods research, b) qualitative methods, and c) systematic reviews and meta-analysis.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participation in the introductory version of this course (851-0252-14L Introduction to Methods in Learning Sciences) should be helpful, but not necessary. The class will be designed to allow students with strong STEM backgrounds to catch up and fully participate.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>851-0369-00L</b>	<b>Theoretical Foundations of Learning Sciences II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Kapur, R. Davis</b>

Course registration targeted primarily at students enrolled in the ETH-EPFL joint doctoral program in the Learning Sciences.

Kurzbeschreibung	How do people learn and how can we support learning? This course provides an overview of major theoretical perspectives that attempt to describe how learning works, and serves as an introduction to interpreting education as a means of designing learning environments.
Lernziel	Students are expected to become competent in understanding cognitive, embodied, and social perspectives on learning and learning environment design
Inhalt	The field of learning sciences concerns two interrelated questions: How do people learn? How can we support learning? This course provides an overview of major theoretical perspectives that attempt to describe how learning works, and serves as an introduction to interpreting education as a means of designing learning environments. Through assigned readings and discussions, students are expected to become competent in understanding cognitive, embodied, and social perspectives on learning and learning environment design, with a focus on human interaction and authentic practices for learners.

<b>851-0656-00L</b>	<b>Diversity, Equity and Inclusion in International Research</b>	<b>W</b>	<b>0.5 KP</b>	<b>1S</b>	<b>A. Rom</b>
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on the prejudices and privileges we hold as individuals, and in particular their relevance for researchers working internationally. We will reflect on how our thinking and behaviour are shaped by the colonial past of research in the global South. The goal of the workshop is ultimately to make visible and disrupt racist and discriminatory practices in research and teaching.				
Lernziel	Learning goals: - Learn to recognise our prejudices and privileges, and how to take responsibility for them - Learn strategies to identify discrimination and break down attitudes shaped by prejudice - Become empowered to speak on prejudice, privilege and discrimination				
Inhalt	In this workshop, participants will learn key concepts, as well as concrete tools for action. They will be encouraged to reflect on their own experiences, and will be guided in participatory learning in the following areas: - Contextualising diversity, equity, and inclusion issues within an international research and teaching setting - Understanding and reflecting on own privilege and prejudice - Intervention strategies when encountering prejudice and discrimination - Toolbox for working in diverse teams				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Prior to the course, participants are expected to have read and watched the following media:  Adichie, C. N. (2009, July). The danger of a single story [Video]. TED Conferences <a href="https://www.ted.com/talks/chimamanda_ngozi_adichie_the_danger_of_a_single_story/transcript">https://www.ted.com/talks/chimamanda_ngozi_adichie_the_danger_of_a_single_story/transcript</a>  Caminada, S., & Mariani, C. (2021, February 19). Die vertuschte Geschichte der Universität Zürich. SWI swissinfo.ch. <a href="https://www.swissinfo.ch/ger/rassenlehre_die-vertuschte-geschichte-der-universitaet-zuerich/46377732">https://www.swissinfo.ch/ger/rassenlehre_die-vertuschte-geschichte-der-universitaet-zuerich/46377732</a> (also available in French, Portuguese and Chinese. English translation will follow upon confirmation of participation)  Khan T, Abimbola S, Kyobutungi C, et al. How we classify countries and people—and why it matters. BMJ Global Health 2022;7:e009704.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

<b>851-0320-00L</b>	<b>Ipotesi Roma</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>L. Romito</b>
Kurzbeschreibung	Ipotesi Roma: un'eco-mito ontologia per rigenerare, ancora una volta, la Città Mondo pratiche, politiche e poetiche per fuoriuscire dalla Contemporaneità. Cosa possiamo ancora imparare da Roma?				
Lernziel	Il corso ipotizza che Roma possa esprimere un paradigma interpretativo del mondo, una Cosmologia alternativa a quello dominante della Contemporaneità. Il corso investigherà tale ipotesi tessendo la pratica di Stalker che in 30 anni ha realizzato una continua azione cosmogonica tesa a esplorare/narrare/immaginare la realtà di Roma.				
Inhalt	Il corso ipotizza che Roma possa esprimere un paradigma interpretativo del mondo, una Cosmologia alternativa a quello dominante della Contemporaneità. Una cosmologia fondata su tre elementi che hanno miticamente e storicamente permesso a Roma di rigenerarsi attraverso le epoche storiche, garantendole finora l'eternità, nonché l'universalità, ovvero la capacità di estendersi fino quasi a coincidere con il mondo stesso. L'ipotesi è che Roma sia una forma di vita complessa, un eco-mito-sistema sympoietico, con una propria organizzazione emergente capace di evolvere spontaneamente e auto-rigenerarsi nel tempo. Una realtà vivente, assieme mitologica ed ecologica, caratterizzato dalla capacità di includere ogni alterità che altrimenti possa condurla alla fine, di questo consisterebbe la sua eternità, o che possa limitare l'espansione della sua forma urbana all'intero pianeta, di questo consisterebbe invece la sua universalità. Così Roma da sempre si confronta e include: la natura selvatica, il suo alter ego Latium; gli stranieri, ciclicamente convocati per rigenerare la città; e il tempo stesso, concepito come circolare così da rendere origine e fine dei punti di tangenza di un continuum temporale potenzialmente infinito. Tale ipotesi è contraddetta dall'ideologia di dominio umano sull'ambiente, propria della modernità, che ha dominato lo sviluppo urbano negli ultimi 150 anni nel tentativo di realizzare una tesi, quella di Roma Capitale Moderna, il cui compimento rischia di cancellare definitivamente l'ipotesi Roma, Città Mondo. Il conflitto tra l'ipotesi Roma Città Mondo e la tesi Roma Capitale non è ancora diffusamente percepito, ma ha per campi di battaglia proprio il senso e il ruolo che natura selvatica, stranieri e tempo hanno nella trasformazione della città. Il corso investigherà tale ipotesi tessendo la pratica di Stalker che in 30 anni ha realizzato una continua azione cosmogonica tesa a esplorare/narrare/immaginare la realtà di Roma con le tracce del mito che vorrebbe la città eterna e universale. Quella tra Stalker e l'ipotesi Roma è una costruzione reciproca realizzata a partire dall'esplorazione, narrazione e celebrazione degli aspetti più marginali, sottaciuti e opachi della storia contemporanea e delle realtà sociali e ambientali della città. Centro dell'investigazione sono quei margini della città, irriducibili a netti confini, territori del confronto con l'alterità, spazi non pianificati né regolati in cui il confronto spontaneo tra le rovine del passato e le forme di vita che vi trovano rifugio genera ecosistemi altamente bio e socio diversi, insorgenti, "possibili adiacenti" in cui può rigenerarsi un nuovo principio di realtà tra le pieghe di una realtà ormai in esaurimento.				

<b>851-0322-00L</b>	<b>Künstliche Menschen, künstliche Intelligenz und die Frage der Verantwortung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. S. Leuenberger</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung gibt einen Überblick über die naturwissenschaftlichen, religiösen, technischen und philosophischen Debatten zum menschlichen Streben nach Erschaffung künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz. In exemplarischen Lektüren mit anschliessender Diskussion geht sie der Frage nach, welche Aspekte des Themas literarische Texte seit der Antike, bildende Kunst und Film verhandeln.				

Lernziel	Die Studierenden lernen die Debatten kennen, die seit der Antike über den Wunsch des Menschen, künstliche Lebewesen und künstliche Intelligenz zu erschaffen, geführt wurden. Sie arbeiten anhand von literarischen und faktualen Texten sowie Filmsequenzen heraus, welche Narrative dadurch geprägt und welche grundlegenden ethischen und gesellschaftspolitischen Fragen darin aufgeworfen werden.		
Inhalt	Der Wunsch nach Erschaffung künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz beschäftigt die Menschen seit der Antike. Sie verbinden damit kühne Träume, grosse Hoffnungen und schreckliche Befürchtungen. Verhandelt wird das Thema in Naturphilosophie und Alchemie, in naturwissenschaftlichen, religiösen und philosophischen Diskussionen in der Aufklärung und der Romantik und im Rahmen der Auseinandersetzung mit den technischen Errungenschaften des 19. und 20. Jahrhunderts. Am häufigsten wird der menschliche Schöpfertraum in Erzählungen reflektiert: in mythischen und literarischen Texten, im Theater, in der bildenden Kunst und im Film. Hier erscheinen Automaten, Homunculi, männliche und weibliche Golem-Figuren, Roboter, Androiden und mit Künstlicher Intelligenz ausgestattete Elektronenrechner als Figuren einer fiktionalen Welt, oft längst bevor sie in der realen Welt entstehen. Es stellt sich daher die Frage: Welches Themenspektrum wird in den literarischen Texten verhandelt und wie geschieht das? Welche narrativen Muster lassen sich dabei erkennen? Und sind auch die philosophische Essayistik und die medialen Debatten unserer Gegenwart durch diese Narrative geprägt? Ausgangspunkt der Überlegungen zur Erschaffung künstlicher Wesen ist die Tatsache, dass der Mensch sich als defizitär empfindet: Sein Wissen ist begrenzt, und daher sucht er durch Experimente nach Erkenntnisgewinn und Selbstbestätigung. Aufgrund seiner schwachen Konstitution ist er auf Schutz und Unterstützung durch kräftigere Helfer angewiesen. Und er ist gierig und neigt zur Bequemlichkeit, weshalb er seine Arbeit gerne auslagert: an Sklaven und Leibeigene, an ökonomisch Abhängige, die er ausbeutet, und zunehmend auch an stumme Maschinen. Die Fähigkeiten der künstlichen Geschöpfe sind weit grösser als die der Wesen, die der Mensch auf natürliche Weise zeugt. Durch sein Schöpfertum kann er sich nun als über seine eigene Begrenztheit erhoben verstehen, als Gott ähnlich. Doch das Ansinnen, sein zu wollen wie Gott, bezeichnet schon die biblische Paradieserzählung als vermessen, als Hybris. Bereits der Teufel wurde deswegen aus Gottes Kreis verbannt. Und genau so erging es dem Menschen: Er wurde aus dem Paradies gewiesen und weiss um die Gefährlichkeit anmassender Vorhaben. Diese Gefahren werden in zahlreichen Texten ins Zentrum der Debatte gestellt: Was geschieht, wenn der menschliche Schöpfer scheitert und sein Werk von unfassbarer Hässlichkeit ist? Was passiert, wenn die künstlich erzeugten Geschöpfe sich nicht mehr als willfährig erweisen? Wenn sie einen eigenen Willen entwickeln, Vernunft und Denkfähigkeit erkennen lassen – und rebellisch werden? Im Roman "Frankenstein; or The Modern Prometheus", den die damals 19jährige Mary Shelley 1816 verfasste, liest die menschengeschaffene Kreatur nicht zufällig Constantin Volneys Werk "Les Ruines, ou Méditations sur les révolutions des empires", das 1791 in Genf erschienen war. Parallelen zwischen der Revolte des menschengeschaffenen Wesens gegen seinen Erzeuger, der die Verantwortung für sein Geschöpf von sich weist und ihm jedes Glück versagt, und der revolutionären Erhebung der wenig Privilegierten gegen ihre Unterdrücker werden hier deutlich erkennbar gezogen. Wie häufig in diesen Erzählungen, erhält hier also auch das Geschöpf eine Stimme, womit eine Darstellung der Sachlage aus verschiedenen Perspektiven möglich wird.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>851-0017-00L</b>	<b>Deviance: Transgressions and Taboo in the Colonial World, ca. 1800-1940</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>Z. Q. D. Lim</b>
Kurzbeschreibung	This course offers students a historical perspective on how the designation of behaviour, persons or situations as deviant served as an apparatus to enforce social control. Using race, class, and gender as analytical lenses, this seminar focuses on the construction and regulation of deviance in architecture, physical spaces, science, and scientific discourse.				
Lernziel	Students approach the history of colonialism through the lens of deviance in various contexts, especially—though not exclusively—in South, South-east and East Asia, from around 1800 to 1940. Specifically, students are sensitized to the circumstances under which behaviour, persons or situations were constructed as deviant and the ways in which such designation was used to reinforce or challenge colonial hierarchies by different actors. At the same time, students become aware of the connections between construction of deviance in colonial settings and global developments. This course is structured thematically and uses theoretical texts from multiple disciplines, as well as empirical case studies. By the conclusion of the course, students will be able to a) develop new perspectives on the history of colonialism; b) familiarize themselves with the relevant topics and themes examined by recent scholarship; c) understand how norms and deviance were defined in different historical contexts; d) think critically about how norms and deviation are defined in their own disciplines and today's society.				
Inhalt	Offering students a refreshing approach to the social history of colonialism through the lens of deviance, the course critically engages with the discourse surrounding deviance and how deviance at once reaffirmed and challenged colonial hierarchies. To do so, it considers important developments in the history of the modern world, such as the eugenics movement in the late 19th century, global anti-vice and anti-trafficking campaigns, and the medicalization of alcoholism, addiction, and insanity. The course also looks at how scientific discourse had been incorporated into the discussions surrounding what deviance was and how to regulate or 'treat' deviance. The examination of the role of science in shaping deviance and the responses to it intends to foster students' awareness of the historical continuities in today's discussions surrounding deviant behaviour, such as homelessness and drug addiction, and how they are reflected in the built environment.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>851-0551-23L</b>	<b>Master-/Doktoratskolloquium Technikgeschichte (FS 2024)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>D. Gugerli</b>
	<i>Doktoratskolloquien werden unabhängig von der Eintragung im Vorlesungsverzeichnis mit insgesamt 1</i>				

ECTS an das Doktoratsstudium angerechnet.

Kurzbeschreibung	Kolloquium für Studierende, die eine Abschlussarbeit in Technikgeschichte schreiben (Master, Doktorat).
Lernziel	Ziel ist die Identifizierung, Besprechung und Lösung methodischer Fragen, die sich bei der Ausarbeitung einer Dissertation ergeben. Einem möglichst prägnanten Kurzvortrag folgt eine intensive Diskussion der aufgeworfenen Probleme.
<b>851-0157-84L</b>	<b>Gesundheit und Krankheit</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2V</b> <b>M. Hagner</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-BIOL, D-HEST</i>
Kurzbeschreibung	Gesundheit und Krankheit gehören zu den zentralen Bedingungen menschlichen Daseins. Entsprechend haben sich die Vorstellungen und Theorien darüber im Lauf der Geschichte erheblich verändert. In der Vorlesung geht es darum, die wichtigsten Stationen dieses historischen Wandels von der Antike bis in die Gegenwart im transkulturellen Vergleich vorzustellen.
Lernziel	Das Ziel dieser Veranstaltung besteht darin, einen breiten Überblick über Konzepte von Krankheit und Gesundheit in unterschiedlichen historischen Kontexten zu vermitteln.
<b>851-0498-00L</b>	<b>Der Bau: Die globale Geschichte der Gefängnisarchitektur</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2V</b> <b>S. M. Scheuzger</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt die Geschichte der Gefängnisarchitektur in ihren breiteren gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen, wissenschaftlichen, rechtlichen und kulturellen Kontexten. Gefängnisbauten und deren Entwicklungen werden von der frühen Neuzeit bis in die Gegenwart insbesondere in den Zusammenhängen der sich wandelnden Konzepte und Praktiken des Strafes beleuchtet.
Lernziel	Die Studierenden a) kennen zentrale historische Entwicklungen der Gefängnisarchitektur; b) sind in der Lage, diese mit verschiedenen, sich in Raum und Zeit wandelnden Konzepten der strafenden Haft in Verbindung zu setzen; c) können Elemente der Gefängnisarchitektur kritisch hinsichtlich ihrer Ziele und Folgen beurteilen.
Inhalt	Kontinuitäten und Wandel in der Gefängnisarchitektur wird von den verschiedenen Bauformen von Haftanstalten bis zur konkreten technischen Umsetzung der sich entwickelnden Anforderungen an die Überwachung, die Kontrolle der Kommunikation oder die Gewährleistung der physischen und psychischen Gesundheit der Häftlinge in den einzelnen Zellen nachgegangen. Betrachtet werden die Orte des Gefängnisbaus und die intendierten Aussenwirkungen der Architektur ebenso wie die baulichen Massnahmen zur Organisation des Raums des Zusammenlebens unter den Bedingungen der unterschiedlich weitreichenden Separierung der Insassen und Insassinnen und von verschiedenen Häftlingsgruppen mit der Einzelzelle als der zentralen technischen Innovation des modernen Strafvollzugs im Mittelpunkt. Das moderne Strafen im Gefängnis ist stets von den vier Zwecken der Vergeltung, des Schutzes der Gesellschaft durch das sichere Einsperren von Straftätern und -täterinnen, der Abschreckung und der individuellen Besserung der Delinquentinnen und Delinquenten angeleitet gewesen. Im Spannungsfeld dieser unterschiedlich gewichteten Ziele haben die verschiedenen Strafregime ebenso auf architektonischen wie auf technischen Mitteln basiert, die in der Vorlesung in Theorie und Praxis analysiert werden sollen – etwa wenn die Insassen und Insassinnen nicht nur unter permanente Beobachtung gestellt werden, sondern sich zur (Selbst)Disziplinierung auch ständig unter Beobachtung fühlen sollten, wenn die Eingesperrten voneinander isoliert und gleichzeitig arbeiten oder religiös unterwiesen werden sollten, aber auch, wenn die anderen Ziele demjenigen einer maximalen Sicherheit weitestgehend untergeordnet wurden.
<b>862-0004-18L</b>	<b>Forschungskolloquium Philosophie für Masterstudierende und Doktorierende (FS 2024) ■</b> <b>W</b> <b>2 KP</b> <b>1K</b> M. Hampe, N. Mazouz, R. Wagner
Kurzbeschreibung	Es werden laufende Forschungsarbeiten von Doktoranden, Habilitanden und von Kollegen vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus werden vielversprechende philosophische Neuerscheinungen (Aufsätze und Auszüge aus Monographien) studiert werden.
Lernziel	Es sollen Ideen und Argumente zu systematischen Problemen insbesondere in der Erkenntnistheorie, in der Ethik, in der politischen Philosophie und in der Philosophie des Geistes geprüft und weiter entwickelt werden.
<b>862-0078-16L</b>	<b>Research Colloquium. Extra-European History and Global History (FS 2024)</b> <b>W</b> <b>2 KP</b> <b>1K</b> <b>H. Fischer-Tiné, M. Dusinberre</b>
Kurzbeschreibung	The fortnightly colloquium provides a forum for PhD students and postdoctoral researchers to present and discuss their current work. Half of the slots are reserved for presentations by invited external scholars.
Lernziel	PhD students will have an opportunity to improve their presentation skills and obtain an important chance to receive feedback both from peers and more advanced scholars.
Voraussetzungen / Besonderes	The venue changes each semester alternately between UZH and ETH.
<b>862-0088-14L</b>	<b>Forschungskolloquium Wissenschaftsforschung (FS 2024)</b> <b>W</b> <b>2 KP</b> <b>1K</b> <b>M. Hagner, M. Boenig-Liptsin</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kolloquium geht es um die Einführung in die Theorie und Praxis wissenschaftlicher Arbeit.
Lernziel	In diesem Kolloquium geht es um die Einführung in die Theorie und Praxis wissenschaftlicher Arbeit.
Voraussetzungen / Besonderes	Vortragssprache ist Englisch oder Deutsch. Leistungsnachweis: Die Studierenden erhalten 2 KP für einen schriftlichen Kurzbeitrag/Kommentar von ca. 5 Seiten zu einem im Kolloquium verhandelten Themen (nach Wahl).
<b>862-0089-14L</b>	<b>Literaturwissenschaftliches Kolloquium (FS 2024) ■</b> <b>W</b> <b>2 KP</b> <b>1K</b> <b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Das Kolloquium richtet sich an fortgeschrittene und graduierte Studierende. Es bietet zum einen die Möglichkeit, eigene Forschungsprojekte zu präsentieren. Zum zweiten werden gemeinsam aktuelle theoretische, systematische und methodologische Problemkomplexe diskutiert.
Lernziel	Das Kolloquium richtet sich an fortgeschrittene und graduierte Studierende. Es bietet zum einen die Möglichkeit, eigene Forschungsprojekte zu präsentieren. Zum zweiten werden gemeinsam aktuelle theoretische, systematische und methodologische Problemkomplexe diskutiert.
<b>851-0317-00L</b>	<b>Universalwissen. Theorie der Enzyklopädie zwischen Literatur und Philosophie</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2S</b> <b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Die Form der Enzyklopädie ist in der Geschichte des Wissens ebenso prägend wie wandelbar. Sie beruht auf dem Anspruch, sämtliche Gegenstände des Wissens zu erfassen und diese möglichst übersichtlich als Totalität darzustellen. Dabei greift der philosophische Anspruch auf ästhetische und poetologische Darstellungsverfahren zurück, die die enzyklopädische Totalität wesentlich mit erzeugen.
Lernziel	1) Überblick über die Geschichte und Theorie der Enzyklopädie bis in die Gegenwart; 2) Theoretisches Verständnis unterschiedlicher Modelle von Enzyklopädie bzw. enzyklopädischer Darstellungsweisen; 3) Verständnis ästhetischer und poetologischer Aspekte der Enzyklopädie; 4) Rolle enzyklopädischer Modelle in Theorie und Geschichte der Literatur.
Inhalt	Die Form der Enzyklopädie ist in der Geschichte des Wissens ebenso prägend wie wandelbar. Sie beruht auf dem Anspruch, sämtliche Gegenstände des Wissens zu erfassen und diese möglichst übersichtlich als Totalität darzustellen. Dieser Anspruch wird nicht nur medial, sondern auch ästhetisch und poetologisch umgesetzt. Seit der Antike und dem Mittelalter konkurrieren unterschiedliche Modelle, erst recht in der Neuzeit, wo die Vorlesung hauptsächlich ansetzt: topische Ordnungssysteme wurden zunächst durch rationale, dann durch kontingente Formen der Wissensorganisation abgelöst. So hatte im 18. und 19. Jahrhundert das alphabetische Wörterbuch seine grosse Karriere. Die letzte grosse, wesentlich medientechnische Transformation der Enzyklopädie erfolgte im digitalen Zeitalter mit dem Internet und den entsprechenden Enzyklopädien wie der Wikipedia. Der sich dergestalt vielfach wandelnde philosophische Anspruch greift auf eine Vielzahl von ästhetischen Darstellungsformen zurück, die je die enzyklopädische Totalität erzeugen. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Geschichte und Theorie der Enzyklopädie und legt dabei ein besonderes Augenmerk auf diese Vielfalt der Formen. Diese werden nicht zuletzt auch in spezifischen literarischen Gattungen und Texten umgesetzt, insbesondere dem Roman.

<b>851-0321-00L</b>	<b>Franz Kafka und das Wissen der Moderne</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Kafkas Texte gelten als rätselhaft, vieldeutig, ja undeutbar. Wir wollen sie in der Vorlesung neu verstehen, indem wir sie als Dialoge mit den grossen wissenschaftlichen, politischen, ökonomischen und kulturellen Diskursen seiner Zeit lesen. Marxismus, Psychoanalyse, Zionismus, Spiritismus - das ganze Wissen der Moderne verhandeln diese so reichhaltigen Texte.				
Lernziel	1) Kenntnis von Kafkas Texten; 2) Kenntnis des historischen, kulturellen und politischen Kontextes von Kafkas Schreiben; 3) Einsicht in Kafkas Schreibverfahren; 4) Einsicht in den Wissenscharakter von Kafkas Texten.				
Inhalt	Die Texte Franz Kafkas (der genau vor hundert Jahren verstorben ist) gelten vielen als rätselhaft, vieldeutig, ja undeutbar. Wir wollen sie in der Vorlesung neu verstehen, indem wir sie als Dialoge mit den grossen wissenschaftlichen, politischen, ökonomischen, kulturellen und literarischen Diskursen seiner Zeit lesen. Marxismus, Psychoanalyse, Zionismus, Spiritismus etc. - das ganze Wissen der Moderne verhandeln diese Texte. Ihre Vieldeutigkeit kommt, so die These, von dieser besonderen Reichhaltigkeit. Kafkas Texte sind damit gleichsam Seismographen seiner Epoche. Das verlangt auch zu fragen, auf welche besondere Weise diese Texte das leisten können. Eine Antwort besteht darin, dass Kafka liest, indem er schreibt, also Lesen und Schreiben verschränkt und auf diese Weise das Wissen der Moderne in seine Texte hineinholt.				
<b>851-0538-00L</b>	<b>Achtung Aufnahme! Technikhistorische Erkundungen zum Tonstudio</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Gugerli, M. C. Ziegler</b>
Kurzbeschreibung	Im Tonstudio entsteht der Sound, der bleiben wird. Hier wird mit Musik experimentiert, werden Karrieren gesichert und zerstört, interagieren Töne, Technik und Talente. Das Tonstudio verbindet musikalische Kreativität mit kommerzieller Produktion, ist ein Interface zwischen Instrumenten und Tonträgern, von Glenn Gould bis Abba, von Detroit bis Hannover, vom Synthesizer bis zum Sinfonieorchester.				
Lernziel	Die Studierenden lernen, unterschiedliche Quellen (Berichte, Tonaufzeichnungen und Videodokumentationen) kritisch zu bewerten und zu deuten.				
Skript	Das Material wird zu Beginn des Semesters auf Moodle bereitgestellt. Die Teilnahme an den Sitzungen ist erforderlich. Es findet eine benotete Semesterleistung statt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>851-0252-60L</b>	<b>Informal Learning Spaces ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Emo Nax, C. Hölscher</b>
Kurzbeschreibung	The course tackles the topic of informal learning spaces: what they are, their relevance historically, and their current role in shaping students' learning behaviour. It has a strong behavioural component: students will collect behavioural data on a learning space to evaluate how it is used. Students will then propose a way to improve the space. The course is open to architect and non architects.				
Lernziel	To critically reflect on how the design of a learning space impacts the student learning experience. To engage with ideas and methods from several different disciplines: spatial cognition, architecture, and learning sciences. To propose a redesign of spaces that are typically used as they are. To be able to communicate the value of such a redesign to students from different disciplines.				
Inhalt	What makes a good learning space? How does this differ for students from different disciplines? This interdisciplinary seminar addresses the design of learning spaces by combining methods from architecture and psychology.  Students are taught formal methods of behavioural observation so that they can observe and analyse how their intervention is used by others (students, faculty, visitors) over time. By collecting behavioural data on how their intervention is used, students will be able to assess the impact of their design on other users. The seminar encourages students to critically reflect on what elements are necessary for designing the learning spaces of the future.				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b> <i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				



**Inhalt** The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.

1. Introduction
  - history of measurement and analytics in sports
  - laws of the game: equipment, space, time, actors
  - data: match, event, tracking; sources, availability, uses
2. Outcomes
  - competitions: tournaments, leagues
  - ranking teams: coefficients, latent strengths
  - predicting results: odds, statistics
3. Individual Actions
  - running: heatmaps, trajectories, pitch control
  - passing: networks, line breaking, crosses
  - shooting: expected goals, expected points
4. Match Phases
  - set pieces: penalties, free kicks, etc.
  - game cycle: states, principles, expected threat
5. Collective Behavior
  - formations: positions, shapes
  - lineups: composition, contributions
6. Environment
  - recruitment: player profiles, transfer market, agents
  - governance: clubs, leagues, associations, confederations
  - engagement: attendance, merchandise, social media

In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.

**Literatur** This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering. Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.

- \* Chris Anderson & David Sally (2011). *The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong*. Penguin Books
- \* Christoph Biermann (2019). *Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution*. Bonnier Books
- \* Tobias Escher (2020). *Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert*. Rowohlt
- \* Simon Kuper & Stefan Szymanski (2009). *Soccernomics*. Nation Books
- \* Timo Jankowski (2015). *Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team*. Meyer & Meyer
- \* David Sumpter (2016). *Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game*. Bloomsbury
- \* Tifo-The Athletic (2022). *How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch*. Particular Books
- \* James Tippett (2019). *The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football*. Independently Published
- \* Jonathan Wilson (2008). *Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics*. Orion

**Voraussetzungen / Besonderes** Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

851-0270-00L	Learning from and with Robots	W	2 KP	2S	E. Cross, R. Moffat
	<i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
<b>Lernziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li> <li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li> <li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li> </ul>				

Inhalt As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.

The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.

<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b> <i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera (diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				

<b>862-0120-00L</b>	<b>Hegel: Phänomenologie des Geistes</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A.-A. E. Särkelä</b>
Kurzbeschreibung	Hegels Phänomenologie des Geistes (1807), ein Versuch, aus menschlicher Erfahrung das Verhältnis von Subjekt und Objekt systematisch zu erschliessen, prägte erkenntnistheoretische, ethische und geschichtsphilosophische Ideen nachhaltig.				
Lernziel	Der Lektürekreis ermöglicht den Studierenden, in freiem Austausch eine Deutung des Werkes zu erarbeiten.				

### ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>851-0178-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students ■</b> <i>This course is interdisciplinary and open for all. Please check whether your department or doctoral school offers this course. If so, we suggest that you enrol there.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Bobst, G. Achermann</b>
	<i>The second part (face-to-face workshop) will be offered on three separate dates for a maximum of 24 students per session. You only need to attend one group session (one date only!). Please register in myStudies for one group session only.</i>				
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.				
Inhalt	This course introduces doctoral students to ethical issues that may occur during their research activities. After an introduction to ethics and good scientific practice, participants are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making (e-learning module on Moodle). In the second, face-to-face part, participants will have the opportunity to critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a discipline specific context.				
Voraussetzungen / Besonderes	The first part is a self-paced e-learning module. The second part provides an interactive learning environment face-to-face. For doctoral students only				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>851-0047-00L</b>	<b>Ethics, Science and Scientific Integrity for D-GESS PhD ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>N. Mazouz</b>
Kurzbeschreibung	In this course, doctoral students are sensibilized to ethical issues in the sciences. After a general introduction to ethics as well as to ethics in the sciences, selected topics of scientific integrity will be dealt with in an exemplary way. Thirdly, discipline-specific problems of ethics are addressed in group work.				
Lernziel	Doctoral students receive an overview of philosophical ethics as well as of ethics in the sciences and humanities. They are supported in identifying, analyzing and dealing with ethical problems in their own scientific research. Furthermore, they can reflect on their professional role as scientific researchers.				
Inhalt	In this course, doctoral students are sensibilized to ethical issues in the sciences. First, a general introduction to ethics as well as to ethics in the sciences will be given in a lecture and discussion format. Second, selected topics of scientific integrity will be dealt with in an exemplary way in a mixed format, consisting of lectures and discussions as well as workshops. Thirdly, specific problems of ethics and scientific integrity in certain disciplines will be addresses in group work in a workshop format.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	

#### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.

**900-0151-DRL** **Summer School II (1-3 days)** **W** **1 KP** **2K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.

**900-0152-DRL** **Summer School III (1-3 days)** **W** **1 KP** **2K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.

**900-0153-DRL** **Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)** **W** **2 KP** **4K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0154-DRL** **Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)** **W** **2 KP** **4K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0155-DRL** **Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)** **W** **2 KP** **4K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.  
Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

**900-0156-DRL** **Summer School I (1 week)** **W** **2 KP** **4K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.  
Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.

**900-0157-DRL** **Summer School II (1 week)** **W** **2 KP** **4K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.  
Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.

**900-0158-DRL** **Summer School III (1 week)** **W** **2 KP** **4K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung  
Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.  
Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.

**900-0159-DRL** **Summer School I (1 week, with Poster or Talk)** **W** **3 KP** **6K** Dozent/innen  
Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

#### Doktorat Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Gesundheitswissenschaften und Technologie

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

### ►► Gesundheitswissenschaften und Technologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0638-00L	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	W	1 KP	2S	R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.				
	Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.				
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.				
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
376-0302-01L	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	W	1 KP	1G	G. Senti, C. Fila, R. Grossmann
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				
Lernziel	Students will get familiar with: - Key Ethics documents - (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA) - Sequence of research projects and project-involved parties - Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol) - Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH) - Roles and responsibilities of project-involved parties				
	Students will learn how to: - Classify research projects according the risk-based approach of the HRA - Write a study protocol - Inform participating patients/study subjects - Obtain consent by participating patients/study subjects - Classify, document and report Adverse Events - Handle projects with biological material from humans and/or health-related personal data				

Inhalt	<p>Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)</p> <p>Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention</p>				
<b>376-0304-00L</b>	<b>Colloquium in Translational Science (Spring Semester)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	A. Alimonti, V. Falk, J. Goldhahn, K. Maniura, R. M. Rossi, S. Schürle-Finke, G. Shivashankar, E. Vayena, V. Vogel, F. von Meyenn, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Current topics in translational medicine presented by speakers from academia and industry.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and problems of translational medicine.				
Inhalt	Timely and concise presentations of postgraduate students, post-docs, senior scientists, professors, as well as external guests from both academics and industry will present topics of their interest related to translational medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but student should have basic knowledge about biomedical research.				
<b>376-0306-00L</b>	<b>ETHeart Joint Scientific Colloquium (Spring Semester) W</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	V. Falk, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	The ETHeart Joint Scientific Colloquium resides at the intersection of cardiovascular medicine with biologics, bio-materials, devices, sensors, robotics, and data science. The aim of the course is to provide a basic understanding of the cardiovascular disease and underlying (patho-) physiology as well as current therapeutic challenges and novel engineering solutions.				
Lernziel	<p>Join this course if you want to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Get Engineering – Cardiovascular Medical Cross-training</li> <li>• Get Basic knowledge of cardiovascular physiology and pathology</li> <li>• Understand the current challenges from the medical perspective</li> <li>• Join the Community of cardiovascular research enthusiasts at ETH</li> <li>• Practice your Discussion and Presentation Delivery Skills</li> </ul>				
Inhalt	<p>The course will include presentations on Zurich Heart and ETHeart projects, as well as lectures on chosen topics in cardiovascular medicine and research given by leading international clinical scientists, many of whom are coming from the German Heart Center of Charité Berlin.</p> <p>This highly interactive, on-line course encourages participants to actively contribute, ask questions, and provide feedback during the lectures, presentations, and discussions. The course is open and welcomes students from all backgrounds as the field of cardiovascular medicine and therapy development is multidisciplinary in nature.</p> <p>Timely and didactically structured presentations and lectures on chosen topics of cardiovascular medicine and research will be given by medical doctors, translational scientists and students in the field. Each presentation is followed by in depth discussion.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course does not require any specific prerequisites, but it would be beneficial for students to have a foundational knowledge of the cardiovascular system, physiology and biomedical research. Additionally, as a requirement of the course, each participant will be expected to present their own scientific work or topic of interest (10-minute presentation) during one of the four sessions and provide a written essay (600 words) at the end of the course.				
<b>376-1347-00L</b>	<b>Bioinformatic Approaches to Regulatory Genomics and Epigenomics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>P.-L. Germain</b>
Kurzbeschreibung	Epigenomics offers a genome-wide perspective on how changes in chromatin regulate gene expression and cellular phenotype. This course introduces the underlying biological notions through a hands-on exploration of such data, providing an introduction to (R-based) tools necessary to explore, visualize and interpret it.				
Lernziel	The objective of the course is two-fold:				
	1) to enable students, if not to be wholly independent with respect to NGS chromatin data analysis, at least to be able to autonomously explore, visualize and interpret such data;				
	2) to understand and critically appraise, from a genomics perspective and through hands-on data exploration, the key concepts underlying chromatin regulation of transcription and its impact on various biological phenomena.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the Bioconductor ecosystem for genomic data analysis, with a focus on flexible and re-usable tools (e.g. standard data structures and visualization techniques)</li> <li>- How to find and re-use data from the literature</li> <li>- Basic analysis pipelines for ATAC-seq, ChIP-seq, and related assays, with a focus on data manipulation, exploration and visualization, motif analysis, etc. (Single-cell ATAC-seq is presented but not included in the practicals)</li> <li>- Introduction to regulatory genomics, with critical discussions of some of its conceptual issues: types of functional elements, the histone code, sequence recognition and binding specificity, transcription factor (TF) activation and binding, DNA accessibility, topological domains and chromatin loops, etc.</li> <li>- Importance of chromatin regulation in differentiation and neurological conditions</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Good familiarity with R; some basic bioinformatics knowledge is beneficial but not required. Students bring their own computer to run the analyses (in case of old computers, please contact the teachers to evaluate the need for an alternative solution).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>376-1974-00L</b>	<b>Colloquium in Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>B. Helgason, B. de Wildt, S. J. Ferguson, J. Kimenai,</b>



Kurzbeschreibung	Current topics in biomechanics presented by speakers from academia and industry.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and problems of biomechanics.				
<b>376-1792-00L</b>	<b>Introductory Course in Neuroscience II (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. Knecht</b> , Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: SPV0Y020</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Lernziel	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für Doktorierende des Zentrums für Neurowissenschaften Zürich.				

<b>376-1986-00L</b>	<b>Bayesian Data Analysis and Models of Behavior (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: DOEC0829</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Making sense of the data acquired via experiments is fundamental in many fields of sciences. This course is designed for students/researchers who want to gain practical experience with data analysis based on Bayesian inference. Coursework involves practical demonstrations and discussion of solutions for data analysis problems. No advanced knowledge of statistics and probability is required.				
Lernziel	The overall goal of this course is that the students are able to develop both analytic and problem-solving skills that will serve to draw reasonable inferences from observations. The first objective is to make the participants familiar with the conceptual framework of Bayesian data analysis. The second goal is to introduce the ideas of modern Bayesian data analysis, including techniques such as Markov chain Monte Carlo (MCMC) techniques, alongside the introduction of programming tools that facilitate the creation of any Bayesian inference model. Throughout the course, this will involve practical demonstrations with example datasets, homework, and discussions that should convince the participants of this course that it is possible to make inference and understand the data acquired from the experiments that they usually obtain in their own research (starting from simple linear regressions all the way up to more complex models with hierarchical structures and dependencies). After working through this course, the participants should be able to build their own inference models in order to interpret meaningfully their own data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The very basics (or at least intuition) of programming in either Matlab or R				

## ►► Lebensmittelwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-0005-00L</b>	<b>Colloquium in Food and Nutrition Science</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	<b>S. J. Sturla</b>
Kurzbeschreibung	Participation in weekly seminars on a variety of topics including Food Microbiology, Food Toxicology, Food Biochemistry, Food Processing, Consumer Behavior, Food Technology, and Food Materials and Technology, and oral presentation of a selected published study in one of these areas inspired by participation in the seminars.				
Lernziel	The objectives are to become familiar with and stimulate interest in leading-edge science related to the research topics of the Institute of Food, Nutrition and Health. Participants attend weekly seminars given by external and internal speakers, and are also required to deliver a presentation on a recent research article inspired by a topic from the semester presentations.				

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>851-0373-00L</b>	<b>Learning to Teach ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2U</b>	<b>M. Lehner</b> , B. Volk, Noch nicht bekannt
	<i>This programme is designed for ETH Doctoral Teaching Assistants with current teaching responsibilities.</i>				
Kurzbeschreibung	This course imparts a variety of teaching skills which will help Doctoral Teaching Assistants with their teaching tasks.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basics of student learning processes</li> <li>- Active student engagement</li> <li>- Assessing students' progress</li> </ul>				
Inhalt	Three live sessions: Kick-Off (mandatory, online): 1 March 2024, 11:30-13:00.  Consolidation Workshop (mandatory, in person - on site): Friday, 19th of April, one workshop in the morning 9:15-12:00 or workshop in the afternoon from 13:15-16:00. For those participants who cannot attend in person on the 16th of April: We offer an online alternative on the 17th of April from 09:15-12:00. You need to register for one of the workshops in Moodle (during the semester).  You will work in groups and by your own.				
Voraussetzungen / Besonderes	This programme is designed for ETH Doctoral Teaching Assistants with current teaching responsibilities (exercises, excursions, supervision of practicals, lectures, etc.) or those who will assume teaching tasks in the semester following the programme. No previous teacher training is required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.  
Lernziel Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.

389-6000-00L	Academic Writing and Publishing in Molecular Biology	Dr	2 KP	1G	A. Harms
Kurzbeschreibung	The ability to write effective research papers, conference abstracts, and grant or fellowship applications is crucial for successful academic careers. This course therefore systematically teaches the structural, strategic, and practical aspects of academic writing with a focus on the field of molecular biology.				
Lernziel	The course provides participants with fundamental knowledge to navigate academia and the academic publishing system in molecular biology. A major focus is set on understanding + applying structural, strategic, and practical aspects of academic writing: <ul style="list-style-type: none"> <li>• academic publishing (journals, formats, impact factor, peer review, social media)</li> <li>• effective narratives that target the right audience</li> <li>• function and composition of the different parts of research papers and abstracts</li> <li>• basics of grant + fellowship applications and their specific features</li> <li>• design and composition of effective scientific illustrations</li> </ul>				
Inhalt	The course is composed of weekly lectures that are occasionally complemented by face-to-face discussions with special guests such as professional editors of leading scientific journals. Besides these meetings, the course is based on weekly homework that consolidates the learning success with exercises oriented at the participants' individual research interests.				
Skript	Slides of the lecturer's presentations will be shared with participants.				
Literatur	Literature recommendations will be given in the first session and throughout the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	The seminar is taught weekly as a single session of approximately 60 minutes (from 10:15 to 11:15).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

364-1169-00L	Evaluating Social Impact with Field Experiments	Dr	3 KP	2G	A. Beerli
Kurzbeschreibung	How can we evaluate whether a new policy, program, or service changes individuals' behavior and makes a difference in their lives? How can we measure its social, economic, etc. impact? This course introduces the fundamentals of field experimental methods for social scientists. We will cover all important ingredients to design, conduct, and learn from randomized controlled field experiments.				
Lernziel	The main objective of the course is to empower students to run their own experiments in the field.				
	After the course students will				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. be able to identify opportunities to run experiments, assess their feasibility, and learn which questions need to be sorted out with field partners right at the beginning</li> <li>2. understand different experimental designs and their strengths and weaknesses</li> <li>3. understand the ethical challenges inherent to field experiments and whether and how they can be addressed</li> <li>4. know how to combine register data and surveys to measure outcomes</li> <li>5. know how to prevent or handle key implementation issues, such as non-compliance, spillovers between treatment and control group, attrition or non-response</li> </ol>				
Inhalt	This course is designed for PhD students in social sciences (such as economics, political science, psychology, etc.) or other fields working with human subjects who would like to run their own experiments in the field. A background in basic econometrics and probability theory is required, knowledge in causal inference is helpful.				
	In contrast to working with observational data and quasi-experimental methods, running field experiments allows researchers to have larger control over the data generating process. This requires, however, to think about ways to address the most important challenges before the experiment is conducted. Knowing these key aspects of designing field experiments, measuring outcomes and collecting data, and potential implementation issues that could arise, will allow students to assess quickly whether an experiment is feasible or not and how challenges to the validity of the experiment can be addressed in collaboration with field partners.				
	In the course we will cover all important aspects to successfully design and conduct randomized controlled experiments (or randomized controlled trials, RCTs) in the field. The first part of the course focuses on the set up of field experiments: different designs and sample size, ethics considerations, transparency and open science best practices, survey design and organizing data collection. The second part covers implementation issues: one-sided and two-sided non-compliance, attrition or non-response, and spillovers between treatment and control group.				
	The course grade is based on a presentation and a written research proposal of an original idea for a field experiment.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society ■</b> <i>Open to all Master level / PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleigh</b>
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	<p>Explain relevant concepts in ethics.</p> <p>Evaluate the ethical dimensions of new technology uses.</p> <p>Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible.</p> <p>Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts.</p> <p>Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice</p> <p>Work in a more ethically reflective way</p>				
Inhalt	<p>The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.</p> <p>The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.</p> <p>A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

#### Doktorat Gesundheitswissenschaften und Technologie - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0638-00L	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.  To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.  On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
151-0906-00L	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b> <i>This course is only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students give a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>252-0945-18L</b>	<b>Doctoral Seminar Machine Learning (FS24)</b> <i>Only for Computer Science Ph.D. students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>T. Hofmann</b> , V. Boeva, J. M. Buhmann, R. Cotterell, N. He, G. Rätsch, M. Sachan, J. Vogt, F. Yang
	<i>This doctoral seminar is intended for PhD students affiliated with the Institute for Machine Learning. Other PhD students who work on machine learning projects or related topics need approval by at least one of the organizers to register for the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	An essential aspect of any research project is dissemination of the findings arising from the study. Here we focus on oral communication, which includes: appropriate selection of material, preparation of the visual aids (slides and/or posters), and presentation skills.				
Lernziel	The seminar participants should learn how to prepare and deliver scientific talks as well as to deal with technical questions. Participants are also expected to actively contribute to discussions during presentations by others, thus learning and practicing critical thinking skills.				
Inhalt	Following the successful format of the previous semester, we will conduct 3 mini-workshop style sessions of about 2-3 hours in duration. Scheduling is TBD.				
Voraussetzungen / Besonderes	This doctoral seminar of the Machine Learning Laboratory of ETH is intended for PhD students who work on a machine learning project, i.e., for the PhD students of the ML lab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>252-4202-00L</b>	<b>Seminar in Theoretical Computer Science</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Steger</b> , B. Gärtner, M. Hoffmann, J. Lengler, D. Steurer, B. Sudakov
Kurzbeschreibung	Presentation of recent publications in theoretical computer science, including results by diploma, masters and doctoral candidates.				
Lernziel	To get an overview of current research in the areas covered by the involved research groups. To present results from the literature.				
Voraussetzungen / Besonderes	This seminar takes place as part of the joint research seminar of several theory groups. Intended participation is for students with excellent performance only. Formal restriction is: prior successful participation in a master level seminar in theoretical computer science.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>263-2100-00L</b>	<b>Research Topics in Software Engineering</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>Z. Su</b> , <b>M. Vechev</b> , R. Jung
Kurzbeschreibung	This seminar is an opportunity to become familiar with current research in software engineering and more generally with the methods and challenges of scientific research.				
Lernziel	Each student will be asked to study some papers from the recent software engineering literature and review them. This is an exercise in critical review and analysis. Active participation is required (a presentation of a paper as well as participation in discussions).				
Inhalt	The aim of this seminar is to introduce students to recent research results in the area of programming languages and software engineering. To accomplish that, students will study and present research papers in the area as well as participate in paper discussions. The papers will span topics in both theory and practice, including papers on program verification, program analysis, testing, programming language design, and development tools.				
Literatur	The publications to be presented will be announced on the seminar home page at least one week before the first session.				
Voraussetzungen / Besonderes	Papers will be distributed during the first lecture.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
Soziale Kompetenzen		Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>263-4203-00L</b>	<b>Geometry: Combinatorics and Algorithms</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Gärtner, M. Hoffmann, P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	This seminar complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent.				
Lernziel	Each student is expected to read, understand, and elaborate on a selected research paper. To this end, (s)he should give a 45-min. presentation about the paper. The process includes				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* getting an overview of the related literature;</li> <li>* understanding and working out the background/motivation: why and where are the questions addressed relevant?</li> <li>* understanding the contents of the paper in all details;</li> <li>* selecting parts suitable for the presentation;</li> <li>* presenting the selected parts in such a way that an audience with some basic background in geometry and graph theory can easily understand and appreciate it.</li> </ul>				
Inhalt	This seminar is held once a year and complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent. The seminar is a good preparation for a master, diploma, or semester thesis in the area.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: Successful participation in the course "Geometry: Combinatorics & Algorithms" (takes place every HS) is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>263-5051-00L</b>	<b>AI Center Projects in Machine Learning Research</b> <i>Last cancellation/deregistration date for this ungraded semester performance: Friday, 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>A. Ilic, E. Bamas, N. Davoudi, D. M. A. Duroux, F. Engelmann, S. Gashi, B. Moseley, X. Shen, F. Shi, X. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course will give students an overview of selected topics in advanced machine learning that are currently subjects of active research. The course concludes with a final project.				
Lernziel	The overall objective is to give students a concrete idea of what working in contemporary machine learning research is like and inform them about current research performed at ETH.				
	In this course, students will be able to get an overview of current research topics in different specialized areas. In the final project, students will be able to build experience in practical aspects of machine learning research, including research literature, aspects of implementation, and reproducibility challenges.				

Inhalt	<p>The course will be structured as sections taught by different postdocs specialized in the relevant fields. Each section will showcase an advanced research topic in machine learning, first introducing it and motivating it in the context of current technological or scientific advancement, then providing practical applications that students can experiment with, ideally to reproduce a known result in the specific field.</p> <p>A tentative list of topics for this year</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scientific machine learning</li> <li>- physics-informed neural networks</li> <li>- theoretical computer science</li> <li>- animal-like behavior in robots</li> <li>- representation learning for health</li> <li>- natural language processing</li> <li>- 3D computer vision</li> <li>- visual text analytics</li> <li>- human-centered AI.</li> </ul> <p>The last weeks of the course will be reserved for the implementation of the final project. The students will be assigned group projects in one of the presented areas, based on their preferences. The outcomes will be made into a scientific poster and students will be asked to present the projects to the other groups in a joint poster session.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have basic knowledge about machine learning and statistics (e.g. Introduction to Machine Learning course or equivalent) and programming.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement		gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert
<b>263-5055-00L</b>	<b>Talent Kick: From Student to Entrepreneur</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>
Kurzbeschreibung	<b>V. Gropengiesser, A. Ilic</b>			
Lernziel	<p>The transfer of the latest research results into scalable start-ups creates the prerequisite for successful innovations. An entrepreneurial spirit and mindset enables young leaders to navigate complex environments and bring their research into practice. Studies are the best time to develop an entrepreneurial mindset and explore the entrepreneurial career path.</p> <p>This seminar helps aspiring student/research entrepreneurs to gain hands-on entrepreneurial experience on the path from research into practice. The examples and cases will be primarily from software, AI, and other deep-tech ventures.</p> <p>The seminar was created with the support of ETH AI Center and University of St. Gallen and received competitive funding from the ETH Board, Fondation Botnar, Gebert Rüt Foundation, as well as support from the ETH Foundation.</p>			

Inhalt	<p>After attending this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Explain the importance and tools to form successful interdisciplinary teams</li> <li>● Structure customer calls and sales pitchdecks</li> <li>● Build their first prototypes and MVPs</li> <li>● Find the right markets and customers to bring your research into practice</li> <li>● Deal with complexity in bringing innovative / novel products into market</li> <li>● Develop customer-centric business strategy</li> <li>● Convince first supporters incl. Entrepreneurial mentors, first investors etc.</li> </ul> <p>Content &amp; Timeplan</p> <p>The course is practically oriented and features guest speakers from leading start-ups. The course embraces a unique perspective combining technology and investor thinking. The seminar is structured around six days with the following themes.</p> <p>06.03.2024 (half day afternoon)          What makes a good entrepreneur (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)          Learn how to develop an entrepreneurial mindset, starting with your skillset, your purpose, your vision, your passion.</p> <p>27.03.2024 (half day afternoon)          What makes a good team (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)          Learn how to find and work successfully in a diverse team with similar values and different skillsets and personality types, creating a basis for communication and mutual respect.</p> <p>04.04.2024 (5-6:30pm)          The Idea does not matter (1.5 hrs key notes &amp; Q&amp;A)          Learn how successful startups found the best opportunities based customer contact and their skillset and research.</p> <p>17.04.2023 (half day afternoon)          Problem Deep-Dive (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)          Learn how to finding problems that matter with a customer-centric approach.</p> <p>15.05.2024 (half day afternoon)          Validation (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)          Learn how to continuously test your assumptions and measure your success with objective indicators that matter.</p> <p>29.05.2024 (5-6:30pm)          Problem exploration &amp; system thinking (1.5 hrs key notes &amp; guided group work)          Problem solving is complex: Learn how to continuously measure, reflect and adapt to ensure your desired impact.</p> <p>27.06.2024 (5-6:30pm)          Market Opportunity Navigator part 1 (1.5 hrs key notes &amp; Q&amp;A)          Learn how to find the right market to bring your research into practice and build a successful company</p> <p>03.07.2024 (half day afternoon)          Convincing supporters (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)          Learn how to convincing diverse supporters to join your journey with a diverse team and a convincing strategy.</p> <p>09.07.2024 (5-6:30pm)          Market Opportunity Navigator part 2 (1.5 hrs key notes &amp; Q&amp;A)          Learn how to find the right market to bring your research into practice and build a successful company</p> <p>24.07.2024 (half day afternoon)          Scaling (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)          Learn whats next and how to move forward with a great idea and a strong team.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course is practically oriented and features guest speakers from leading start-ups. The course embraces a unique perspective combining technology and investor thinking.          The seminar is structured around ten days.</p>

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
Inhalt	<p>By the end of the course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul> <p>Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.</p>				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				
Literatur	<p>Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I &amp; II, Dimitris Bertsekas</p> <p>Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto.</p> <p>Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári.</p> <p>Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>264-5812-00L</b>	<b>Doctoral and Research Writing in Computer Science A Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>D. Camorani</b>
	<i>Only for D-INFK doctoral students.</i>			
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs unterstützt Doktoranden in der Informatik dabei, die nötigen Fähigkeiten zu erwerben, um ihre ersten eigenständigen Publikationen zu erstellen.			
Lernziel	Writing for Publication in Computer Science is a short course (5 x 4-lesson workshops) designed to help doctoral students develop the skills needed to write their first research articles. The course deals with topics such as: - understanding the needs of different target readerships, - managing the writing process efficiently, - structuring texts effectively, - producing logical flow in sentences and paragraphs, - editing texts before submission, and - revising texts in response to colleagues' feedback and reviewers' comments.			
Inhalt	Participants will be expected to produce a number of short texts (e.g., draft of a conference abstract) as homework assignments; they will receive individual feedback on these texts during the course. Wherever feasible, elements of participants' future conference/journal articles can be developed as assignments within the course, so it is likely to be particularly useful for those who have i) their data and are about to begin the writing process, or ii) an MSc thesis they would like to convert for publication.			

<b>264-5813-00L</b>	<b>Doctoral and Research Writing in Computer Science B Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>D. Camorani</b>
	<i>Only for D-INFK doctoral students.</i>			
Kurzbeschreibung	This short course is designed to help junior researchers in Computer Science develop the skills needed to write their first research articles.			
Lernziel	Writing for Publication in Computer Science is a short course (5 x 4-lesson workshops) designed to help doctoral students develop the skills needed to write their first research articles. The course deals with topics such as: - understanding the needs of different target readerships, - managing the writing process efficiently, - structuring texts effectively, - producing logical flow in sentences and paragraphs, - editing texts before submission, and - revising texts in response to colleagues' feedback and reviewers' comments.			
Inhalt	Participants will be expected to produce a number of short texts (e.g., draft of a conference abstract) as homework assignments; they will receive individual feedback on these texts during the course. Wherever feasible, elements of participants' future conference/journal articles can be developed as assignments within the course, so it is likely to be particularly useful for those who have i) their data and are about to begin the writing process, or ii) an MSc thesis they would like to convert for publication.			

<b>264-5800-23L</b>	<b>Doctoral Seminar in Visual Computing (FS24)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>D. B. Baráth, M. Gross, M. Pollefeys, B. Solenthaler, O. Sorkine Hornung, S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	In this doctoral seminar, current research at the Institute for Visual Computing will be presented and discussed. The goal is to learn about current research projects at our institute, to strengthen our expertise in the field, to provide a platform where research challenges can be discussed. This graduate seminar provides doctoral students in computer science a chance to read and discuss current research papers.				
Lernziel	In this doctoral seminar, current research at the Institute for Visual Computing will be presented and discussed. The goal is to learn about current research projects at our institute, to strengthen our expertise in the field, to provide a platform where research challenges can be discussed, and also to practice scientific presentations.				
Inhalt	Current research at the IVC will be presented and discussed.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires solid knowledge in the area of Computer Graphics and Computer Vision as well as state-of-the-art research.				

### ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>					
<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>					
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				

<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society</b> ■ <i>Open to all Master level / PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleigh</b>
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	<p>Explain relevant concepts in ethics.</p> <p>Evaluate the ethical dimensions of new technology uses.</p> <p>Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible.</p> <p>Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts.</p> <p>Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice</p> <p>Work in a more ethically reflective way</p>				

Inhalt	<p>The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.</p> <p>The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.</p> <p>A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>851-0178-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students ■ W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Bobst, G. Achermann</b>
	<p><i>This course is interdisciplinary and open for all. Please check whether your department or doctoral school offers this course. If so, we suggest that you enrol there.</i></p> <p><i>The second part (face-to-face workshop) will be offered on three separate dates for a maximum of 24 students per session. You only need to attend one group session (one date only!). Please register in myStudies for one group session only.</i></p>			
Kurzbeschreibung	<p>This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.</p>			
Lernziel	<p>Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.</p>			
Inhalt	<p>This course introduces doctoral students to ethical issues that may occur during their research activities. After an introduction to ethics and good scientific practice, participants are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making (e-learning module on Moodle). In the second, face-to-face part, participants will have the opportunity to critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a discipline specific context.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The first part is a self-paced e-learning module. The second part provides an interactive learning environment face-to-face. For doctoral students only</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft geprüft	

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<p><i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.</p>				
Lernziel	<p>Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.</p>				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<p><i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.</p>				
Lernziel	<p>Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.</p>				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<p><i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer</i></p>				



	<i>and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> Only for doctoral students.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

#### Doktorat Informatik - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Informationstechnologie und Elektrotechnik

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

A minimum of 12 ECTS credit points must be obtained during doctoral studies (also see other categories for details)

The courses on offer below are but a small selection out of a much larger available number of courses. Please discuss your course selection with your PhD supervisor.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra.            Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.</p> <p>Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).</p>				
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>This course is only for doctoral students.</i>				
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities;</li> <li>(2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills;</li> <li>(3) participants gain experience of different presentation styles;</li> <li>(4) to create a network amongst the energy research doctoral student community.</li> <li>(5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.</li> </ol>				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emoras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	The following topics will be addressed: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to quantum transport modeling</li> <li>- Bandstructure representation and effective mass approximation</li> <li>- Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation</li> <li>- Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation</li> <li>- Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations</li> <li>- Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors</li> <li>- Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor</li> <li>- Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...)</li> <li>- Multi-band transport models</li> </ul>				

Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
Kritisches Denken		geprüft			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft			
<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b> <i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.				
Inhalt	Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.				
	Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.				
	During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.				
Skript	This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.				
	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.				
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
Kreatives Denken		geprüft			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			
<b>227-0418-00L</b>	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials.				
Skript	Lecture Notes (english)				
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
	n/a				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				

Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hidden-Markov models</li> <li>- factor graphs and message passing algorithms</li> <li>- linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares</li> <li>- Gibbs sampling, particle filter</li> <li>- recursive local polynomial fitting for signal analysis</li> <li>- parameter learning by expectation maximization</li> <li>- linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps</li> <li>- binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications</li> </ul>				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Learning Theory <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Framework of Learning</li> <li>(b) Hypothesis Spaces and Target Functions</li> <li>(c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces</li> <li>(d) Bias-Variance Tradeoff</li> <li>(e) Estimation of Sample and Approximation Error</li> </ul> </li> <li>2. Classification <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Binary Classifier</li> <li>(b) Support Vector Machines (separable case)</li> <li>(c) Support Vector Machines (nonseparable case)</li> <li>(d) Kernel Trick</li> </ul> </li> <li>3. Lossy and Lossless Compression <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Basics of Compression</li> <li>(b) Compressed Sensing for General Sets and Measures</li> <li>(c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures</li> </ul> </li> </ol>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction</li> <li>2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension</li> </ol>				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	<p>Mathematics of Information</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems</li> <li>2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso</li> <li>3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma</li> </ol> <p>Mathematics of Learning</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes</li> <li>5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination</li> </ol>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.</p> <p>We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.</p> <p>H. Bölcskei and A. Bandeira</p>				
<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				

Lernziel	<p>This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.</p> <p>The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.</p>
Inhalt	<p>PART I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INTRODUCTION -</li> <li>Chapter 1: Introduction to THz Physics</li> <li>Chapter 2: Components of THz Technology</li> </ul> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chapter 3: THz Generation</li> <li>Chapter 4: THz Detection</li> <li>Chapter 5: THz Manipulation</li> </ul> <p>- APPLICATIONS -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication</li> <li>Chapter 7: THz Non-destructive Testing</li> <li>Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</li> </ul> <p>PART 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PROJECT WORK -</li> <li>Short project work related to the topics covered in the lecture.</li> <li>Short presentation of the learnings from the project work.</li> <li>Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</li> </ul>
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009</li> <li>- Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required.</p> <p>Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.</p>

<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
Skript	Available.				
Literatur	<p>Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.</p> <p>Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267</p> <p>Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6</p> <p>Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8</p> <p>Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2</p> <p>Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1</p> <p>Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>227-0559-00L</b>	<b>Seminar in Deep Neural Networks</b> <i>Number of participants limited to 25.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar participating students present and discuss recent research papers in the area of deep neural networks.				
Lernziel	We aim at giving the students an in depth view on the current advances in the area by discussing recent papers as well as discussing current issues and difficulties surrounding deep neural networks. The students will learn to read, evaluate and challenge research papers, prepare coherent scientific presentations and lead a discussion on their topic.				
Inhalt	The seminar will cover a range of research directions, with a focus on Graph Neural Networks, Algorithmic Learning, Reinforcement Learning and Natural Language Processing. It will be structured in blocks with each focus area being briefly introduced before presenting and discussing recent research papers. Papers will be allocated to the students based on their preferences.				
	For more information see <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .				
Skript	Slides of presentations will be made available.				
Literatur	The paper selection can be found on <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	It is expected that students have prior knowledge and interest in machine and deep learning, for instance by having attended appropriate courses.				
<b>227-0559-10L</b>	<b>Seminar in Sustainable Networking</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Vanbever, R. Jacob</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, students review, present, and discuss recent research papers on computer networks, with a focus on sustainable networking.				
Lernziel	By the end of the seminar, students will be able to				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Read efficiently and assess critically scientific papers;</li> <li>2. Discuss technical topics with an audience of peers;</li> <li>3. Discuss the challenges of sustainable computing and networking.</li> </ol>				
Inhalt	**The seminar will only start on the semester week 2 (Thurs. 29.02)**				
	The seminar will start with one introductory session. From the third week, participating students will start reviewing, presenting, and discussing research papers. Two papers will be discussed every two weeks. Each student must choose a paper from a given list, prepare and give a (short) presentation on the paper's topic, and lead the follow-up discussion. In addition, all students submit one (short) review for the two papers presented every week in class.				
	Students will be evaluated based on their reviews, their presentation, and their leadership of and participation in the paper discussions.				
	The exact course content varies over time. For details, refers to the course website: <a href="https://seminar-net.ethz.ch/">https://seminar-net.ethz.ch/</a>				
Literatur	The paper selection will be made available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Communication Networks (227-0120-00L) or equivalents.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)				
	Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).				
	Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				

Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)				
	Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).				
	Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				
<b>227-0690-11L</b>	<b>Large-Scale Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Mühlebach</b>
Kurzbeschreibung	Convex optimization has revolutionized modern decision making and underpins many scientific and engineering disciplines. To enable its use in modern large-scale applications, we require new analytical methods that address limitations of existing solutions. This course is intended to provide a comprehensive overview of convex analysis and numerical methods for large-scale optimization.				
Lernziel	Students should be able to apply the fundamental results in convex analysis and numerical methods to analyze and solve large-scale convex optimization problems.				
Inhalt	Convex analysis and methods for large-scale optimization. Topics will include: convex sets and functions ; duality theory ; optimality and infeasibility conditions ; structured optimization problems ; gradient-based methods ; operator splitting methods ; distributed and decentralized optimization ; applications in various research areas.				
Skript	Available on the course Moodle platform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and analysis.				
<b>227-0690-12L</b>	<b>Advanced Topics in Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising</b>
Kurzbeschreibung	Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.				
Lernziel	By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.				
Inhalt	Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.				
Skript	A complete set of lecture notes and slides will be provided.				
Literatur	The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors: <a href="http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/">http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.				
<b>227-0690-13L</b>	<b>Robust Control and Convex Optimisation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Smith</b>
Kurzbeschreibung	Robust control theory addresses the problem of analysing and designing feedback systems that achieve performance objectives in the presence of uncertainty in the dynamics of the system. Convex optimisation forms the basis of the computational tools needed to solve these problems. The course covers the theory, computation, and practical applic. of these methods to a variety of uncertain systems.				
Lernziel	To introduce students to the basic concepts in robust control and provide them sufficiently familiarity with the computational tools required to design robust controllers with verifiable characteristics in a variety of engineering system domains.				
Inhalt	An optimization based approach to robust control theory and applications. Topics will include: H-infinity and H-2 control design; structured-singular value analysis and synthesis; model reduction; convex optimization; semi-definite programming; and interior-point methods.				
Voraussetzungen / Besonderes	Control systems (227-0216-00L), Linear system theory (227-0225-00L), or equivalents, as well as sufficient mathematical maturity.				
<b>227-0928-00L</b>	<b>Distinguished Lecture Series in Control</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>F. Dörfler</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces students to advanced scientific methods system theory, automatic control and optimization. The seminar is primarily delivered by an external distinguished speaker and its contents will be tailored towards doctoral and research-interested students. The detailed coverage varies every semester.				
Lernziel	The intent is to introduce students to advanced scientific methods in the areas of system theory, automatic control, and optimization. The seminar is jointly by Prof. F. Dörfler, it will be primarily delivered by an external distinguished speaker, and its contents will be tailored towards doctoral and research-interested students. The detailed coverage varies from semester to semester. During the Spring Semester 2021 the seminar will concentrate on robust and adaptive output regulation of multivariable and hybrid systems, and it will be delivered by Prof. Alberto Isidori and Prof. Lorenzo Marconi.				
Inhalt	In spring 2021 the seminar will concentrate on robust and adaptive output regulation of multivariable and hybrid systems.				
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>227-0974-00L</b>	<b>TNU Colloquium ■</b>	<b>W</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>K. Stephan</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This colloquium discusses research topics in Translational Neuromodeling (the development of mathematical models for diagnostics of brain diseases) and Computational Psychiatry/Psychosomatics (the application of these models to concrete clinical questions). The range of topics is broad, incl. computational techniques, experimental paradigms (fMRI, EEG, behaviour), and clinical questions.				
Lernziel	see above				



<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.				
	High-level: – sensing modalities for interactive systems – "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations) – health monitoring (basic cardiovascular physiology) – affective computing (emotions, mood, personality)				
	Lower-level: – sampling and filtering, time and frequency domains – cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation – event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods – sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic				
Inhalt	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.  The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.				
Skript	Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.		
	Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.		
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.		
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
	By the end of the course, students will be able to				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul>				
Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		

### ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.

Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ

Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext

<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.

<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
---------------------	---	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------

Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>227-0810-00L</b>	<b>Seminar: Critical Thinking</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Kirchschräger, A. C. Notz</b>
Kurzbeschreibung	Critical thinking is one of the unique characteristics of humans. In this interdisciplinary seminar, we aim to explore the spheres and dimensions of critical thinking from the perspectives of art and ethics.				
Lernziel	In this seminar on "Critical Thinking", we aim to equip students with the essential skills needed to thrive in a dynamic, confusing and ever-changing field. We strive for exploring the fundamental principles of critical thinking and its application within the realm of research and technology.				

Inhalt	<p>Through the increasing complexity of everyday reality, humans are – based on their moral capability – challenged to find insights into norms that are adequate to reality, and to consider in a more differentiated and better manner. In today's rapidly evolving technological innovation and development, the ability to think critically is paramount.</p> <p>In situations and cases where the sensitivity of humans for the rule-transcending uniqueness of the concrete come into play, ethics embraces critical thinking. This ethics beyond principles and norms accounts for the truth that in a concrete encounter with concrete persons in a concrete situation rules reach their limit, because the concrete in its uniqueness outranks the rule. Ethical and legal norms and their validity are of course not questioned. They are re-confirmed by this striving for justice. At the same time, ethics – by taking into account the rule-transcending uniqueness of the concrete – ensures that the ethical and legal norms serve humans and not vice-versa. This rule-transcending uniqueness of the concrete requires, however, ethically critical and constructive thinking by humans.</p> <p>in this seminar, we will delve into various aspects of critical thinking, including, artistic and ethical questioning, historical and social contextualization, thinking out of the box, logical deduction, holistic research and creative problem formulation. We will also look at different contemporary theoretical and philosophical discourses that provide alternative perspectives.</p> <p>By enhancing critical thinking skills, we will be better prepared to contribute to technological advancements and excel in their future careers in a sustainable way, taking different major planet developments into consideration (global change, climate crisis, future of work, society, et al.)</p>		
Skript	Peter G. Kirchsclaeger (2023). Ethical Decision-Making. Baden-Baden: Nomos-Verlag.		
Literatur	Simon Blackburn (2021). Ethics: A Very Short Introduction, Oxford: Oxford University Press.		
	<p>Immanuel Kant: What is Enlightenment?  David Graeber: Anarchy – in a manner of Speaking (excerpts)  Plato: The Allegory of the Cave  Donna Haraway: A Cyborg Manifesto, 1991  Legacy Russell: Glitch Feminism - A Manifesto, 2020  Thomas Nagel: Right and Wrong  Kate Crawford: Atlas of AI: Chapter Six: State, 2021  P. G. Kirchsclaeger: AI and the Complexity of Ethics, 2020  Ben Vickers and K Allado-McDowell: Atlas of an Anomalous AI, 2023</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>227-0812-00L</b>	<b>Ethics and AI: The Film</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Kirchscläger, A. C. Notz</b>
Kurzbeschreibung	In this collaborative seminar for ZHdK and ETH Students, we aim to bring together the creative vision and the technical expertise of both of Film and Information Technology and Electrical Engineering students to collaboratively craft a plot for a short film that explores the intricate ethical questions posed by the use of AI technologies.				
Lernziel	The aim of this seminar is to guide students through a structured process, from initial concept development to scriptwriting, ensuring that the film not only captivates its audience but also fosters deeper reflections on the ethical dimensions of AI. The students will be encouraged to use AI tools (LLM's, text to image programs, et al) for script writing and mood boards.				
Skript	Peter G. Kirchsclaeger (2023). Ethical Decision-Making. Baden-Baden: Nomos-Verlag.				
Literatur	Simon Blackburn (2021). Ethics: A Very Short Introduction, Oxford: Oxford University Press.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>227-1102-00L</b>	<b>Writing for Publication in Computer Engineering ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3A</b>	<b>K. E. Schwendimann</b>
Kurzbeschreibung	This short course is designed to help junior researchers in Computer Engineering develop the skills needed to write their first research articles.				

Inhalt Writing for Publication in Computer Engineering is a short course (5 x 4-lesson workshops) designed to help doctoral students develop the skills needed to write their first research articles. The course deals with topics such as:

- understanding the needs of different target readerships,
- managing the writing process efficiently,
- structuring texts effectively,
- producing logical flow in sentences and paragraphs,
- editing texts before submission, and
- revising texts in response to colleagues' feedback and reviewers' comments.

## ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0150-DRL	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0151-DRL	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0152-DRL	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0153-DRL	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0154-DRL	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0155-DRL	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0156-DRL	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
900-0157-DRL	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				

Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

#### Doktorat Informationstechnologie und Elektrotechnik - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Doktorat Management, Technologie und Ökonomie

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

### ►► Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>364-1172-00L</b>	<b>Controlled imagination in Management Research</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>O. Maghazei</b>
Kurzbeschreibung	Science has long recognized the importance of "imagination" and many of the greatest advances in science have proceeded from virtually no data, or highly insufficient data. Theorizing process in management scholarship has been also described an act of disciplined imagination. This course discusses the role of "controlled imagination" as a legitimate approach in conducting management research.				
Lernziel	Students will learn about a very important, yet often overlooked, aspect of scientific inquires: controlled imagination. In fact, imagination is ever-present in the management research process when searching for the essence of a phenomenon, components, structures, and patterns that cannot be revealed by ordinary observation as well as laws of interaction and logical structures. Although management scholarship is rich in imagination, this aspect of the research process is often minimized in favor of detailing the more "scientific" notion of control (i.e., the degree of precision in what is being studied) in descriptions of the various methods used to investigate a phenomenon.				
Inhalt	<p>Learning objectives</p> <p>After completing this course, students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand about the role and importance of using imagination in scientific discoveries</li> <li>2. explain the role of imagination in management research</li> <li>3. assess methodological approaches that foster controlled imagination</li> <li>4. distinguish between different types of controlled imagination approaches</li> <li>5. apply structured approaches to "unfreeze" concepts and encourage scientific creativity</li> </ol> <p>This course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) provides a brief summary of the long history of using imagination in science,</li> <li>b) unpacks the role of controlled imagination in management research, and</li> <li>c) introduces methodological approaches that can foster imagination in a controlled way in the whole process of studying a phenomenon under research to enhance management scholarship.</li> </ol> <p>Structure</p> <p>This course is designed into two days. Each day includes a morning (09:00 to 12:00) and an evening session (13:30 to 15:00).</p> <p>In the first day, a background/history of using imagination in the science will be introduced. Then basic concepts of scientific discoveries and the role of controlled imagination in the management research, in particular in the theorizing process, will be discussed. In the second day, we will further discuss and provide case examples of using imagination in a controlled fashion throughout the theorizing process.</p>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cornelissen, J.P., Durand, R., 2014. Moving forward: Developing theoretical contributions in management studies. <i>Journal of Management Studies</i> 51, 995-1022.</li> <li>• Fehige, Y., Stuart, M.T., 2014. On the origins of the philosophy of thought experiments: The forerun. <i>Perspectives on Science</i> 22, 179-220.</li> <li>• Kilduff, M., Mehra, A., Dunn, M.B., 2011. From blue sky research to problem solving: A philosophy of science theory of new knowledge production. <i>Academy of Management Review</i> 36, 297-317</li> <li>• Phillips, N., 1995. Telling organizational tales: On the role of narrative fiction in the study of organizations. <i>Organization Studies</i> 16, 625-649</li> <li>• Sanders, P., 1982. Phenomenology: A new way of viewing organizational research. <i>Academy of Management Review</i> 7, 353-360.</li> <li>• Weick, K.E., 1989. Theory construction as disciplined imagination. <i>Academy of Management Review</i> 14, 516-531.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>364-1020-06L</b>	<b>Methods in Management Research: Experimental Research</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of experimental research methods. The most important steps in conducting an experiment (e.g., research design, operationalization, data analyses) will be discussed.				
Lernziel	Students will learn how to design their own experiment and will become aware of the most important factors that need to be considered when planning and executing experimental research. Specifically, we will discuss how to formulate research questions and hypotheses, how to operationalize the relevant concepts, how to construe the experimental design, how to control potential confounding variables, how to determine the sample size, and how to carry out the experiment. As part of the course, students will design their own experiment and present it in class. Moreover, students will be given a scientific article that includes experimental research and will be asked to discuss the strong and weak points of the experimental design in class. This exercise will train students' critical thinking about scientific evidence.				
Literatur	<p>This course focuses primarily on laboratory and online research; however, many aspects can be applied to field experiments as well.</p> <p>Suggested method books (good reference books)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Research Methods in Psychology: Investigating human behavior. (2nd edition) P. G. Nestor, &amp; R. K. Schutt (Eds.), SAGE</li> <li>-Research Methods in Psychology (4th edition) G. M. Breakwell, J. A., Smith, &amp; D. B. Wright (Eds.), SAGE</li> </ul> <p>About data analyses:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Data Analysis: A Model Comparison Approach to Regression, ANOVA, and Beyond (3e) by Charles M. Judd, Gary H. McClelland, and Carey S. Ryan. Published by Routledge, 2017.</li> <li>-Discovering Statistics Using SPSS (Introducing Statistical Methods S.) (2nd Edition) A. Field., SAGE</li> </ul>				
<b>364-1131-00L</b>	<b>Methods in Management Research: Quantitative Research - Multilevel and Structural Equation Modelling</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>If you have already successfully completed "364-1020-04L Methods in Management Research: Quantitative Research - Multilevel Analysis" and / or "364-1020-05L Methods in Management Research: Quantitative</i>				

*Research - Structural Equation Modelling", then you will not be permitted to attend this course.*

Kurzbeschreibung	Multilevel modelling and structural equation modelling are two regression-based methods of data analysis that are increasingly used in applied fields of Management and Organizational Behaviour. The course provides basic knowledge about both methods (e.g., design, analysis, reporting) and explains more advanced models (e.g., moderation, mediation, longitudinal).		
Lernziel	After this course, students will be able to: - design a multilevel model and a structural equations model, - calculate a multilevel model and a structural equations model, - interpret model results, - report model results, - assess models reported in existing research.		
Inhalt	The course provides skills and knowledge for the design and analysis of multilevel models and structural equation models (SEM). Multilevel analysis is required for data collected in clustered samples for which sampling decisions were taken in several steps (e.g. first choosing firms, then employees in firms). Structural equation modeling (SEM) is a technique to build models and test causal relationships including latent variables, several outcome variables and intervening variables.  The course teaches basic skills and advanced models for both methods. This allows students to compare both methods and their use and to choose the appropriate method for their own research. The basic knowledge in multilevel modelling covers: building the statistical multilevel model, calculating a multilevel model in R or SPSS, reporting of results and required sample size. The basic knowledge in SEM include: model identification and model fit, measurement model and structural model, calculating a SEM in R or Mplus and reporting of results.  Advanced topics for both methods refer to moderation (i.e., interaction effects), mediation (i.e., intervening variables) and longitudinal analysis with three or more measurement waves. Comparing options provided by the different methods allows us to understand strengths and weaknesses of both methods in relation to research goals.  Students work on six assignments during and one after the course. In two assignments, students find sample papers from their field of research applying each method. Two assignments consist of an analysis with each method. Two assignments refers to designing a model for each method within the student's own field of research. The final assignment requires students to report an analysis for presentation in a scientific paper. Students can use their own data for the assignments requiring data analysis.		
Kompetenzen	Basic knowledge in regression analysis is necessary for following the course. The course uses R or SPSS for multilevel modelling and R or Mplus for SEM.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>364-0406-00L</b>	<b>Publishing in Management, Technology and Innovation ■</b> <i>Limited number of participants. Only 8 places are available for doctoral students from ETH (D-MTEC).</i>  <i>Registration: Students need to register via the email of the teaching assistant namely: Cyrille Grumbach (cgrumbach@ethz.ch) The registration will be organized on the first come first served basis.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>G. von Krogh</b>
Kurzbeschreibung	The seminar aims to improve the competence of doctoral students and post docs in the area of management, technology and innovation to publish their work in leading academic journals.				
Lernziel	The seminar addresses the following questions: How to set up research for academic journals? How to structure an academic paper for publication in selected journals? How to adress editorial boards? How to cope with editorial recommendations? How to set up a publication strategy? Target journals to be analysed are leading journals in the area of strategy, management, technology and innovation. Besides the journal analysis we will discuss selected papers in management and innovation research. This seminar will be conducted as a cooperation between EPFL, ETHZ and University of St. Gallen. Language is English.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place once a year in collaboration with University of St. Gallen, EPFL Lausanne, and ETH Zurich. This year's course will be held at University of St. Gallen in May 2024.  Only 8 places are available for doctoral students from ETH, which are assigned on a first-come, first-served basis. You need to sign up by email to the teaching assistant (Cyrille Grumbach: cgrumbach@ethz.ch) to be registered for the course.				
<b>364-1052-00L</b>	<b>PhD Seminar in Quantitative Marketing Research ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1S</b>	<b>F. von Wangenheim,</b>

Kurzbeschreibung	The seminar is open to PhD students in Quantitative Marketing. Students are invited to present "work in progress". Work to be presented should be in a state that allows for submission to an international peer-reviewed journal in the not too distant future. This seminar is a collaboration between ETH and UZH and marketing groups from both sides will participate.
Lernziel	The learning goal of the course is to reflect on and improve participants' research skills through presentation and discussion of research in progress projects. To be prepared for the seminar, students need to read up on central topics in the related literature. These references are listed in the forthcoming syllabus. Students are invited to present "work in progress".
Inhalt	The seminar is open to PhD students in Quantitative Marketing. To be prepared for the seminar, students need to read up on central topics in the related literature. These references are handed out in the beginning of the seminar. Students are invited to present "work in progress". Work to be presented should be in a state that allows for submission to an international peer-reviewed journal in the not too distant future. This seminar is a collaboration between ETH and UZH and marketing groups from both sides will participate. To be prepared for the seminar, students need to read up on central topics in the related literature. These references are listed in the forthcoming syllabus. Students are invited to present "work in progress".

<b>364-1154-00L</b>	<b>Technological Innovations and Sustainability Transitions</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Intro to sustainability transitions: fundamental socio-technical changes in sectors such as energy or transport with the intention to improve sustainability. We discuss past and contemporary transition examples (e.g. net-zero energy transition), key concepts & frameworks and challenges for research and policy making. The course targets PhD students but is open for master students as well.				
Lernziel	The course provides a better understanding of innovation, transition and sustainability challenges. After completing this course, students will - understand the particularities and complexities of selected empirical examples of sustainability transitions, - be familiar with key concepts and frameworks of research in sustainability transitions and innovation studies, - know the relevant literature on transition studies and adjacent fields (corporate sustainability, policy analysis) and - be able to apply the new knowledge, e.g. to design a research project in the field.				
Inhalt	Societies are confronted with major sustainability challenges such as climate change, resource depletion, water pollution, or loss of biodiversity. To address these challenges, we need fundamental changes in how we produce and consume things. We need to transform business models, industries, technologies, policies, lifestyles and habits. Sustainability transitions is a new and rapidly growing field of research addressing major socio-technical changes, typically at the sectoral level. Sustainability transitions research seeks to analyze and understand the multi-dimensional nature of innovation and decline, and to provide tools for researchers and decision makers to navigate transitions. Widely known cases include the ongoing energy transition (with renewables replacing fossil and nuclear fuels) or the transition toward electric mobility. Also in other sectors, more sustainable niches are emerging (non-meat alternatives, bioplastic, responsible finance etc.)  In the course, we will familiarize ourselves with key concepts and topics including 'classic' innovation theory, innovation systems, incumbent organizations vs newcomers, the multi-level perspective, politics of transitions and sustainability transition policies. We will read, present and discuss peer-reviewed literature and we will develop and discuss ideas for potential research projects.  Format: The course will consist of 2*90min sessions on Monday afternoons. There is a combination of preparatory reading, presentations by faculty and students, short papers, and discussions. Attendance is required in all sessions.  Pls reserve Mondays, 2-5pm. Some Mondays might be free, some meetings will be shorter (also depending on enrolment).  Dates: Feb 20, 27, March 13, 20, 27, April 3, 24, May 8, 15, 22.				
Kompetenzen	Make sure you don't miss the first session on February 20. This is when we will discuss and allocate student assignments.	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
			Verfahren und Technologien	gefördert	
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
			Problemlösung	gefördert	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
			Kreatives Denken	gefördert	
			Kritisches Denken	gefördert	
			Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
			Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

## ►► Ökonomie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>364-1045-00L</b>	<b>Advances in Public Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Köthenbürger</b>
Kurzbeschreibung	In the doctoral course, we will discuss recent advances in public economics. After a review of basic concepts in public economics, we go through recent papers on taxation, social security and fiscal federalism. Students will be asked to present a paper and to critically comment on it (as if they would referee the paper). The paper presentation will take place at the end of the semester.				
Lernziel	After the course participants will have a solid understanding of the current state of research in the selected fields in public economics and, starting from there, will be able to develop their own research ideas.				
<b>364-0576-00L</b>	<b>Advanced Sustainability Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Komarov, A. Minabutdinov</b>
	<i>PhD course, open for MSc students</i>				
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.  Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksei Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>364-0531-00L</b>	<b>CER-ETH Research Seminar</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Gersbach</b> , A. Bommier, Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Forschungsseminar des Center of Economic Research CER-ETH				
Lernziel	Verständnis der aktuell führenden Forschung in der ökonomischen Theorie, insbesondere aus dem Bereich der CER-ETH Forschung.				
Inhalt	Referate zu aktuellen Forschungsergebnissen aus den Bereichen der CER-ETH Forschung von in- und ausländischen Gastreferierenden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Bitte spezielle Ankündigungen beachten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>364-0559-02L</b>	<b>Design of Institutions and Political Economy</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Institutions and in particular political institutions are a central determinant of economic performance. In this course, we learn the characteristics of collective decision making and political processes as well as the theoretical tools in institutional design. At the end of the course we will discuss recent research in political economics, design of institutions and policy.				
Lernziel	In this doctoral course, we learn the theoretical tools and major results in collective decision theory and political economics. We will use this knowledge to discuss recent research in political economics. The course enables the participants to do their own research in political economics or apply the frameworks to interesting institutional design problems in their own research area.				
Inhalt	Part I: Theoretical Tools and Important Results (lectures) 1. Collective Decision Making and Impossibility Results 2. Voting Models 3. Lobbying 4. Creating Institutions: A Mechanism Design Perspective 5. Dynamic Political Economy  Part II: Recent Research in Political Economics (presentations)				
Voraussetzungen / Besonderes	In the first part, the theory is presented in lectures. In the second part, each participant will present a paper of her/his interest from the syllabus (provided in the first class meeting) and has to write a referee report (of max. 3 pages) on it.				
<b>364-0556-00L</b>	<b>Doctoral Workshop: Astute Modelling ■</b> <i>Prerequisite: Students are expected to attend the course 364-0559-02L "Design of Institutions and Political Economy", before registering for this workshop.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>H. Gersbach</b>
Kurzbeschreibung	In this workshop, we present ongoing research at MIP and discuss the criteria and guidelines for smart modelling of social and economic situations.				
Lernziel	We will learn how to present our own research and improve our modelling skills.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>364-1133-00L</b>	<b>Empirical Methods for Macroeconomic Research</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	
Kurzbeschreibung	This course helps PhD students to write a research paper by applying methods used in Bayesian times series econometrics to their field of research. Students will employ and extend the toolkit acquired in "363-1161-00L Time Series Econometrics and Macroeconomic Forecasting".				
Lernziel	Students will deepen their knowledge and methodological skills in Bayesian time series econometrics. They will also practice finding, presenting and writing up a research idea.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course 363-1161-00L Time Series Econometrics and Macroeconomic Forecasting				
<b>364-1189-00L</b>	<b>Environmental Macroeconomics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Barrage</b>
Kurzbeschreibung	Both environmental change and policies affect the macroeconomy through growth, public finances, trade, and financial stability. This class seeks to enable students to start doing research in environmental macroeconomics. After this class students should be comfortable working with basic environment-macro models both theoretically and quantitatively and should know key frontiers in the literature.				

Lernziel	After taking this course, students should:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Have a broad sense of both the history and current frontiers in the environment-macro literature.</li> <li>- Have a basic understanding of some of the key models and methods used at the current frontiers.</li> <li>- Be able to numerically run and extend benchmark climate-macroeconomic models (DICE, GHKT).</li> <li>- Be able to derive theoretical results pertaining to optimal climate policy in simple extensions of GHKT.</li> <li>- Have developed a viable research proposal in the field (with feedback).</li> </ul>		
Inhalt	<p>This course is designed for Ph.D. students with an interest in environmental issues and a graduate-level background in macroeconomics. The goal of the course is to help students transition from being consumers to producers of the literature, that is, to set them up to start doing original research in environmental macroeconomics. To this end, the course begins with an overview of the history of the field and proceeds to review a combination of both foundational and current frontier papers in different areas of the literature, such as fiscal policy models, DSGE models with uncertainty, endogenous growth models, endogenous technical change models, multi-sector models, multi-region models, models with migration, models with unemployment, monetary policy models, etc. The precise set of topics covered will be adjusted based on student interest once the course begins. While the instructor will prepare and present lecture slides, students are expected to read papers assigned each week, and class discussion is strongly encouraged. To move students from passive understanding to active research, students will be asked to (i) complete an exercise requiring both a theoretical and computational extension of a seminal climate-economic model, (ii) give a presentation on a chosen paper at the frontier, (iii) develop a detailed research proposal in the field. The research proposal development will include a presentation to the class for feedback. Assessment of students' performance is based on the combination of the exercise (25%), their paper presentation (35%), and research proposal (40%). The course materials include lecture slides (posted each week) and readings (also posted on the course website).</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>364-1169-00L</b>	<b>Evaluating Social Impact with Field Experiments</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Beerli</b>
Kurzbeschreibung	How can we evaluate whether a new policy, program, or service changes individuals' behavior and makes a difference in their lives? How can we measure its social, economic, etc. impact? This course introduces the fundamentals of field experimental methods for social scientists. We will cover all important ingredients to design, conduct, and learn from randomized controlled field experiments.				
Lernziel	<p>The main objective of the course is to empower students to run their own experiments in the field.</p> <p>After the course students will</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. be able to identify opportunities to run experiments, assess their feasibility, and learn which questions need to be sorted out with field partners right at the beginning</li> <li>2. understand different experimental designs and their strengths and weaknesses</li> <li>3. understand the ethical challenges inherent to field experiments and whether and how they can be addressed</li> <li>4. know how to combine register data and surveys to measure outcomes</li> <li>5. know how to prevent or handle key implementation issues, such as non-compliance, spillovers between treatment and control group, attrition or non-response</li> </ol>				
Inhalt	<p>This course is designed for PhD students in social sciences (such as economics, political science, psychology, etc.) or other fields working with human subjects who would like to run their own experiments in the field. A background in basic econometrics and probability theory is required, knowledge in causal inference is helpful.</p> <p>In contrast to working with observational data and quasi-experimental methods, running field experiments allows researchers to have larger control over the data generating process. This requires, however, to think about ways to address the most important challenges before the experiment is conducted. Knowing these key aspects of designing field experiments, measuring outcomes and collecting data, and potential implementation issues that could arise, will allow students to assess quickly whether an experiment is feasible or not and how challenges to the validity of the experiment can be addressed in collaboration with field partners.</p> <p>In the course we will cover all important aspects to successfully design and conduct randomized controlled experiments (or randomized controlled trials, RCTs) in the field. The first part of the course focuses on the set up of field experiments: different designs and sample size, ethics considerations, transparency and open science best practices, survey design and organizing data collection. The second part covers implementation issues: one-sided and two-sided non-compliance, attrition or non-response, and spillovers between treatment and control group.</p>				
Kompetenzen	The course grade is based on a presentation and a written research proposal of an original idea for a field experiment.	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Verhandlung	gefördert geprüft gefördert gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	

<b>364-1026-00L</b>	<b>Identification and Causal Inference</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p>Most policy relevant research questions in the social sciences face the same challenge: How can we identify a causal impact of one variable on another when we cannot use a controlled experiment? This course will teach program evaluation methods for causal analysis based on non-experimental (i.e. observational) data, derive the underlying theory and discuss recent applications.</p>				

Lernziel	The main objective of this course is to make PhD students familiar with program evaluation methods such as Difference-in-Differences/Event Study estimations, Instrumental Variables Estimators, Regression Discontinuity designs and Matching Methods. The course will cover the underlying theory, illustrate the connection to classical regression analysis, show how these different methods relate to each other and how they differ in terms of the required identifying assumptions as well as data needs. Recent research papers will be discussed to illustrate their use. The course has an applied focus. The goal is to place students in the position to have a broad toolkit of quasi-experimental methods and to apply these methods in their empirical research.				
Skript	We will provide printed slides at the beginning of each lecture.				
Literatur	Lecture notes will be provided and course will also draw on recent research papers. No specific textbook is required.				
<b>364-1015-00L</b>	<b>KOF-ETH-UZH International Economic Policy Seminar W (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Egger, J.-E. Sturm</b>
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student. UZH Module Code: 03SMDOEC1051</i>				
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	In this seminar series, which is held jointly with Prof. Dr. Woitek and Prof. Dr. Hoffman from the University of Zurich, distinguished international researchers present their current research related to international economic policy. The participating doctoral students are expected to attend the presentations (bi-weekly). Moreover, a critical review has to be prepared for 1 of the papers presented				
Lernziel	On the one hand, participating students are exposed to research at the frontier of international economic policy research. On the other hand, skills such as critical thinking and preparing reviews are learned.				
<b>364-0581-00L</b>	<b>Microeconomics Seminar (ETH/UZH)</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Gersbach, B. Lee</b>
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student. UZH Module Code: 03SMDOEC6089</i>				
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Research Seminar research papers of leading researchers in Microeconomics are presented and discussed				
Lernziel	Research Seminar research papers of leading researchers in Microeconomics are presented and discussed				
Inhalt	Invited Speakers present current research in Microeconomics				
<b>364-1058-00L</b>	<b>Risk Center Seminar Series</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Schernberg, D. Basin, A. Bommier, D. N. Bresch, S. Brusoni, L.-E. Cederman, P. Cheridito, F. Corman, H. Gersbach, C. Hölscher, K. Paterson, G. Sansavini, B. Stojadinovic, B. Sudret, J. Teichmann, R. Wattenhofer, U. A. Weidmann, S. Wiemer, R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	In this series of seminars, invited speakers discuss various topics in the area of risk modelling, governance of complex socio-economic systems, managing risks and crises, and building resilience. Students, PhD students, post-docs, faculty and individuals outside ETH are welcome.				
Lernziel	Participants gain insights in a broad range of risk- and resilience-related topics. They expand their knowledge of the field and deepen their understanding of the complexity of our social, economic and engineered systems. For young researchers in particular, the seminars offer an opportunity to learn academic presentation skills and to network with an interdisciplinary scientific audience.				
Inhalt	Academic presentations from ETH faculty as well as external researchers. Each seminar is followed by a Q&A session and (when permitted) a networking Apéro.				
Skript	The sessions are recorded whenever possible and posted on the ETH Risk Center webpage. If available, presentation slides are shared as well.				
Literatur	Each speaker will provide a literature review.				
Voraussetzungen / Besonderes	In most cases, a quantitative background is required. Depending on the topic, field-specific knowledge may be required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert		
		Verfahren und Technologien			gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			gefördert		
		Entscheidungsfindung			gefördert		
		Medien und digitale Technologien			gefördert		
		Problemlösung			gefördert		
		Projektmanagement			gefördert		
		Kommunikation			gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert		
		Kundenorientierung			gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert		
		Verhandlung			gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert		
		Kreatives Denken			gefördert		
		Kritisches Denken			gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		
<b>364-1090-00L</b>	<b>Research Seminar in Contract Theory, Banking and Money (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: 03SMDOEC1096</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	H. Gersbach, Uni-Dozierende		
Kurzbeschreibung	Recent developments in the fields of contract theory, finance, banking, money and macroeconomics.						
Lernziel	Understanding recent developments in the fields of contract theory, finance, banking and macroeconomics.						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert		
		Verfahren und Technologien			gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			gefördert		
		Entscheidungsfindung			gefördert		
		Medien und digitale Technologien			gefördert		
		Problemlösung			gefördert		
		Kommunikation			gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert		
Soziale Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert		
		Kreatives Denken			gefördert		
		Kritisches Denken			gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		
		<b>364-1143-00L</b>	<b>Writing and Publishing Research Papers in Applied Economics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Siegenthaler</b>
		Kurzbeschreibung	The success of economic research depends on the way researchers present it to readers. This course provides practical insights on how to structure, frame, and present applied economic research papers by discussing and analyzing well-crafted economic research papers in a reading group. It also provides practical tips on the publication process in economics and involves small writing assignments.				
Lernziel	This course aims to help Ph.D. students effectively frame, organize, and present their research papers through in-class discussions on how successful economists write them. It also helps Ph.D. students to navigate the peer review and refereeing process in economics. It is not a writing course in academic English (see 363-1063-00L instead). The course focuses on the structure and presentation of applied economics papers, including data visualization. It assumes that students have the necessary English writing skills. The course involves small writing assignments between course weeks, which help students to incorporate what they have learned into their project(s). As part of the course, we will discuss the opportunities that AI-based translation tools (such as DeepL) and Large Language Models (LLM) such as Chat-GPT offer to the writing process.						
Inhalt	Writing and framing a research paper are essential and often undervalued skills for quantitative economists. Because economists often want to learn an economic "story," crafting an oral and written communication strategy for a research paper may be as important as the analysis itself. This colloquium provides Ph.D. students with insights into the often implicit Dos and Don'ts of writing and publishing research papers in applied economics. What should I put in the abstract? How do I structure the introduction? What is my contribution, and how can I frame it as broadly as possible without overselling it? How do I discuss related research? What are the effective ways of presenting my research design? How do I visualize my main results? When do I send my paper to a scientific journal, and which journal should I target? How do I respond to referee comments? How do I write a referee report myself? How can I use tools such as Chat-GPT and DeepL in the writing process? In this course, Ph.D. students will develop answers to these and related practical questions through in-class discussions of well-written applied economic research papers from all fields of applied economics. In addition, the course involves a few small take-home assignments between course weeks, which are optimally suited for Ph.D. students working on a draft of one of their projects, either in the early or later phase. The colloquia will provide opportunities to discuss these writing samples and visualizations. Finally, introductory lectures will summarize key insights from the surprisingly voluminous literature on writing and publishing in economics.						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft		
		Medien und digitale Technologien		gefördert			
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft			
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert			
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert			
Kreatives Denken			gefördert				
Kritisches Denken			geprüft				
Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert				

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i> Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen



Only for doctoral students.

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

---

**900-0108-DRL**    **Transferable Skills Course III (1 week)**    **W**    **2 KP**    **4S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

---

**900-0109-DRL**    **Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)**    **W**    **3 KP**    **6S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0110-DRL**    **Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)**    **W**    **3 KP**    **6S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0111-DRL**    **Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)**    **W**    **3 KP**    **6S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0112-DRL**    **Participation in Commission I (min 1 year)**    **W**    **1 KP**    **2P**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.

Lernziel Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.

---

**900-0113-DRL**    **Participation in Commission II (min 1 year)**    **W**    **1 KP**    **2P**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.

Lernziel Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.

---

**900-0114-DRL**    **Member of Executive Board (min 1 year)**    **W**    **2 KP**    **4P**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.

Kurzbeschreibung Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.

Lernziel Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.

## ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0150-DRL	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0151-DRL	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0152-DRL	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0153-DRL	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0154-DRL	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0155-DRL	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0156-DRL	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
900-0157-DRL	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
900-0158-DRL	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

#### Doktorat Management, Technologie und Ökonomie - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0111-00L</b>	<b>Research Seminar in Fluid Dynamics</b> <i>Internes Forschungsseminar für Doktoranden und wissenschaftliche Mitarbeiter des IFD.</i>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Coletti, P. Jenny, O. Supponen</b>
Kurzbeschreibung	Current research projects at the Institute of Fluid Dynamics are presented and discussed.				
Lernziel	Exchange on current internal research projects. Training of presentation skills.				
Inhalt	Current research projects in Fluid Dynamics				
<b>151-0520-00L</b>	<b>Multiscale Modeling</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kochmann</b>
Kurzbeschreibung	Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).				
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.				
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.				
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.				
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				
Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
Menschenführung und Verantwortung				gefördert	
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert	
	Verhandlung			gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
				gefördert	
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.  To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.  On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert	
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				
Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.  Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction into Nonlinear Optimization</li> <li>- Design of Experiments DoE</li> <li>- Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis</li> <li>- Optimization based on Meta Modeling Techniques</li> <li>- Shape and Topology Optimization</li> <li>- Robustness and Sensitivity Analysis</li> <li>- Fundamentals of Machine Learning</li> <li>- Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines</li> <li>- Supervised and unsupervised learning</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b> <i>This course is only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-1053-00L</b>	<b>Thermo- and Fluid Dynamics</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>P. Jenny, R. S. Abhari, F. Coletti, G. Haller, C. Müller, N. Noiray, A. Steinfeld, O. Supponen</b>
Kurzbeschreibung	Current advanced research activities in the areas of thermo- and fluid dynamics are presented and discussed, mostly by external speakers.				
	The talks are public and open also for interested students.				
Lernziel	Knowledge of advanced research in the areas of thermo- and fluid dynamics				
Inhalt	Current advanced research activities in the areas of thermo- and fluid dynamics are presented and discussed, mostly by external speakers.				
<b>151-8102-00L</b>	<b>Research Beyond the Lab: Open Science and Research Methods for a Global Engineer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Tilley, L. Schöbitz</b>
Kurzbeschreibung	From the proverbial 'field' to the heart of Zurich, engineering research is guided by the same fundamental principles. With the goal to improve the human condition with technology, we designed this course to teach learners how to conduct a research project out of the lab, and apply open science principles to their data analysis projects.				
Lernziel	By the end of the course, learners will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• articulate a foundational understanding of 'research'</li> <li>• identify and implement an appropriate research paradigm for a given study</li> <li>• identify the importance of, and challenges related to research ethics</li> <li>• create a SMART research question</li> <li>• articulate appropriate research aims and objectives for specific questions</li> <li>• create survey questions using a variety of question types and understand the limitations and uses for each type of survey question</li> <li>• apply 12 principles for data organisation in spreadsheets in the layout of a collected dataset</li> <li>• clone a repository from GitHub into the Posit Cloud and can use the RStudio IDE to commit and push changes to GitHub</li> <li>• create a repository on GitHub and start a new R Project using the RStudio IDE on Posit Cloud</li> <li>• can use three different ways of getting support in solving coding problems online</li> <li>• can apply 10 functions from the dplyr R Package to generate a subset of data for use in a table or plot</li> <li>• use GitHub to publish their Course project report as a website</li> <li>• can use exported references from Zotero in Better BibTex Format to generate an automated reference list</li> <li>• cross-reference figures and tables within an R Markdown file</li> </ul>				

Inhalt	<p>Over the course of the semester, students will develop a research project and learn the necessary qualitative and quantitative methods required to collect data from people. We will use tidyverse R packages to work with data, and git and GitHub as tools for version control and collaboration. By the end of the course, students will have a complete overview of how a typical field-based research project is designed, implemented and communicated.</p> <p>Content will be delivered through lectures and tutorials. The success of the course will depend on the student's own willingness to engage with local challenges, stakeholders, citizens and agencies in order to develop a comprehensive body of work that answers a relevant, local problem.</p> <p>Topics covered include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The data science life-cycle</li> <li>- Data organization in spreadsheets</li> <li>- Exploratory data analysis using visualization</li> <li>- Concept of tidy data and data tidying</li> <li>- Data transformation and descriptive statistics</li> <li>- Data communication using the Quarto open-source scientific and technical publishing system</li> <li>- Theory and foundations of field-based research</li> <li>- Research Design and implications for analysis</li> </ul>				
Skript	Distributed during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course does not have any specific prerequisites. No prior experience of working with a programming language is required, nor do we expect statistical knowledge beyond basic summary statistics taught in high school environments.</p> <p>Note on accessibility: Although there are 2 weeks of data collection outside of the classroom, we do not want this, or any other component of the hybrid-style course to be a barrier to anyone who is interested in enrolling. If you have a specific concern about your ability to participate, please contact us, so we can discuss strategies to ensure that you are included.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
<b>151-9904-00L</b>	<b>Applied Category Theory for Engineering II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Censi, J. Lorand</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Applied Compositional Thinking for Engineers I"</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to advanced topics in Applied Category Theory focused on concepts beyond basic category theory and on the needs of applications. The course favors a computational, constructive, and compositional approach targeted to applications in engineering.				
Lernziel	<p>In many domains of engineering and applied sciences, it would be beneficial to think explicitly about abstraction and compositionality, to improve both the understanding of problems and the design of solutions. Applied Category Theory is a field of mathematics that can help in thinking about precisely such topics. A problem, however, is that this type of mathematics is not traditionally taught -- to date, there exists no easy path for engineers to learn category theory that is approachable and emphasizes engineering applications. This course will fill this gap, extending the efforts proposed in the first part of the class (ACT4E I).</p> <p>This course's goal is not to teach category theory for the sake of it, but to teach the "compositional way of thinking". Category theory will just be the means towards this end. This implies that the presentation of materials sometimes diverges from the usual way to teach category theory, and some common concepts might be de-emphasized in favor of more obscure concepts that are more useful for applications.</p>				
Inhalt	<p>The applications shown in the class will be mainly in the domains of autonomous robotics and mobility.</p> <p>Categories</p> <p>Functors</p> <p>Co-design problems</p> <p>Natural transformations</p> <p>Adjunctions</p> <p>Traced monoidal categories</p> <p>Computation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From mathematical models to algorithms</li> <li>- Solving finite co-design problems</li> <li>- Monads</li> <li>- Modeling uncertainty</li> </ul> <p>Enriched category theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profunctors</li> <li>- Enriched categories</li> <li>- Negative category theory</li> </ul> <p>Operads</p> <p>Linear logic and resources</p>				
Skript	Slides and notes will be provided.				
Literatur	<p>Censi, Lorand, Zardini, "Applied Compositional Thinking for Engineers" (Link: <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a>)</p> <p>B. Fong, D.I. Spivak, Seven Sketches in Compositionality: An Invitation to Applied Category Theory (<a href="https://arxiv.org/pdf/1803.05316">https://arxiv.org/pdf/1803.05316</a>)</p> <p>Censi, Lorand, Zardini, Applied Compositional Thinking for Engineers (<a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a>)</p>				



Voraussetzungen / Besonderes	There will be no exam; there will be weekly theory homework sheets, and these will constitute the grade for the course.				
	The course is essentially self-contained and can be taken, in principle, without ACT4E I. We assume this preliminary knowledge: 1) Basics of logic & mathematical thinking, ability to write mathematical proofs. 2) Basic algebra (sets, posets, relations, semigroups, groups).				
Kompetenzen	Students who took the course Applied Category Theory for Engineering I in the Fall Semester are sufficiently proficient in (1) and (2).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-9906-00L</b>	<b>Presentations in Engineering ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>P. Maher</b>
Kurzbeschreibung	Presentations in Engineering is designed to help junior researchers develop their communication skills when presenting their work.				
Lernziel	After a comprehensive overview of all aspects of presenting, participants will have the tools to deliver presentations that are more effective as a communication event.				
Inhalt	Audience management, content and slide construction, discourse delivery issues, non-verbal communication.				
Skript	All materials will be provided online.				
Literatur	All materials will be provided online.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants will be required to present their work at the end of the course.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>101-0190-08L</b>	<b>Uncertainty Quantification and Data Analysis in Applied Sciences</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>V. Nertimanis, E. Chatzi, A. Kamariotis, S. Marelli, M. Moustapha, K. Papadimitriou</b>
	<i>Open to doctoral students from within ETH and UZH who</i>				

work in the field of Computational Science. External graduate students and other auditors will be allowed by permission of the instructors.

Kurzbeschreibung	The course presents fundamental concepts and advanced methodologies for handling and interpreting data in relation with models. It elaborates on methods and tools for identifying, quantifying and propagating uncertainty through models of systems with applications in various fields of Engineering and Applied science.		
Lernziel	This Block Course aims at providing a graduate level introduction into probabilistic modeling and identification of engineering systems. Along with fundamentals of probabilistic and dynamic system analysis, advanced methods and tools will be introduced for surrogate and reduced order models, sensitivity and failure analysis, parallel processing, uncertainty quantification and propagation, system identification, nonlinear and non-stationary system analysis.		
Inhalt	<p>The topics to be covered are organized in three broad categories:</p> <p>Track 1: Uncertainty Quantification and Rare Event Estimation in Engineering, offered by the Chair of Risk, Safety and Uncertainty Quantification, ETH Zurich (18 hours) Lecturers: Dr. Stefano Marelli, Dr. Maliki Moustapha</p> <p>Track 2: Bayesian Inference and Uncertainty Propagation, offered the by the System Dynamics Laboratory, University of Thessaly, and the Chair of Structural Mechanics and Monitoring, ETH Zurich (18 hours) Lecturers: Prof. Dr. Costas Papadimitriou, Dr. Antonios Kamariotis, Dr. Konstantinos Tatsis, Giacomo Arcieri</p> <p>Track 3: Data-driven Identification and Simulation of Dynamic Systems, offered the by the Chair of Structural Mechanics and Monitoring, ETH Zurich (18 hours) Lecturers: Dr. Vasilis Dertimanis, Prof. Dr. Eleni Chatzi</p> <p>The lectures will be complemented via a comprehensive series of interactive Tutorials.</p>		
Skript	The course script is composed by the lecture slides, which will be continuously updated throughout the duration of the course on the CSZ website.		
Literatur	<p>Suggested Reading:</p> <p>Track 2 : E.T. Jaynes: Probability Theory: The logic of Science Track 3: T. Söderström and P. Stoica: System Identification, Prentice Hall International, Link see Learning Materials. Xiu, D. (2010) Numerical methods for stochastic computations - A spectral method approach, Princeton University press. Smith, R. (2014) Uncertainty Quantification: Theory, Implementation and Applications SIAM Computational Science and Engineering, Lemaire, M. (2009) Structural reliability, Wiley. Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M. &amp; Tarantola, S. (2008) Global Sensitivity Analysis - The Primer, Wiley.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Introductory course on probability theory Fair command on Matlab		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert gefördert

---

**327-2140-00L Focused Ion Beam and Applications ■ W 1 KP 2P P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafulha Morales, J. Reuteler**  
*Number of participants limited to 6. PhD students will be asked for a fee.*  
<https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html>

*Registration form:*  
<https://docs.google.com/forms/d/117anZLvm95SkqFmY7-IrddEeoRHEzYhZkYDig88zO0/edit>

Kurzbeschreibung	The introductory course on Focused Ion Beam (FIB) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a FIB-SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish operation tasks and optimize microscope performances.</li> <li>- Perform sample preparation (TEM lamella, APT probe...) using FIB-SEM.</li> <li>- Perform other FIB techniques, such as characterization</li> <li>- At the end of the course, students will know how to set-up FIB-SEM, how to prepare TEM lamella/APT probe and how to utilize FIB techniques.</li> </ul>		
Inhalt	<p>This course provides FIB techniques to students with previous SEM experience.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of FIB theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Introduction and discussion on FIB and instrumentation.</li> <li>- Lectures on FIB theory.</li> <li>- Lectures on FIB applications.</li> <li>- Practicals on FIB-SEM set-up, cross-beam alignment.</li> <li>- Practicals on site-specific cross-section and TEM lamellar preparation.</li> <li>- Lecture and demonstration on FIB automation.</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual.</li> <li>- Giannuzzi, Stevie: Introduction to focused ion beams instrumentation, theory, techniques, and practice, Springer, 2005.</li> <li>- Orloff, Utlaut, Swanson: High resolution focused ion beams: FIB and its applications, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.</li> </ul>		

Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfil one or more of these prerequisites:				
	- Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training SEM I: Introduction to SEM (327-2125-00L).				
	- Prior SEM experience.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				
<b>363-0764-00L</b>	<b>Project Management</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. G. C. Marxt</b>
Kurzbeschreibung	The course gives a detailed introduction into various aspects of classic and agile project management. Established concepts and methods for initiating, planning and executing projects are introduced and major challenges discussed. Additionally the course covers different agile and hybrid project management concepts.				
Lernziel	Projects are not only the base of work in modern enterprises but also the primary type of cooperation with customers. Students of ETH will often work in or manage projects in the course of their career. Good project management knowledge is not only a guarantee for individual but also for company wide success.				
	The goal of this course is to give a detailed introduction into project management, more specific participants				
	- will understand the basics of successful classic and agile project management				
	- are able to apply the concepts and methods of project management in their day to day work				
	- are able to identify different project management practices and are able to suggest improvements				
	- will contribute to projects in your organization in a positive way				
	- will be able to plan and execute projects successfully.				
Inhalt	The competitiveness of companies is driven by the development of a concise strategy and its successful implementation. Especially strategy execution poses several challenges to senior management: clear communication of goals, ongoing follow up of activities, a sound monitoring and control system. All these aspect are covered by successfully implementing and applying program and project management. As an introductory course we will focus mainly on project management.				
	In the last decade project management has become an important discipline in management and several internationally recognized project management methods can be found: PMBOK, IPMA ICB, PRINCE 2, etc. These frameworks have proven to be very useful in day-to-day work.				
	Unfortunately the environment companies are working in has changed parallel to the rise of PM as a discipline. Incremental but even more important fundamental changes happen more often and much faster than a decade ago. Experience has shown that the classic PM approaches lack the inherent dynamics to cope with these challenges. So overtime new methods have surfaced, such as SCRUM. These methods are called Agile Project Management methods and follow a dynamic model of reality, called complex adaptive systems perspective.				
	This course will cover both classic and agile project management topics. The first part of the semester will lay the basics by discussing the classic way of planning, organizing and executing a project based on its life cycle. Topics covered include: drafting project proposals, stake holder analysis, different aspects of project planning, project organization, project risk management, project execution, project control, leadership in projects incl. conflict mitigation strategies, termination and documentation. In the second part basic conceptual topics for agile project management such as the agile manifesto, SCRUM, Lean, Kanban, XP, rapid results are covered. The course tries to tap into pre-existing knowledge of the participants using a very interactive approach including in-class discussion, short exercises and case studies.				
Skript	No				
	The lecture slides and other additional material (papers, book chapters, case studies, etc.) will be available for download from Moodle before each class.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		geprüft			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft			
<b>363-1080-00L</b>	<b>Power and Leadership</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Schmid, T. Noll</b>
Kurzbeschreibung	Students will learn about different leadership styles and how power and leadership play out in social interactions. Emphasis is placed on personal development and the implementation and application of topics to the workplace context.				
Lernziel	This course will enhance students' understanding of the complexity of hierarchical relationships in the workplace in weekly lessons that include lectures, analyses of leadership situations (e.g., case studies), exercises, and group discussions. More specifically, students will be informed about how power shapes people's behaviors and decision-making processes. They will learn to analyze the different elements that make a good leader such as personality traits, behavior, and skills. With case studies and small group exercises, students will learn to evaluate different types of social and emotional skills related to leadership. Students will be encouraged to reflect upon their own communication skills and leadership potential and will be given the opportunity to train their leadership skills. The course further addresses integrity and ethics in leadership.				
Inhalt	Lectures will include <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the course and the topic of power and leadership, definitions</li> <li>- Leadership styles and theories: Universalist theories, behavioral theories, contingency theories, "new leadership" theories</li> <li>- Leadership, communication, and interpersonal skills (3 sessions): 1. Effective communication: Listening and speaking, running effective meetings, delegating effectively, giving performance feedback, 2. Hierarchy and communications: Pitfalls and solutions, communication training, 3. Importance of social skills for leadership effectiveness</li> <li>- Agility in teams: Overview of the Scrum Framework in the context of software development, leadership in agile teams, the role of motivation, training: experiencing first-hand how to develop a product in an agile way</li> <li>- Power abuses, ethics in leadership: Why do leaders behave unethically? Destructive leadership: theories, examples, and consequences</li> <li>- Diversity and discrimination in relation to power and leadership: Expectations, bias, and discrimination the workplace, sources of bias, how to reduce bias and discrimination</li> <li>- Leadership and innovation: Which are the particular paradoxes and trade-offs leaders face when they are leading for innovation? How could they successfully manage those challenges?</li> </ul>				
	Homework <ul style="list-style-type: none"> <li>- Writing a leadership skills training report (~20 hours)</li> <li>- Mandatory readings and exercises (~20 hours)</li> </ul>				
Literatur	Mandatory readings: <p>Riggio &amp; Reichard (2008). The emotional and social intelligences of effective leadership: An emotional and social skill approach. Journal of Managerial Psychology, 23, 169-185.</p> <p>Jost, J. T., Rudman, L. A., Blair, I. V., Carney, D. R., Dasgupta, N., Glaser, J., Hardin, C. D. (2009) The existence of implicit bias is beyond reasonable doubt: A refutation of ideological and methodological objections and executive summary of ten studies that no manager should ignore. Research in Organizational Behavior, 29, 39-69.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			
<b>376-1719-00L</b>	<b>Statistics for Experimental Research</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Students will learn the necessary statistical concepts and skills to independently (1) design experiments (2) analyse experimental data and (3) report analyses and results in a scientifically appropriate manner.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determine appropriate experimental designs and choose, justify and perform the appropriate statistical analyses using R.</li> <li>2. Report analyses and results in a scientifically appropriate manner, as laid out by the Publication Manual of the American Psychological Association (APA, sixth edition).</li> </ol>				

Inhalt	We will cover basic statistical concepts (e.g., central tendency, variability, data distribution), the t-test (dependent and independent), ANOVA (univariate, factorial and repeated measures), correlation, multiple regression, nonparametric techniques, validity and reliability tests, effect size, data transformation, power and sample size estimation.
Skript	Lecture notes will be delivered in the form of commented presentations in Microsoft Powerpoint (i.e. pptx) format. R practical session assignments will be delivered in pdf-format.
Literatur	Both in the lectures and in the tutorials and practical sessions, we will refer students to the following publication:  Field A, Miles J, Field Z (2013) Discovering Statistics Using R. Sage Publications Ltd, London, UK

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0100-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0101-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
900-0102-DRL	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0103-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0104-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0105-DRL	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4S	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0106-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4S	Dozent/innen

	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				

<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

#### Doktorat Maschinenbau und Verfahrenstechnik - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Doktorat Materialwissenschaft

Weitere Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

### ►► Allgemeine Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-2144-00L</b>	<b>Microscopy Training Cryogenic Electron Microscopy ■ W</b> <i>Please register here:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42clKFpFVjPyA38BGrok_Y/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42clKFpFVjPyA38BGrok_Y/edit#responses</a>		<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Peterek, B. Qureshi,</b> E. J. Barthazy Meier, S. Handschin, M. S. Lucas-Droste, P. Zeng
Kurzbeschreibung	The introductory course on cryogenic electron microscopy (cryoEM) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of cryoEM theory, instrumentation, operation and applications</li> <li>- Prepare cryoEM sample (vitrification using Vitrobot)</li> <li>- Set-up, align and operate a cryoTEM successfully and safely</li> <li>- Set up automated data collection</li> <li>- Basic processing steps to analyze/interpret the data e.g., reconstruction 3D volumes</li> </ul>				
Inhalt	This course introduces and gives an overview of cryoEM and its applications. At the end of the course, students will be familiar with how to prepare vitrified probe and how to use a cryoTEM to collect and analyze data for exemplary techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on cryoEM and instrumentation</li> <li>- Lectures on cryoEM theory</li> <li>- Lectures on cryoEM applications</li> <li>- Practicals/demonstration on vitrification, grid preparation</li> <li>- Practicals/demonstration on data collection</li> <li>- Lecture and practicals/demonstration on reconstruction of 3D volumes from 2D cryoEM projections/images</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Course slides</li> <li>- EM-University: (<a href="https://em-learning.com/">https://em-learning.com/</a>)</li> <li>- Book: CryoEM Methods and Protocols edited by T Gonen, B B Nannenga</li> <li>- Book: Single-particle Cryo-eM of Biological Macromolecules edited by R M Glaeser, E Nogales, W Chiu</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfil one or more of these prerequisites: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training TEM I</li> <li>- Prior TEM experience</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-2223-00L</b>	<b>Atomic Force Microscopy in Materials Science ■ W</b>		<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>N. Burnham, L. Isa,</b> S. N. Ramakrishna
Kurzbeschreibung	This course is a hands-on introduction to atomic force microscopy (AFM). It consists of lectures and practical exercises involving actual AFM use, macroscopic mechanical models of AFM, and computer simulations. Most lab work and the capstone research project will be done in teams of two or three students.				
Lernziel	The objectives of the course are for students to become familiar with the concepts of and equipment for AFM, to understand their results, and to competently use an AFM for a short research project.				
Skript	<a href="https://www.youtube.com/AtomicForceMicro">YouTube.com/AtomicForceMicro</a> , NaioAFM Tutorials 1-8, AFM Lessons 1-30				
<b>327-6101-00L</b>	<b>FIRST Introduction Day ■</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>S. Schön</b>
Kurzbeschreibung	The FIRST Introduction Day comprises general and access information, cleanroom basics, infrastructure information, safety training, cleanliness seminar, chemistry seminar and safety test. The introduction day is mandatory for each user who intends to use the FIRST cleanrooms independently of level of experience.				
Lernziel	Access to the FIRST cleanroom.				
Inhalt	The FIRST Introduction Day comprises general and access information, cleanroom basics, infrastructure information, safety training, cleanliness seminar, chemistry seminar and safety test. The introduction day is mandatory for each user who intends to use the FIRST cleanrooms independently of level of experience.				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/user/index.php?id=12731">https://moodle-app2.let.ethz.ch/user/index.php?id=12731</a>				
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b> <i>This course is only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg,</b> C. Schaffner
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities;</li> <li>(2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills;</li> <li>(3) participants gain experience of different presentation styles;</li> <li>(4) to create a network amongst the energy research doctoral student community.</li> <li>(5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.</li> </ol>				

Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.  To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.  On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				

Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.

<b>327-2128-00L</b>	<b>High Resolution Transmission Electron Microscopy ■ W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Sologubenko, R. Erni, R. Schäublin, P. Zeng</b>
	<i>Limited number of participants. More information here: <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>			
	<i>Registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1Qp5y5kBk-Qrq_XbBD02FQwzsvPJ_uEQSiz02F-00tnA/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1Qp5y5kBk-Qrq_XbBD02FQwzsvPJ_uEQSiz02F-00tnA/edit#responses</a></i>			
Kurzbeschreibung	Dieser Fortgeschrittenenkurs für hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM) bietet Vorlesungen, die sich auf HRTEM- und HRSTEM-Bildgebungsprinzipien, die zugehörige Datenanalyse und Simulation, sowie Phasenwiederherstellungsmethoden konzentrieren.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learning how HRTEM and HRSTEM images are obtained.</li> <li>- Learning about the aberrations affecting the resolution in TEM and STEM and the different methods to correct them.</li> <li>- Learning about TEM and STEM images simulation software.</li> <li>- Performing TEM and STEM image analysis (processing of TEM images and phase restoration after focal series acquisitions).</li> </ul>			
Inhalt	<p>This course provides new skills to students with previous TEM experience. At the end of the course, students will know how to obtain HR(S)TEM images, how to analyse, process and simulate them.</p> <p>Topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to HRTEM and HRSTEM</li> <li>2. Considerations on (S)TEM instrumentation for high resolution imaging</li> <li>3. Lectures on aberrations, aberration correction and aberration corrected images</li> <li>4. HRTEM and HRSTEM simulation</li> <li>5. Data analysis, phase restoration and lattice-strain analysis</li> </ol>			
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, 2nd ed., Springer, 2009</li> <li>- Williams, Carter (eds.), Transmission Electron Microscopy - Diffraction, Imaging, and Spectrometry, Springer 2016</li> <li>- Erni, Aberration-corrected imaging in transmission electron microscopy, 2nd ed., Imperial College Press, 2015.</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The students should fulfil one or more of these prerequisites:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM TEM basic course</li> <li>- Prior attendance to ETH EM lectures (327-0703-00L Electron Microscopy in Material Science)</li> <li>- Prior TEM experience</li> </ul>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt		geprüft geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft gefördert geprüft gefördert

<b>327-2140-00L</b>	<b>Focused Ion Beam and Applications ■ W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafulha Morales, J. Reuteler</b>
	<i>Number of participants limited to 6. PhD students will be asked for a fee. <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>			
	<i>Registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/117anZLvm95SkqFmY7-IrddEeoRHEzYhZkYDig88z00/edit">https://docs.google.com/forms/d/117anZLvm95SkqFmY7-IrddEeoRHEzYhZkYDig88z00/edit</a></i>			
Kurzbeschreibung	The introductory course on Focused Ion Beam (FIB) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a FIB-SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish operation tasks and optimize microscope performances.</li> <li>- Perform sample preparation (TEM lamella, APT probe...) using FIB-SEM.</li> <li>- Perform other FIB techniques, such as characterization</li> <li>- At the end of the course, students will know how to set-up FIB-SEM, how to prepare TEM lamella/APT probe and how to utilize FIB techniques.</li> </ul>			

Inhalt	This course provides FIB techniques to students with previous SEM experience.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of FIB theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Introduction and discussion on FIB and instrumentation.</li> <li>- Lectures on FIB theory.</li> <li>- Lectures on FIB applications.</li> <li>- Practicals on FIB-SEM set-up, cross-beam alignment.</li> <li>- Practicals on site-specific cross-section and TEM lamellar preparation.</li> <li>- Lecture and demonstration on FIB automation.</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual.</li> <li>- Giannuzzi, Stevie: Introduction to focused ion beams instrumentation, theory, techniques, and practice, Springer, 2005.</li> <li>- Orloff, Utlaut, Swanson: High resolution focused ion beams: FIB and its applications, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfil one or more of these prerequisites:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training SEM I: Introduction to SEM (327-2125-00L).</li> <li>- Prior SEM experience.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>327-2126-00L</b>	<b>Microscopy Training TEM I - Introduction to TEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, E. J. Barthazy Meier, C. Bebeacua, A. G. Bittermann, F. Gramm, S. Handschin, M. Peterek, B. Qureshi, A. Sologubenko</b>
	<i>Number of participants limited to 6. Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee: <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>				
	<i>TEM 1 registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqy mZ5agkcOgwxHuKvYhlg1Dvl/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqy mZ5agkcOgwxHuKvYhlg1Dvl/edit#responses</a></i>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) bietet neuen Nutzern die Möglichkeit theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse in TEM zu erwerben				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of TEM theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Alignment and operation of a TEM, as well as acquisition and interpretation of images, diffraction patterns, accomplishing basic tasks successfully.</li> <li>- Knowledge of electron imaging modes (including Scanning Transmission Electron Microscopy), magnification calibration, and image acquisition using CCD cameras.</li> <li>- To set up the TEM to acquire diffraction patterns, perform camera length calibration, as well as measure and interpret diffraction patterns.</li> <li>- Overview of techniques for specimen preparation.</li> </ul>				
Inhalt	Using two Transmission Electron Microscopes the students learn how to align a TEM, select parameters for acquisition of images in bright field (BF) and dark field (DF), perform scanning transmission electron microscopy (STEM) imaging, phase contrast imaging, and acquire electron diffraction patterns. The participants will also learn basic and advanced use of digital cameras and digital imaging methods.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation.</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation.</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM.</li> <li>- Brief description and demonstration of the TEM microscope.</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, Image contrast (and image processing).</li> <li>- Demonstration of Transmission Electron Microscopes and imaging modes (Phase contrast, BF, DF, STEM).</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques.</li> <li>- Transmission Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities.</li> <li>- TEM alignment, calibration, correction to improve image contrast and quality.</li> <li>- Electron diffraction.</li> <li>- Practice on real-world samples and report results.</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt			geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>327-6100-00L</b>	<b>Materials Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		Professor/innen, weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	The Materials Colloquium is a platform for PhD students, postdoctoral researchers, group leaders, senior scientists, and professors to present their own and their group's research to their colleagues. The apero following the colloquium has the purpose to stimulate discussions and to promote networking in a relaxed, more informal environment. The Colloquium is open to all who are interested.				
Lernziel	Learn about recent research in the field of materials science.				
Inhalt	<a href="https://sam.mat.ethz.ch">https://sam.mat.ethz.ch</a>				
<b>327-2125-00L</b>	<b>Microscopy Training SEM I - Introduction to SEM ■</b> <i>Limited number of participants.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafulha Morales, K. Kunze, F. Lucas, J. Reuteler</b>
	<i>Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee.</i> <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>				
	<i>Registration form:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/1TFPJCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit">https://docs.google.com/forms/d/1TFPJCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit</a>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Rasterelektronenmikroskopie (SEM) betont praktisches Lernen. Die Studierenden haben die Möglichkeit an zwei Elektronenmikroskopen ihre eigenen Proben oder Standard-Testproben zu untersuchen, sowie von ScopeM-Wissenschaftler vorbereitete Übungen zu lösen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish imaging tasks successfully and optimize microscope performances.</li> <li>- Master the operation of a low-vacuum and field-emission SEM and EDX instrument.</li> <li>- Perform sample preparation with corresponding techniques and equipment for imaging and analysis</li> <li>- Acquire techniques in obtaining secondary electron and backscatter electron micrographs</li> <li>- Perform EDX qualitative and semi-quantitative analysis</li> </ul>				
Inhalt	<p>During the course, students learn through lectures, demonstrations, and hands-on sessions how to setup and operate SEM instruments, including low-vacuum and low-voltage applications.</p> <p>This course gives basic skills for students new to SEM. At the end of the course, students with no prior experience are able to align a SEM, to obtain secondary electron (SE) and backscatter electron (BSE) micrographs and to perform energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) qualitative and semi-quantitative analysis. The procedures to better utilize SEM to solve practical problems and to optimize SEM analysis for a wide range of materials will be emphasized.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of students' sample/interest</li> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM</li> <li>- Brief description and demonstration of the SEM microscope</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing)</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques</li> <li>- Scanning Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities</li> <li>- Lecture and demonstrations on X-ray micro-analysis (theory and detection), qualitative and semi-quantitative EDX and point analysis, linescans and spectral mapping</li> <li>- Practice on real-world samples and report results</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt			geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>327-0712-00L</b>	<b>Nanometallurgie</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	Seminar für Doktoranden und Forschende im Bereich Nanometallurgie.				

Lernziel	Vertiefte Ausbildung von Forschenden auf dem Gebiet metallischer Werkstoffe in kleinen Dimensionen sowie wissenschaftliche Präsentation von Forschungsergebnissen.				
Inhalt	Vorstellung und Diskussion von aktuellen Forschungsarbeiten.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Voraussetzungen: Eigene wissenschaftliche Arbeiten. - Vorträge sind normalerweise in Englisch.				
<b>327-0711-00L</b>	<b>Metal Physics and Technology Seminar</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. F. Löffler</b>
Kurzbeschreibung	Seminar für Doktoranden und Forschende im Bereich Metallphysik und -technologie.				
Lernziel	Vertiefte Ausbildung von Forschern auf dem Gebiet metallischer Werkstoffe.				
Inhalt	Vorstellung und Diskussion neuester Forschungsarbeiten betreffend wissenschaftliche Grundlagen und Entwicklung metallischer Werkstoffe.				
Skript	Weitere Details: <a href="https://metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/metal-physics-and-technology-seminar-spring.html">https://metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/metal-physics-and-technology-seminar-spring.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	- Voraussetzungen: Eigene wissenschaftliche Arbeiten. - Vorträge sind normalerweise in Englisch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-1300-00L</b>	<b>Joint Group Seminar ■</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Fiebig, N. Spaldin</b>
Kurzbeschreibung	Seminar für Doktoranden und Forschende im Bereich Physik der kondensierten Materie.				
Lernziel	Verbesserte Vernetzung der Forschungsprojekte der teilnehmenden Gruppen.				
Inhalt	Vorstellung und Diskussion aktueller Forschungsarbeiten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Eigene wissenschaftliche Arbeiten.				
<b>327-2139-00L</b>	<b>Diffraction Physics in Materials Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Erni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on diffraction and scattering phenomena in materials science beyond basic Bragg diffraction. Introducing the Born approximation and Kirchhoff's theory, diffraction from ideal and non-ideal crystals is treated including, e.g., temperature and size effects, ordering phenomena, small-angle scattering and dynamical diffraction theories for both electron and X-ray diffraction.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To become familiar with advanced diffraction phenomena in order to be able to explore the structure and properties of (solid) matter and their defects.</li> <li>• To be able to judge what type of diffraction method is suitable to probe what type of materials information.</li> <li>• To build up a generally applicable and fundamental theoretical understanding of scattering and diffraction effects.</li> <li>• To be able to identify limitations of the methods and the underlying theory which is commonly used to analyze diffraction data.</li> </ul>				
Inhalt	The course provides a general introduction to advanced diffraction phenomena in materials science. The lecture series covers the following topics: derivation of a general scattering theory based on Green's function as basis for the introduction of the first-order Born approximation; Kirchhoff's diffraction theory with its integral theorem and the specific cases of Fresnel and Fraunhofer diffraction; diffraction from ideal crystals and diffraction from real crystals considering temperature effects expressed by the temperature Debye-Waller factor and by thermal diffuse scattering, atomic size effects expressed by the static Debye-Waller factor and diffuse scattering due to the modulation of the Laue monotonic scattering as a consequence of local order or clustering; the basics of small-angle scattering; and finally approaches used to treat dynamical diffraction are introduced. In addition, the specifics of X-ray, electron and neutron scattering are being discussed. The course is complemented by a lab visit, selected exercises and short topical presentations given by the participants.				
Skript	Full-text script is available covering within about 100 pages the core topics of the lecture and all necessary derivations.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffraction Physics, 3rd ed., J. M. Cowley, Elsevier, 1994.</li> <li>- X-Ray Diffraction, B. E. Warren, Dover, 1990.</li> <li>- Diffraction from Materials, 2nd ed., L. H. Schwartz, J. B. Cohen, Springer, 1987.</li> <li>- X-Ray Diffraction – In Crystals, Imperfect Crystals and Amorphous Bodies, A. Guinier, Dover, 1994.</li> <li>- Aberration-corrected imaging in transmission electron microscopy, 2nd ed., R. Erni, Imperial College Press, 2015.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basics of crystallography and the concept of reciprocal space, basics of electromagnetic and particle waves (but not mandatory)				

### ►► Advanced Manufacturing (MaP Doctoral School)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
064-0026-00L	Compas II: Introduction to Computational Methods for Digital Fabrication in Architecture	W	2 KP	2K	F. Gramazio

Findet dieses Semester nicht statt.

Kurzbeschreibung	This PhD-level course begins with an overview of the COMPAS framework basics, and then introduces digital fabrication methods and tools based on it. Students learn fundamentals of robotics, robot kinematics and planning, and basics of robot control applied in the domain of architecture and digital fabrication using the COMPAS and COMPAS FAB framework and open source tools.
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Understand fundamentals of robotics, coordinate systems, transformations and orientation representations.</li><li>2. Learn forward and inverse kinematic functions and their application.</li><li>3. Learn Cartesian and kinematic robot planning methods</li><li>4. Apply these concepts to design and implement digital fabrication processes.</li><li>5. Gain an understanding of different robot control methods and their application.</li></ol>
Inhalt	Lectures, tutorials and project-based exercises will focus on:  <ul style="list-style-type: none"><li>- Introduction to fundamentals of robotics.</li><li>- Introduction to COMPAS and COMPAS FAB framework.</li><li>- Robot model representations.</li><li>- Robot forward and inverse kinematics.</li><li>- Robot path planning: Cartesian motion planning and kinematic motion planning, planning scene and collision detection.</li><li>- Integration of planning tools into parametric design environment (CAD).</li><li>- Overview and usage of ROS (Robot Operating System).</li><li>- Design of digital fabrication processes (assembly of discrete elements, 3D printing, etc.).</li></ul>
Skript	Zoom: <a href="https://ethz.zoom.us/j/96881394785">https://ethz.zoom.us/j/96881394785</a> Material: <a href="https://github.com/compas-teaching/COMPAS-II-FS2023">https://github.com/compas-teaching/COMPAS-II-FS2023</a>
Voraussetzungen / Besonderes	Priority is given to PhD students.

<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln ein Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"><li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte:<ul style="list-style-type: none"><li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li><li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li><li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li></ul></li><li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li><li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li><li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li><li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li></ul>				
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displayssysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.  Lehrmodule: <ul style="list-style-type: none"><li>- Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe</li><li>- Einordnung der VR in Geschäftsprozesse</li><li>- Die Erzeugung virtueller Welten</li><li>- Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität</li><li>- Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten</li></ul>				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				

<b>151-0314-00L</b>	<b>Informationstechnologien im digitalen Produkt</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Zwicker, R. Montau</b>
Kurzbeschreibung	Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen				
Lernziel	Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Produkt Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.				

Inhalt	<p>Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx--Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.</p> <p>Lehrmodule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM)</li> <li>- Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung)</li> <li>- Objektmanagement</li> <li>- Objektklassifikation</li> <li>- Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen</li> <li>- CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR</li> <li>- Workflow &amp; Change Management</li> <li>- Schnittstellen im Digitalen Produkt</li> <li>- Enterprise Application Integration (EAI)</li> </ul>																																																	
Skript	<p>Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.</p>																																																	
Literatur	<p>Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich)</li> <li>- Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit</li> </ul>																																																	
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang</p>																																																	
Kompetenzen	<p>Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5)</li> <li>- Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen</li> </ul> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 40%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 30%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft		Medien und digitale Technologien	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Kundenorientierung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																
	Verfahren und Technologien	geprüft																																																
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																
	Entscheidungsfindung	geprüft																																																
	Medien und digitale Technologien	geprüft																																																
	Problemlösung	geprüft																																																
	Projektmanagement	gefördert																																																
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																																
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																
	Kundenorientierung	gefördert																																																
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																
	Kreatives Denken	geprüft																																																
	Kritisches Denken	geprüft																																																
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																																
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																
<b>151-0318-00L</b>	<b>Ecodesign - Umweltgerechte Produktgestaltung</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Züst</b>																																													
Kurzbeschreibung	<p>Ecodesign hat zum Ziel, die Umwelleistung von Produkten insgesamt zu verbessern. Zugleich soll die ökonomische und marktseitige Situation verbessert werden. Die Vorlesung gliedert sich in drei Teile: Motivation und Einstieg ins Thema, methodische Grundlagen, sowie Anwendung in einem eigenen Kleinprojekt.</p>																																																	
Lernziel	<p>Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen eines Unternehmens durch die eigenen Produkte in vor- und nachgelagerten Bereichen verursacht werden. Das Ziel von Ecodesign besteht darin, die Umweltauswirkungen eines Produktes über alle Produktlebensphasen insgesamt zu reduzieren. Die systematische Herleitung erfolgversprechender Verbesserungsmaßnahmen zu Beginn des Produktentwicklungsprozesses ist eine Schlüsselfähigkeit, die in der vorliegenden Vorlesung vermittelt werden soll. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen die ökonomischen und ökologischen Potentiale von ECODESIGN erkennen, Fähigkeiten erlernen, zielgerichtet erfolgversprechende Verbesserungsmaßnahmen zu ermitteln und die erworbenen Fähigkeiten an konkreten Beispielen anwenden können.</p>																																																	
Inhalt	<p>Die Vorlesung ist in drei Blöcke unterteilt. Hier sollen die jeweiligen Fragen beantwortet werden:</p> <p>A) Motivation und Einstieg ins Thema: Welche Material- und Energieflüsse werden durch Produkte über alle Lebensphasen, d.h. von der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Distribution, Nutzung und Entsorgungen verursacht? Welchen Einfluss hat die Produktentwicklung auf diese Auswirkungen?</p> <p>B) Grundlagen zum ECODESIGN PILOT: Wie können systematisch über alle Produktlebensphasen hinweg betrachtet bereits zu Beginn der Produktentwicklung bedeutende Umweltauswirkungen erkannt werden? Wie können zielgerichtet diejenigen Ecodesign-Maßnahmen ermittelt werden, die das größte ökonomische und ökologische Verbesserungspotential beinhalten?</p> <p>C) Anwendung des ECODESIGN PILOT: Welche Produktlebensphasen bewirken den größten Ressourcenverbrauch? Welche Verbesserungsmöglichkeiten bewirken einen möglichst großen ökonomischen und ökologischen Nutzen?</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Praktische Beispiele bearbeitet.</p>																																																	
Skript	<p>Für den Einstieg ins Thema ECODESIGN wurde verschiedene Lehrunterlagen entwickelt, die im Kurs zur Verfügung stehen und teilweise auch ein "distance learning" ermöglichen:</p> <p>Lehrbuch: Wimmer W., Züst R.: ECODESIGN PILOT, Produkt-Innovations-, Lern- und Optimierungs-Tool für umweltgerechte Produktgestaltung mit deutsch/englischer CD-ROM; Zürich, Verlag Industrielle Organisation, 2001. ISBN 3-85743-707-3</p> <p>CD: im Lehrbuch inbegriffen (oder Teil "Anwenden" on-line via: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a>) Internet: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> vermittelt verschiedene weitere Zugänge zum Thema. Zudem werden CD's abgegeben, auf denen weitere Lehrmodule vorhanden sind.</p>																																																	
Literatur	<p>Hinweise auf Literaturen werden on-line zur Verfügung gestellt.</p>																																																	
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Testatbedingungen: Abgabe von zwei Übungen</p>																																																	
<b>151-0366-00L</b>	<b>Aircraft Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Ermanni</b>																																													



Kurzbeschreibung	This course is concerned with design and practical stress analysis of typical aircraft structural elements and components. It is complemented by calculation exercises and discussion of real-world problems.		
Lernziel	Main goal is to develop a solid understanding to solve engineering problems related to structural design, strength analysis and stability of aircraft structures.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aircraft design</li> <li>- Aircraft materials</li> <li>- Bending, shear and torsion of thin-walled beams</li> <li>- Aircraft loads</li> <li>- Wing &amp; empennage structures: Design and modelling, multi-cell design, ribs</li> <li>- Structural instability of aircraft structures</li> <li>- Fuselage structures: Design &amp; modelling, buckling, analysis of fuselage frames</li> <li>- Plane stress elements and load introduction</li> </ul>		
Skript	Lecture notes, handouts, exercises, and the script are available for download in a digital format. The lecture materials can be found via moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22485">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22485</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Attendance of the Bachelor course "Leichtbau" (Lightweight Construction) or equivalent, including knowledge of plate instability, profile failure, shear flow in lightweight structures is strongly recommended.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

---

<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
---------------------	------------------------------	----------	-------------	--------------	--------------------------

Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensors: algebra, linear operators</li> <li>2. Tensors: calculus</li> <li>3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition</li> <li>4. Kinematics: strain</li> <li>5. Kinematics: rates</li> <li>6. Global Balance: mass, momentum</li> <li>7. Stress: Cauchy's theorem</li> <li>8. Stress: alternative measures</li> <li>9. Invariance: observer</li> <li>10. Material Response: elasticity</li> </ol>				
Skript	None.				
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).				

---

<b>151-0520-00L</b>	<b>Multiscale Modeling</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kochmann</b>
---------------------	----------------------------	----------	-------------	-----------	--------------------

Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).				
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.				
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.				
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.				
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft		
		Verfahren und Technologien				geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen				geprüft		
		Entscheidungsfindung				gefördert		
		Medien und digitale Technologien				gefördert		
		Problemlösung				geprüft		
		Projektmanagement				gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation				gefördert
				Kooperation und Teamarbeit				gefördert
				Kundenorientierung				gefördert
				Menschenführung und Verantwortung				gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt				gefördert		
		Verhandlung				gefördert		
		Anpassung und Flexibilität				gefördert		
		Kreatives Denken				gefördert		
		Kritisches Denken				gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert		
<b>151-0548-00L</b>	<b>Manufacturing of Polymer Composites</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Ermanni</b>			
Kurzbeschreibung	The course covers polymer and fibers, textile technologies, process modelling, manufacturing technologies, quality control and testing, economic and ecological aspects. It combines lectures and tutorials to acquire a thorough knowledge and know-how in main aspects related to the modern manufacturing technologies of fiber reinforced polymer composites.							
Lernziel	To provide a thorough knowledge in manufacturing science and technology of advanced fiber reinforced polymer composites.							
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction</li> <li>- Fibers and fiber forms</li> <li>- Thermoset Composites: materials and processes</li> <li>- Thermoset Composites: materials and processes</li> <li>- Autoclave and Out-of-Autoclave processing</li> <li>- Liquid Composite Moulding (LCM)</li> <li>- Economical and ecological aspects</li> </ul>							
Skript	Lecture notes, handouts, exercises, and the script are available for download in a digital format. The lecture materials can be found via moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22497">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22497</a>							
Literatur	Literature list is included in the script.							
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft		
		Verfahren und Technologien				geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen				geprüft		
		Entscheidungsfindung				geprüft		
		Medien und digitale Technologien				gefördert		
		Problemlösung				geprüft		
		Projektmanagement				gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation				gefördert
				Kooperation und Teamarbeit				gefördert
				Kundenorientierung				gefördert
				Menschenführung und Verantwortung				gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt				gefördert		
		Verhandlung				gefördert		
		Anpassung und Flexibilität				geprüft		
		Kreatives Denken				geprüft		
		Kritisches Denken				geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik				geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft		
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>			
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.							

Lernziel	<p>Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design  Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge  Step 2: Select soft robotic actuator material  Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge  Step 4: Basic controller for robotic functionality</p> <p>Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios  Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario  Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario  Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario  Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation  Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills</p> <p>Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains  Step 1: Identify the moving aspects of the problem  Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom  Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge  Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain  Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings  Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions</p> <p>Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials  Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material  Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material  Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material  Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach</p>				
Inhalt	<p>Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.</p> <p>Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications  Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors  Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering  Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering  Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models  Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks  Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control</p>				
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.				
Literatur	All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				
Voraussetzungen / Besonderes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29.</li> <li>2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016.</li> <li>3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153.</li> <li>4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017).</li> <li>5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls.</li> <li>- Designed for students at the master's or PhD level.</li> <li>- Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

151-0740-00L	<b>Metal Additive Manufacturing – Fundamentals and Process Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Bambach, L. Deillon, E. Tosoratti, M. R. Tucker</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the fundamentals and process technology of additive manufacturing processes with a focus on metals. The principles and technologies of laser powder bed fusion, directed energy deposition as well as sintering processes will be introduced.				

Lernziel	The students will learn		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- the physics of the most important metal additive manufacturing processes including the interaction of energy sources (laser, electron beams, arc/plasma) and metals, the phenomena occurring during melting and solidification, the generation of stresses and defects</li> <li>- the capabilities and limits of these processes</li> <li>- the digital aspects of the process chains including preparation of geometries, slicing, hatching etc. including assessment of printability of a design</li> <li>- working principles of machines, equipment and technology</li> <li>- basics of sensors and process control</li> <li>- post processing steps and interaction with AM material</li> <li>- future trends in metal AM</li> </ul>		
Inhalt	Unit 1: Introduction to the AM workflow at the example of FDM Unit 2: Overview of Metal AM processes Unit 3: Making parts from weld beads Unit 4: Heat Flow, Melt Pool Dynamics, and Heat Sources Unit 5: Residual Stress and Distortion Unit 6: Simulation of AM Processes Unit 7: Laser Powder Bed Fusion - Build Layout Unit 8: Laser Powder Bed Fusion - Process Optimization and Design of Experiments Unit 9: Cost Modeling Unit 10: Machine Architecture Unit 11: Post-processing Unit 12: Materials for Metal AM Unit 13: Powder Fabrication and Characterization Unit 14: Directed Energy Deposition Unit 15: Binder Jetting and sinter-based AM Unit 16: Lightweight Design using AM		
Skript	The lecture slides and lecture notes will be distributed via moodle.		
Literatur	A list of references be given in the lecture.		
Voraussetzungen / Besonderes	Werkstoffe und Fertigung or a similar course		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

<b>151-3210-00L</b>	<b>Structural Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>T. Stankovic</b>
Kurzbeschreibung	The course covers fundamentals of structural optimization in terms of the optimal design of topology, shape, size and material for discrete and continuous representations of structures. It develops skills to formally state and model structural design tasks as optimization problems and select appropriate methods to solve them.				
Lernziel	The course covers fundamentals of structural optimization in terms of the optimal design of topology, shape, size and material for discrete and continuous representations of structures. After taking the course students will be able to express structural design problems as formal optimization problems. Students will also be able to select and apply a suitable optimization method given the nature of the optimization model. They will understand the foundations of the state-of-the art structural optimization methods in order to design more efficient and performance optimized technical products. The exercises are MATLAB based.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Topology optimization of truss structures</li> <li>- Topology optimization by distribution of isotropic material</li> <li>- Structural optimization for additive manufacture</li> </ul>				
Skript	Available on Moodle.				
Literatur	Suggested literature: Haftka, R. T., & Gürdal, Z. (2012). Elements of structural optimization (Vol. 11). Springer Science & Business Media. Bendsøe, M. P., & Sigmund, O. (2004). Optimization of structural topology, shape, and material (Vol. 414). Berlin etc: Springer.				
Voraussetzungen / Besonderes	There are no direct prerequisites for taking this course. However, prior knowledge regarding the fundamentals of mathematical programming methods and structural analysis is advisable.				

<b>327-2133-00L</b>	<b>Advanced Joining Technologies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Da Silva Duarte</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fundamental aspects of joining technologies of (dis)similar materials for severe operating conditions. Interface reaction processes of metal/alloys/ceramic. While focused on materials issues, issues related to joint design, processing, quality assurance, process economics, and joint performance in service will also be addressed.				
Lernziel	Technical goals, the student will be able to: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describe the fundamentals mechanisms of different joining technologies. Identify advantages and limitations of each method.</li> <li>2. Be able to apply the basic knowledge on phase diagrams in order to choose the best alloys for joining, process parameters (Temperature and time), joining methods and costs.</li> <li>3. Describe common types of joining defects and be able to describe their potential influences during application/service.</li> <li>4. Predict microstructures and/or phase transformations of materials after the joining process based on the phase diagrams information.</li> <li>5. Identify suitable characterization techniques (destructive and non-destructive testing) and assess the joining properties.</li> <li>6. Understand diffusion phenomena affecting joining interface during industrial applications and the materials limitations in aggressive environments.</li> <li>7. Identify and explain the influence of thermal stress affecting the joining interface of common engineering materials.</li> </ol>				

Inhalt	<p>The most important types of joining and interface mechanisms will be presented and discussed during the different lectures. For each specific joining technology, relevant technology aspects of the process, experimental characterization (destructive and non-destructive) methods will be presented always bringing industry examples for each joining technology. This combination allows the student to connect the basics of material science concepts with practical aspects of joining technology and the research on joining technologies.</p> <p>Following topics will be presented:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Joining Technologies</li> <li>2. Phase diagrams and thermodynamics; their importance in joining process</li> <li>3. The basic metallurgy of welding: Brazing, Transient-Liquid-Phase Bonding and Soldering</li> <li>4. Coatings and nano-reactive foils as filler materials</li> <li>5. Advanced joining of alloys and intermetallic alloys</li> <li>6. Advanced joining of polymers, ceramics and composites</li> <li>7. Advanced joining with dissimilar materials</li> <li>8. Characterization techniques: Destructive and Non-destructive methods</li> <li>9. Defects and joining reliability</li> <li>10. Corrosion environments and hydrogen embrittlement</li> <li>11. Joining technologies as repairing technique</li> <li>12. Other advanced joining methods (e.g. living tissue)</li> </ol>
Skript	A script in English covering the lecture content is available online on the ETHZ website. Hardcopies of the script will be distributed during the lecture.
Literatur	<p>The following books help to deep lecture contents on Advanced Joining Technologies and offers additional and more detailed description of the phenomena/methods presented in the lecture script:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Handbook of Plastics Joining: A Practical Guide, Edited by The Welding Institute, Cambridge, UK, ISBN: 978-0-8155-1581-4</li> <li>2) Solders and Soldering: Materials, Design, Production, and Analysis for Reliable Bonding; by Howard H., McGraw-Hill. ISBN-13: 978-0070399709</li> <li>3) Principles of Soldering by Giles Humpston and David M. Jacobson. ASM International, 2004. ISBN: 978-0-87170-792-5</li> <li>4) Principles of Brazing by Giles Humpston and David M. Jacobson. ASM International, 2004. ISBN: 0-87170-812-4</li> </ol>

<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO <sub>2</sub> sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.				
	Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.				
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.				
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>363-0448-00L</b>	<b>Global Operations Strategy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. von Dzengelevski</b>
Kurzbeschreibung	This course equips students aspiring to work in globally operating companies with a theoretical foundation and practical skills for the strategic configuration and coordination of global production networks.				
Lernziel	Students will be able to analyze, plan, and design factory networks. 1. Students will be able to analyze the strengths and weaknesses of a company's global factory network. 2. Students will be able to conduct a basic factory localization analysis and elaborate on the risks involved and the limitations of the chosen method. 3. Students will be familiar with key issues in managing global operations. 4. Students will develop an understanding of how companies' global operations relate to current global issues and challenges. 5. Students will be able to analyze a global productivity improvement program. 6. Additional skills: Students will acquire experience in teamwork, report writing, and presentation.				
Inhalt	The course "Global Operations Strategy" equips students with tools and knowledge that will help them successfully manage the global activities of multinational companies in their future careers. The world of business is changing at a rapid pace, and so is the international environment in which it is conducted, leading to a set of complex challenges which this course engages with. Where should factories be located in order to deliver high quality products quickly to customers at reasonable cost? Which products should a company make itself, and which should be outsourced? How can the productivity in a plant network be increased with the help of global improvement programs? Questions like these will be discussed in class from an academic perspective and will be illuminated by a number of leading industry practitioners. Furthermore, students will learn to view the global operations of companies in the context of current industry dynamics, a changing geopolitical landscape and pressing global challenges, such as climate change. To reinforce students' learning, students will complete practically-oriented group case study work on the basis of which students' performance will be assessed.				
	The course design features academic lectures followed by industry perspectives, so that students can reflect on the presented academic concepts and synthesize them with the insights and experiences of industry leaders. In terms of teaching style, students can expect a blend of approaches, including lectures on key concepts, vivid class discussions, guest contributions by managers, as well as case study presentations by peers. Additionally, Q&A sessions and individual feedback sessions for case study groups will be arranged.				
Skript	See Moodle				
Literatur	See Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: 363-0445-00L Production and Operations Management				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				

Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.
Voraussetzungen / Besonderes	Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  A laptop is needed with the below Systems Requirements: - Memory: 16 GB - Processor: 3rd gen i7 - DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM - Storage: 15 GB  Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).

<b>651-4219-00L</b>	<b>The Mineralogy of Steelmaking / Steel Plant Visit</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	Iron is utilised by mankind since thousands of years and the present day world wide production of about 1.5 billion tons of steel makes the latter to one of the most important and irreplaceable industrial products. This course will communicate the relevant solid-liquid-vapor reactions along the production route of an integrated steel plant as an example for applied mineralogy.			
Lernziel	This course will put emphasis on applied mineralogy and show how concepts, familiar to Earth scientists, are being applied to industrial processes.			
Inhalt	Integral part of this course is a visit to the UNESCO world cultural heritage site "Völklingen Ironworks" and a factory tour through a nearby steel producing site. The excursion will take place on the third to fourth day with one overnight stay.  The course will cover the following topics: - Basic information on the steelmaking industry - Pre-blast furnace processing of ores, coals and additives - Melting and reduction in the blast furnace - The "Basic Oxygen Furnace": de-carburisation, and the conversion from "hot metal" towards steel - Secondary steelmaking: de-oxidation and non-metallic inclusions - By-products: Chemistry, properties and applications of blast furnace and steelmaking slags - Chemistry and properties of refractory materials - The role of silicate liquids during casting steel - Industry excursion to an active steel producing site			
Voraussetzungen / Besonderes	Course dates: July 10th - 13th 2023			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert	

## ►► Science & Technology of the Small (MaP Doctoral School)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0620-00L</b>	<b>Embedded MEMS Lab</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Hierold, A. Güntner, M. Haluska</b>
Kurzbeschreibung	Practical course: Students are introduced to the process steps required for the fabrication of MEMS (Micro Electro Mechanical System) and carry out the fabrication and testing steps in the clean rooms themselves. Additionally, they learn the requirements for working in clean rooms. Processing and characterization will be documented and analyzed in a final report.				
Lernziel	Students learn the individual process steps that are required to make a MEMS (Micro Electro Mechanical System). Students carry out the process steps themselves in laboratories and clean rooms. Furthermore, participants become familiar with the special requirements (cleanliness, safety, operation of equipment and handling hazardous chemicals) of working in the clean rooms and laboratories. The entire production, processing, and characterization of the MEMS is documented and evaluated in a final report.				
Inhalt	With guidance from a tutor, the individual silicon microsystem process steps that are required for the fabrication of an accelerometer are carried out: - Photolithography, dry etching, wet etching, sacrificial layer etching, various cleaning procedures - Packaging and electrical connection of a MEMS device - Testing and characterization of the MEMS device - Written documentation and evaluation of the entire production, processing and characterization				
Skript	A document containing theory, background and practical course content is distributed in the informational meeting.				
Literatur	The document provides sufficient information for the participants to successfully participate in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are required to attend all scheduled lectures and meetings of the course.  Participating students are required to provide proof that they have personal accident insurance prior to the start of the laboratory portion of the course.  This master's level course is limited to 15 students per semester for safety and efficiency reasons. If there are more than 15 students registered, we regret to restrict access to this course by the following rules:  Priority 1: master students of the master's program in "Micro and Nanosystems"  Priority 2: master students of the master's program in "Mechanical Engineering" with a specialization in Microsystems and Nanoscale Engineering (MAVT-tutors Profs Hierold, Koumoutsakos, Nelson, Norris, Poulikakos, Pratsinis, Stemmer), who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 3: master students, who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 4: all other students (PhD, bachelor, master) with a background in silicon or microsystems process technology.  If there are more students in one of these priority groups than places available, we will decide with respect to (in following order) best achieved grade from 151-0621-00L Microsystems Technology, registration to this practicum at previous semester, and by drawing lots. Students will be notified at the first lecture of the course (introductory lecture) as to whether they are able to participate.  The course is offered in autumn and spring semester.				
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>

Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	<p>During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.</p> <p>Transducer fundamentals and test structures  Pressure sensors and accelerometers  Resonators and gyroscopes  RF MEMS  Acoustic transducers and energy harvesters  Thermal transducers and energy harvesters  Optical and magnetic transducers  Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS  Nanosystem concepts  Basic electronic circuits for sensors and microsystems</p>				
Skript	Handouts (on-line)				
<b>151-0520-00L</b>	<b>Multiscale Modeling</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kochmann</b>
Kurzbeschreibung	Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).				
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.				
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.				
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.				
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>



Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.		
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.		
Inhalt	I- INTRODUCTORY CONCEPTS 1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics 2. The optical near field 3. Reminders on light-matter interaction 4. Reminders on optical resonators  II- PLASMONICS 1. Surface plasmon polaritons 2. Localized surface plasmons 3. Hot carriers 4. Thermoplasmonics  III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS 1. Mie resonances in subwavelength particles 2. Electric versus magnetic resonances 3. Mode engineering and directional scattering 4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics  IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS 1. Photonic crystals 2. Metamaterials 3. Topological photonics 4. Flat optics, metasurfaces & metalenses  V- APPLICATIONS 1. Renewable energy 2. Biomedicine 3. Information and Communication Technology		
Skript	Class notes and handouts		
Literatur	- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet & Lalanne - Absorption and scattering of light by small particles - Bohren & Huffman - Thermoplasmonics - Baffou - Plasmonics - Maier		
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft

---

<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
---------------------	--------------------------	----------	-------------	--------------	---------------------

*Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"*

Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.		
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.		
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics - Historical Perspective - Schrödinger Equation - Postulates of Quantum Mechanics - Operators - Harmonic Oscillator - Hydrogen atom - Multielectron Atoms - Crystalline Systems - Spectroscopy - Approximation Methods - Applications in Engineering		
Skript	Class Notes and Handouts		
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.		
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II		

---

<b>227-0112-00L</b>	<b>High-Speed Signal Propagation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Bolognesi, T. Popovic</b>
---------------------	--------------------------------------	----------	-------------	--------------	---------------------------------

Kurzbeschreibung	Understanding of high-speed signal propagation in microwave cables and integrated circuits and printed circuit boards.  As clock frequencies rise in the GHz domain, there is a need grasp signal propagation to maintain good signal integrity in the face of symbol interference and cross-talk.  The course is of high value to all interested in high-speed analog (RF, microwave) or digital systems.		
------------------	--	--	--

Lernziel	<p>Understanding of high-speed signal propagation in interconnects, microwave cables and integrated transmission lines such as microwave integrated circuits and/or printed circuit boards.</p> <p>As system clock frequencies continuously rise in the GHz domain, a need urgently develops to understand high-speed signal propagation in order to maintain good signal integrity in the face of phenomena such as inter-symbol interference (ISI) and cross-talk.</p> <p>Concepts such as Scattering parameters (or S-parameters) are key to the characterization of networks over wide bandwidths. At high frequencies, all structures effectively become "transmission lines." Unless care is taken, it is highly probable that one ends-up with a bad transmission line that causes the designed system to malfunction.</p> <p>Filters will also be considered because it turns out that some of the problems associated by lossy transmission channels (lines, cables, etc) can be corrected by adequate filtering in a process called "equalization."</p>		
Inhalt	<p>Transmission line equations of the lossless and lossy TEM-transmission line. Introduction of current and voltage waves. Representation of reflections in the time and frequency domain. Application of the Smith chart. Behavior of low-loss transmission lines. Attenuation and impulse distortion due to skin effect. Transmission line equivalent circuits. Group delay and signal dispersion. Coupled transmission lines. Scattering parameters.</p> <p>Butterworth-, Chebychev- and Bessel filter approximations: filter synthesis from low-pass filter prototypes.</p>		
Skript	<p>Skript: Leitungen und Filter (DE) Lecture notes in English Exercise slides and problems in English</p>		
Literatur	<p>David M. Pozar, Microwave Engineering</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	<p>This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.</p>				
Lernziel	<p>A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be taught. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, couplers (MMI-couplers,...), Holograms,...</p>				
Inhalt	<p>Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser</p>				
Skript	<p>Lecture notes will be handed out.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) &amp; Bachelor Lectures on Physics.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert

<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emoras</b>
Kurzbeschreibung	<p>This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.</p>				
Lernziel	<p>The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particles any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.</p>				

Inhalt	The following topics will be addressed: - Introduction to quantum transport modeling - Bandstructure representation and effective mass approximation - Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation - Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation - Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations - Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors - Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor - Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...) - Multi-band transport models			
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>			
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
<b>227-0303-00L</b>	<b>Brain Inspired Computing: Bridging Device Physics to W Real-World Applications</b> <i>Previously named "Advanced Photonics" (up until HS23)</i>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>A. Emboras, G. Indiveri</b>
Kurzbeschreibung	The Lecture offers a thorough understanding of diverse nano-scale brain-inspired devices, covering the foundational physics behind their operation, spanning from classical descriptions to quantum principles. Additionally, it provides an overview of micro/nano-fabrication technologies. The lecture will conclude by exploring real-world applications inspired by the brain's functionality.			
Lernziel	General training in atomic/ionic opto-electronic devices, commonly known as memristors. The students will be equipped with a deep comprehension of theoretical principles and fabrication methods.  Participants will gain hands-on experience, reinforcing theoretical knowledge. The curriculum highlights the significance of memristors in various applications, such as communications, digital computing, and neuromorphic computing. This training equips students with insights into the crucial role memristors play in advancing these fields.			
Inhalt	The following topics will be addressed:  - Comprehensive insight into the physical mechanisms that govern ionic-atomic brain-inspired devices (memristors). - Introduction to the quantum electronic and atomic structure of materials. These physical principles will then be connected to device-level modeling of memristors developed for neuromorphic computing applications. - Micro/nano-fabrication technologies for advanced brain-inspired devices: introduction and examples of devices. The students will have the opportunity to visit Heidelberg Instruments for an overview of cutting-edge lithography tools, featuring a real-time demonstration. - Presentation of real-world applications in digital and neuromorphic computing.			
Skript	The presentation and the lecture notes will be provided every week.			
Literatur	"Atomic/Ionic Devices": <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistive Switching: From Fundamentals of Nanoionic Redox Processes to Memristive Device Applications, Daniele Ielmini and Rainer Waser, Wiley-VCH</li> <li>Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, A. Bard and L. Faulkner, John Wiley &amp; Sons, Inc.</li> <li>Molecular Electronics: An Introduction to Theory and Experiment, Elke Scheer and Juan Carlos Cuevas</li> </ul> "Micro and nano Fabrication": <ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. H. Gatzel, Prof. Volker Saile, Prof. Juerg Leuthold: Micro and Nano Fabrication, Springer</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor physics, physics of the electromagnetic field and thermodynamics.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
<b>227-0622-00L</b>	<b>Applications of Thermal Modeling: From Hot Atoms to W Heated Tissues</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Neufeld, M. Luisier</b>
Kurzbeschreibung	How about leveraging heat to cure cancer or to solve today's energy crisis? Computational simulation of heat-related phenomena from the atomic-scale to living organisms is key to achieve these goals and will be at the core of this multidisciplinary course. The necessary physics, modeling, and computing background will be covered, from theory to practical implementations in concrete applications.			

Lernziel	<p>During this course students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- learn the physics governing the formation and propagation of heat in solids and living human tissues;</li> <li>- discover how heat can be used in personalised cancer therapies or in thermoelectric applications to produce reusable energy;</li> <li>- develop computational models describing electromagnetically-induced heating;</li> <li>- get familiar with computational simulation techniques across a wide range of spatial scales, incl. methods for simulating in vivo heating, considering thermoregulation and perfusion, or more fundamental approaches that consider heat at the level of atomic vibrations;</li> <li>- implement and apply simulation techniques within a state-of-the-art open-source simulation platform for computational life sciences, and a framework for computer-aided design of nanoscale electronic devices;</li> <li>- learn about practical aspects related to performance-critical coding and numerics for computational simulations;</li> <li>- work on two small projects applying the theoretical concepts presented during the lectures to two specific real-world applications where heat modeling is required;</li> <li>- learn about current challenges of high social relevance associated with heat modeling.</li> </ul>																	
Inhalt	<p>The following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to electromagnetic heating, from its social relevance and history to its application in biology and electronics;</li> <li>- personalised therapies relying on local heating;</li> <li>- thermoelectricity (production of electricity from heat gradients);</li> <li>- microscopic/macroscopic thermal transport including governing equations, numerical methods to solve them, and applications;</li> <li>- numerical algorithms and their implementation, shared and distributed parallelization approaches and pitfalls, use of graphics processing units (GPUs) for hardware acceleration, and solutions for high performance computing;</li> <li>- usage of the Sim4Life simulation platform (therapy planning) and of the OMEN technology computer aided design tool (device simulation) as practical examples;</li> <li>- odel verification and validation.</li> </ul>																	
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/</a>																	
Voraussetzungen / Besonderes	This course is ideal for students who have an interest in computational sciences, a passion for interdisciplinarity, and generally enjoy problem-solving.																	
Kompetenzen	<p>The course requires a basic knowledge of Python scripting and C/C++ coding skills, undergraduate entry-level familiarity with electric and magnetic fields/forces, differential equations, calculus, and basic knowledge of biology and physics.</p> <table border="1"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Projektmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	Problemlösung	geprüft	Projektmanagement	geprüft	Anpassung und Flexibilität	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	Kritisches Denken	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																
	Problemlösung	geprüft																
	Projektmanagement	geprüft																
	Anpassung und Flexibilität	geprüft																
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft																
	Kritisches Denken	geprüft																
	<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2G</b> <b>V. Wood</b>																
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.																	
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.																	
Inhalt	<p>0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)</p> <p>Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).</p> <p>Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).</p> <p>Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).</p>																	
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.																	
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2A</b> <b>V. Wood</b>																	
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.																	
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.																	
Inhalt	<p>0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)</p> <p>Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).</p> <p>Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).</p> <p>Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).</p>																	
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.																	
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)																	

<b>227-0663-00L</b>	<b>Nano-Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Frimmer, L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Nano-Optics is the study of light-matter interaction at the sub-wavelength scale. It is an flourishing field of fundamental and applied research enabled by the rapid advance of nanotechnology. Nano-optics embraces topics such as plasmonics, optical antennas, optical trapping and manipulation, and high/super-resolution imaging and spectroscopy.				
Lernziel	Understanding concepts of light localization and light-matter interactions on the sub-wavelength scale.				
Inhalt	We start with the angular spectrum representation of fields to understand the classical resolution limit. We continue with the theory of strongly focused light, the point spread function, and resolution criteria of conventional microscopy, before turning to super-resolution techniques, based on near- and far-fields. We introduce the local density of states and approaches to control spontaneous emission rates in inhomogeneous environments, including optical antennas. Finally, we touch upon optical forces and their applications in optical tweezers.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Electromagnetic fields and waves (or equivalent) - Physics I+II				
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>
Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.				
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking. Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.				
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.				
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.				
<b>327-2142-00L</b>	<b>Organic Electronic Materials</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H. Frauenrath</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce students to the structural requirements of charge transport in organic materials as well as synthetic methods for their preparation.				
Lernziel	By the end of the course, the student must be able to: - Describe electronic structure of aromatic compounds, electron delocalisation - Draw molecular orbital diagrams of pi-conjugated systems - Discriminate charge generation mechanisms and species (solitons, polarons, bipolarons) - Apply synthesis methods appropriate for pi-conjugated molecules - Categorize different classes of organic electronic materials - Elaborate functioning of organic solar cells, field-effect transistors, light-emitting diodes				
Inhalt	1. Introduction, Motivation, and Overview - Research in Materials Related to Energy Conversion and Storage - Basics of Supramolecular Chemistry 2. Charge Transport in Organic Molecules and Materials - Chemical Bonding in Organic Molecules - Electron Delocalization in Molecules with pi-Conjugated Systems - Charge Generation and Transport in Molecules and Bulk Materials 3. Synthesis and Properties of Organic Electronic Materials - General Strategies - Oligo(phenylene)s and Poly(phenylene)s - Oligo(thiophene)s and Poly(thiophene)s - Poly(phenylene vinylene)s - Other Low Molecular Weight Organic Semiconductors 4. Fabrication and Characterization of Organic Electronic Devices - Organic Field-Effect Transistors (OFET) - Organic Light-Emitting Diodes (OLED) - Organic Solar Cells (OSC)				
<b>327-2202-00L</b>	<b>Size Effects in Materials</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	The core of this course explains how the behavior of materials changes, when their external dimensions become small (usually on the micro- to nanometer length scale) until quantum effects become dominant. This is illustrated by examples from all materials classes and further substantiated by case studies of applications ranging from micro- and nanoelectronics to optoelectronics.				
Lernziel	Teaching goals:  to learn which materials are used in electronics, microelectronics and optoelectronics and why  to understand how materials properties change when their external dimensions approach the micro- and nanoscale  to grasp the materials and processing issues involved in miniaturized electronic, mechanical and optical systems  to be exposed to state of the art technologies for fabrication and characterization of such systems				

Inhalt	The core of the course is the materials behavior in small dimensions. Focus will be put on scaling of electronic and mechanical properties, thin film mechanics, device reliability and integration issues when dissimilar materials are joined. Advanced characterization techniques specific to microcomponents will be presented. Finally possible future solutions to further miniaturization, such as carbon nanotubes or 3D integration molecular electronics, will be critically discussed.  Topics include:  Basics Scaling laws and size effects Energy scales in materials science Length scales in materials science Size-dependent color effects Mechanical properties Electronic properties Measuring properties Applications: Fabrication of microcomponents Materials for Microelectronics and MEMS/NEMS Materials for Transistors Quantum dots Novel materials for optical telecommunication, optical information processing, optical data storage and data display
Skript	Please visit the Moodle-link for this lecture
Literatur	"Thin Film Materials: Stress, Surface Evolution and Failure", L. B. Freund and S. Suresh, Cambridge University Press, 2003.  "Metal Based Thin Films for Electronics", K. Wetzig and C. M. Schneider (Eds.), Wiley-VCH, 2003  More literature will be announced in class.
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Good understanding of materials science, equivalent to the Bachelor Degree in Materials Science at ETH Zurich

<b>402-0206-00L</b>	<b>Quantum Mechanics II</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Krstic Marinkovic</b>
	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0206-10L Quantum Mechanics II" belegen.</i>				

Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.
Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.
Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.
Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics

<b>402-0275-00L</b>	<b>Quantum Electronics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>R. Grange, R. Chapman</b>
	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0275-10L Quantum Electronics" belegen.</i>				

Kurzbeschreibung	Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.
Lernziel	Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.
Inhalt	Propagation of light in dispersive media Light propagation through interfaces Interference and coherence Interferometry Fourier Optics Beam propagation Optical resonators Laser fundamentals Polarization optics Waveguides Nonlinear optics
Skript	Scripts will be distributed in class (online) via moodle
Literatur	Reference: Saleh, B.E.A., Teich, M.C.; Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc., newest edition

Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory lecture for physics students				
Kompetenzen	Prerequisites (minimal): vector analysis, differential equations, Fourier transformation				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0318-00L</b>	<b>Semiconductor Materials: Characterization, Processing and Devices</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Schön, W. Wegscheider</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction into the fundamentals of semiconductor materials. The main focus in this semester is on state-of-the-art characterization, semiconductor processing and devices.				
Lernziel	Basic knowledge of semiconductor physics and technology. Application of this knowledge for state-of-the-art semiconductor device processing				
Inhalt	1. Material characterization: structural and chemical methods 1.1 X-ray diffraction methods (Powder diffraction, HRXRD, XRR, RSM) 1.2 Electron microscopy Methods (SEM, EDX, TEM, STEM, EELS) 1.3 SIMS, RBS 2. Material characterization: electronic methods 2.1 van der Pauw technique 2.2 Hall effect 2.3 Cyclotron resonance spectroscopy 2.4. Quantum Hall effect 3. Material characterization: Optical methods 3.1 Absorption methods 3.2 Photoluminescence methods 3.3 FTIR, Raman spectroscopy 4. Semiconductor processing: lithography 4.1 Optical lithography methods 4.2 Electron beam lithography 4.3 FIB lithography 4.4 Scanning probe lithography 4.5 Direct growth methods (CEO, Nanowires) 5. Semiconductor processing: structuring of layers and devices 5.1 Wet etching methods 5.2 Dry etching methods (RIE, ICP, ion milling) 5.3 Physical vapor deposition methods (thermal, e-beam, sputtering) 5.4 Chemical vapor Deposition methods (PECVD, LPCVD, ALD) 5.5 Cleanroom basics & tour 6. Semiconductor devices 6.1 Semiconductor lasers 6.2 LED & detectors 6.3 Solar cells 6.4 Transistors (FET, HBT, HEMT)				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The "compulsory performance element" of this lecture is a short presentation of a research paper complementing the lecture topics. Several topics and corresponding papers will be offered on the moodle page of this lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
<b>402-0414-00L</b>	<b>Selected Topics in Quantum Many-Body Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu, E. Demler</b>
Kurzbeschreibung	New platforms for exploring quantum many-body physics include moire systems in van der Waals materials, terahertz metamaterials with ultrastrong light matter coupling, cold atoms in optical lattices with tunable geometry and ensembles of atoms or molecules with non-local interactions. This course will review concepts central to these systems.				
Lernziel	This course provides the background needed to understand current research in condensed matter systems and ultracold atoms. Lecture material is complemented by homework problems that give hands-on experience with the concepts introduced in class, as well as a final project that involves reviewing an influential paper in a relevant research area and presenting a summary in class.				

Inhalt	Topics covered in this class include: Bose and Fermi polarons, Feshbach resonances in atomic and solid state systems, realization of effective gauge fields for neutral particles, quantum impurity problems and the Kondo effect, magnetism in systems with nonlocal interactions and frustration, analyzing many-body states with noise, dynamics of open quantum systems, cavity QED, exciton condensation and new types of order in moire and bilayer systems.				
Skript	Hand-written lecture notes will be distributed.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires knowledge of MSc level Quantum Mechanics, Statistical Physics, Solid State Physics. Prior knowledge of atomic physics and quantum optics is useful but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>402-0444-00L</b>	<b>Dissipative Quantum Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course builds up on the material covered in the Quantum Optics course. The emphasis will be on analysis of dissipative quantum systems and quantum optics in condensed-matter systems.				
Lernziel	The course aims to provide the knowledge necessary for pursuing advanced research in the field of Quantum Optics in condensed matter systems. Fundamental concepts and techniques of Quantum Optics will be linked to experimental research in interacting photonic systems.				
Inhalt	Description of open quantum systems using master equation and quantum trajectories. Decoherence and quantum measurements. Dicke superradiance. Dissipative phase transitions. Signatures of electron-exciton and electron-electron interactions in optical response.				
Skript	Lecture notes will be provided				
Literatur	C. Cohen-Tannoudji et al., Atom-Photon-Interactions (recommended) Y. Yamamoto and A. Imamoglu, Mesoscopic Quantum Optics (recommended) A collection of review articles (will be pointed out during the lecture)				
Voraussetzungen / Besonderes	Masters level quantum optics knowledge				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>402-0447-00L</b>	<b>Quantum Science with Superconducting Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Wallraff, J.-C. Besse, C. Hellings</b>
Kurzbeschreibung	Superconducting Circuits provide a versatile experimental platform to explore the most intriguing quantum-physical phenomena and constitute one of the prime contenders to build quantum computers. Students will get a thorough introduction to the underlying physical concepts, the experimental setting, and the state-of-the-art of quantum computing in this emerging research field.				
Lernziel	Based on today's most advanced solid state platform for quantum control, the students will learn how to engineer quantum coherent devices and how to use them to process quantum information. The students will acquire both analytical and numerical methods to model the properties and phenomena observed in these systems. The course is positioned at the intersection between quantum physics and engineering.				
Inhalt	Introduction to Quantum information Processing -- Superconducting Qubits -- Quantum Measurements -- Experimental Setup & Noise Mitigation -- Open Quantum Systems -- Multi-Qubit Systems: Entangling gates & Characterization -- Quantum Error Correction -- Near-term Applications of Quantum Computers				
Voraussetzungen / Besonderes	All students and researchers with a general interest in quantum information science, quantum optics, and quantum engineering are welcome to this course. Basic knowledge of quantum physics is a plus, but not a strict requirement for the successful participation in this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>402-0466-15L</b>	<b>Quantum Optics with Photonic Crystals, Plasmonics and Metamaterials</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Scalari, J. Faist</b>
Kurzbeschreibung	In this lecture, we would like to review new developments in the emerging topic of quantum optics in very strongly confined structures, with an emphasis on sources and photon statistics as well as the coupling between optical and mechanical degrees of freedom.				



Lernziel	<p>Integration and miniaturisation have strongly characterised fundamental research and industrial applications in the last decades, both for photonics and electronics.</p> <p>The objective of this lecture is to provide insight into the most recent solid-state implementations of strong light-matter interaction, from micro and nano cavities to nano lasers and quantum optics. The content of the lecture focuses on the achievement of extremely subwavelength radiation confinement in electronic and optical resonators. Such resonant structures are then functionalized by integrating active elements to achieve devices with extremely reduced dimensions and exceptional performances. Plasmonic lasers, Purcell emitters are discussed as well as ultrastrong light matter coupling and opto-mechanical systems.</p>
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Light confinement <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Photonic crystals <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. Band structure</li> <li>1.1.2. Slow light and cavities</li> </ol> </li> <li>1.2. Plasmonics <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Light confinement in metallic structures</li> <li>1.2.2. Metal optics and waveguides</li> <li>1.2.3. Graphene plasmonics</li> </ol> </li> <li>1.3. Metamaterials <ol style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Electric and magnetic response at optical frequencies</li> <li>1.3.2. Negative index, cloaking, left-handedness</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>2. Light coupling in cavities <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Strong coupling <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Polariton formation</li> <li>2.1.2. Strong and ultra-strong coupling</li> </ol> </li> <li>2.2. Strong coupling in microcavities <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Planar cavities, polariton condensation</li> </ol> </li> <li>2.3. Polariton dots <ol style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. Microcavities</li> <li>2.3.2. Photonic crystals</li> <li>2.3.3. Metamaterial-based</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3. Photon generation and statistics <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Purcell emitters <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Single photon sources</li> <li>3.1.2. THz emitters</li> </ol> </li> <li>3.2. Microlasers <ol style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Plasmonic lasers: where is the limit?</li> <li>3.2.2. <math>g(1)</math> and <math>g(2)</math> of microlasers</li> </ol> </li> <li>3.3. Optomechanics <ol style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Micro ring cavities</li> <li>3.3.2. Photonic crystals</li> <li>3.3.3. Superconducting resonators</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

---

<b>402-0528-12L</b>	<b>Ultrafast Methods in Solid State Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Savoini, Y. Deng</b>
Kurzbeschreibung	<p>In condensed matter physics, “ultrafast” refers to dynamics on the picosecond and femtosecond time scales, the time scales where atoms vibrate and electronic spins flip. Measuring real-time dynamics on these time scales is key to understanding materials in nonequilibrium states. This course offers an overview and understanding of the methods used to accomplish this in modern research laboratories.</p>				
Lernziel	<p>The goal of the course is to enable students to identify and evaluate experimental methods to manipulate and measure the electronic, magnetic and structural properties of solids on the fastest possible time scales. This offers new fundamental insights on the couplings that bind solid-state systems together. It also opens the door to new technological applications in data storage and processing involving metastable states that can be reached only by driving systems far from equilibrium. This course offers an overview of ultrafast methods as applied to condensed matter physics. Students will learn which methods are appropriate for studying relevant scientific questions, and will be able to describe their relative advantages and limitations.</p>				

Inhalt	<p>The topical course outline is as follows:</p> <p>Chapter 1: Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Important time scales for dynamics in solids and their applications</li> <li>- Time-domain versus frequency-domain experiments</li> <li>- The pump-probe technique: general advantages and limits</li> </ul> <p>Chapter 2: Overview of ultrafast processes in solids</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrier dynamics in response to ultrafast laser interactions</li> <li>- Dynamics of the lattice: coherent vs. incoherent phonons</li> <li>- Ultrafast magnetic phenomena</li> </ul> <p>Chapter 3: Ultrafast optical-frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrafast laser sources (oscillators and amplifiers)</li> <li>- Generating broadband pulses</li> <li>- Second and third order harmonic generation</li> <li>- Optical parametric amplification</li> <li>- Fluorescence spectroscopy</li> <li>- Advanced optical pump-probe techniques</li> </ul> <p>Chapter 4: THz- and mid-infrared frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Low frequency interactions with solids</li> <li>- Difference frequency mixing</li> <li>- Optical rectification</li> <li>- Time-domain spectroscopy</li> </ul> <p>Chapter 5: VUV and x-ray frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synchrotron based sources</li> <li>- Free electron lasers</li> <li>- High-harmonic generation</li> <li>- X-ray diffraction</li> <li>- Time-resolved X-ray microscopy &amp; coherent imaging</li> <li>- Time-resolved core-level spectroscopies</li> </ul> <p>Chapter 6: Time-resolved electron methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrafast electron diffraction</li> <li>- Time-resolved electron microscopy</li> </ul>
--------	--

Skript	Will be distributed via moodle.
Literatur	Will be distributed via moodle.
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course "Ultrafast Processes in Solids" (402-0526-00L) is useful as a companion to this course, it is not a prerequisite.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>402-0532-00L</b>	<b>Quantum Solid State Magnetism</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zhu</b>
Kurzbeschreibung	This course is based on the principal modern tools used to study collective magnetic phenomena in the Solid State, namely correlation and response functions. It is quite quantitative, but doesn't contain any "fancy" mathematics. Instead, the theoretical aspects are balanced by numerous experimental examples and case studies. It is aimed at theorists and experimentalists alike.				
Lernziel	Learn the modern theoretical foundations and "language", as well as principles and capabilities of the latest experimental techniques, used to describe and study collective magnetic phenomena in the Solid State.				

Inhalt	<p>- Magnetic response and correlation functions. Analytic properties. Fluctuation-dissipation theorem. Experimental methods to measure static and dynamic correlations.</p> <p>- Magnetic response and correlations in metals. Diamagnetism and paramagnetism. Magnetic ground states: ferromagnetism, spin density waves. Excitations in metals, spin waves. Experimental examples.</p> <p>- Magnetic response and correlations of magnetic ions in crystals: quantum numbers and effective Hamiltonians. Application of group theory to classifying ionic states. Experimental case studies.</p> <p>- Magnetic response and correlations in magnetic insulators. Effective Hamiltonians. Magnetic order and propagation vector formalism. The use of group theory to classify magnetic structures. Determination of magnetic structures from diffraction data. Excitations: spin wave theory and beyond. "Triplons". Measuring spin wave spectra.</p>			
Skript	A comprehensive textbook-like script is provided.			
Literatur	In principle, the script is sufficient as study material. Additional reading:			
	<p>- "Magnetism in Condensed Matter" by S. Blundell</p> <p>- "Quantum Theory of Magnetism: Magnetic properties of Materials" by R. M. White</p> <p>- "Lecture notes on Electron Correlations and Magnetism" by P. Fazekas</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: 402-0861-00L Statistical Physics 402-0501-00L Solid State Physics</p> <p>Not prerequisite, but a good companion course: 402-0871-00L Solid State Theory 402-0257-00L Advanced Solid State Physics 402-0535-00L Introduction to Magnetism</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	
<b>402-0532-50L</b>	<b>Quantum Solid State Magnetism II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	This course covers the modern developments and problems in the field of solid state magnetism. It has the special emphasis on the phenomena that go beyond semiclassical approximation, such as quantum paramagnets, spin liquids and magnetic frustration. The course is aimed at both the experimentalists and theorists, and the theoretical concepts are balanced by the experimental data.			
Lernziel	Learn the modern approach to the complex magnetic phases of matter and the transitions between them. A number of theoretical approaches that go beyond the linear spin wave theory will be discussed during the course, and an overview of the experimental status quo will be given.			
Inhalt	<p>- Phase transitions in the magnetic matter. Classical and quantum criticality. Consequences of broken symmetries for the spectral properties. Absence of order in the low-dimensional systems. Berezinskii-Kosterlitz-Thouless transition and its relevance to "layered" magnets.</p> <p>- Failures of linear spin wave theory. Spin wave decays. Antiferromagnets as bosonic systems. Gapped "quantum paramagnets" and their phase diagrams. Extended spin wave theory. Magnetic "Bose-Einstein condensation".</p> <p>- Spin systems in one dimension: XY, Ising and Heisenberg model. Lieb-Schultz-Mattis theorem. Tomonaga-Luttinger liquid description of the XXZ spin chains. Spin ladders and Haldane chains. Critical points in one dimension and generalized phase diagram.</p> <p>- Effects of disorder in magnets. Harris criterion. "Spin islands" in depleted gapped magnets.</p> <p>- Introduction into magnetic frustration. Order-from-disorder phenomena and triangular lattice in the magnetic field. Frustrated chain and frustrated square lattice models. Exotic magnetic states in two dimensions.</p>			
Skript	A comprehensive textbook-like script is provided.			
Literatur	In principle, the script is sufficient as study material. Additional reading:			
	<p>- "Interacting Electrons and Quantum Magnetism" by A. Auerbach</p> <p>- "Basic Aspects of The Quantum Theory of Solids " by D. Khomskii</p> <p>- "Quantum Physics in One Dimension" by T. Giamarchi</p> <p>- "Quantum Theory of Magnetism: Magnetic properties of Materials" by R. M. White</p> <p>- "Frustrated Spin Systems" ed. H. T. Diep</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: 402-0861-00L Statistical Physics 402-0501-00L Solid State Physics</p> <p>Not prerequisite, but a good companion course: 402-0871-00L Solid State Theory 402-0257-00L Advanced Solid State Physics 402-0535-00L Introduction to Magnetism 402-0532-00L Quantum Solid State Magnetism I</p>			
<b>402-0533-00L</b>	<b>Quantum Acoustics and Optomechanics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>Y. Chu</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to the interaction of mechanical motion with electromagnetic fields in the quantum regime. There are parallels between the quantum descriptions of mechanical resonators, electrical circuits, and light, but each system also has its own unique properties. We will explore how interfacing them can be useful for technological applications and fundamental science.			

Lernziel	The course aims to prepare students for performing theoretical and/or experimental research in the fields of quantum acoustics and optomechanics. For example, after this course, students should be able to:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand and explain current research literature in quantum acoustics and optomechanics</li> <li>- predict and simulate the behavior of mechanical quantum systems using tools such as the QuTiP package in Python</li> <li>- apply concepts discussed in the class toward designing devices and experiments</li> </ul>		
Inhalt	The focus of this course will be on the properties of and interactions between mechanical and electromagnetic systems in the context of quantum information and technologies. We will only briefly touch upon precision measurement and sensing with optomechanics since it is the topic of another course (227-0653-00L). Some topics that will be covered are:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical motion and acoustics in solid state materials</li> <li>- Quantum description of motion, electrical circuits, and light.</li> <li>- Different models for quantum interactions: optomechanical, Jaynes-Cummings, etc.</li> <li>- Mechanisms for mechanical coupling to electromagnetic fields: piezoelectricity, electrostriction, radiation pressure, etc.</li> <li>- Coherent interactions vs. dissipative processes: phenomenon and applications in different regimes.</li> <li>- State-of-the-art electromechanical and optomechanical systems.</li> </ul>		
Skript	Notes will be provided for each lecture.		
Literatur	Parts of books and research papers will be used.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of quantum mechanics is required.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefordert gefordert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefordert gefordert gefordert gefordert gefordert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefordert geprüft geprüft

---

**402-0536-00L**    **Nanomagnetism and Spintronics**    **W**    **6 KP**    **3G**    **P. Gambardella, A. Vindigni**  
*Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY434 direkt an der UZH buchen.*

Kurzbeschreibung	This course focuses on magnetic phenomena that occur in ultra thin films, heterostructures, and nanomagnets, with emphasis on effects not encountered in bulk materials and on spintronics. The course will provide an introduction to magnetic textures, magnetotransport, charge-spin conversion, spin torques and their application to detect and manipulate the magnetization of spintronic devices.		
Lernziel	Understanding the most important concepts and applications of nanomagnets, including small structures, thin films, and multilayer devices. Being able to utilize and critically assess phenomenological models of magnetic phenomena and spin-dependent transport. Learn how and why magnetic storage, sensors, memories and logic concepts function. Understand and comment scientific articles at the front of research in this area. Learn to condense and present the results of a research articles so that colleagues can understand.		
Inhalt	Magnetization, magnetic domains, magnetic anisotropy; noncollinear spin textures in ultrathin magnetic films and multilayers; different types of magnetic couplings; interplay of charge and spin transport; spin torques and magnetization dynamics. Current-induced domain wall motion and magnetization switching. Applications: Magnetic data storage, magnetic memories, spin-based electronic devices.		
Skript	Lecture notes will be handed out (in English).		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M.D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press</li> <li>- Magnetic Surfaces, Thin Films and Nanostructures, P. Gambardella, S. Blügel, Springer Handbook of Surface Science</li> <li>- Spintronics Handbook: Spin Transport and Magnetism, Edited By E. Y. Tsymlal and I. Žutić; Routledge.</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	This course can be easily followed also without having attended the course "Introduction to Magnetism". Prior knowledge of electromagnetism is required. Language: English.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefordert geprüft gefordert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefordert gefordert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefordert gefordert

---

**402-0558-00L**    **Crystal Optics in Intense Light Fields**    **W**    **6 KP**    **2V+1U**    **M. Fiebig**  
*Findet dieses Semester nicht statt.*

Kurzbeschreibung Because of their aesthetic nature crystals are termed "flowers of mineral kingdom". The aesthetic aspect is closely related to the symmetry of the crystals which in turn determines their optical properties. It is the purpose of this course to stimulate the understanding of these relations with a particular focus on those phenomena occurring in intense light fields as they are provided by lasers.

Lernziel	In this course students will at first acquire a systematic knowledge of classical crystal-optical phenomena and the experimental and theoretical tools to describe them. This will be the basis for the core part of the lecture in which they will learn how to characterize ferroelectric, (anti)ferromagnetic and other forms of ferroic order and their interaction by nonlinear optical techniques. See also <a href="http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index">http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index</a> .			
Inhalt	Crystal classes and their symmetry; basic group theory; optical properties in the absence and presence of external forces; focus on magneto-optical phenomena; density-matrix formalism of light-matter interaction; microscopy of linear and nonlinear optical susceptibilities; second harmonic generation (SHG); characterization of ferroic order by SHG; outlook towards other nonlinear optical effects: devices, ultrafast processes, etc.			
Skript	Extensive material will be provided throughout the lecture.			
Literatur	(1) R. R. Birss, Symmetry and Magnetism, North-Holland (1966) (2) R. E. Newnham: Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford University (2005) (3) A. K. Zvezdin, V. A. Kotov: Modern Magneto-optics & Magneto-optical Materials, Taylor/Francis (1997) (4) Y. R. Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley (2002) (5) K. H. Bennemann: Nonlinear Optics in Metals, Oxford University (1999)			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in solid state physics and quantum (perturbation) theory will be very useful. The lecture is addressed to students in physics and students in materials science with an affinity to physics.			
<b>402-0596-00L</b>	<b>The Physics of Quantum Dot Qubits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>T. M. Ihn</b>
Kurzbeschreibung	The lecture discusses the basic physics concepts of quantum dot charge and spin qubits from the experimental viewpoint. Among them are the Coulomb and Spin blockade, qubit manipulation techniques including elements of circuit QED, relaxation and decoherence mechanisms as well as qubit read-out techniques.			
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of quantum dot qubits. They can critically reflect published research in this field and explain it to an audience of physicists. Students know and understand the fundamental phenomena related to qubit manipulation as well as decoherence and their significance. They are able to apply their knowledge to practical experiments in a modern research lab.			
Inhalt	1. Coulomb blockade and Constant Interaction Model, Excited State Spectroscopy 2. Rate equation model of state occupation and transport, resonant tunneling and co-tunneling 3. States in double quantum dots 4. Transport in double quantum dots 5. Charge qubit, Charge Noise and Phonon Relaxation 6. Spin States, Spin Blockade 7. Singlet-Triplet Qubit, Hyperfine Interaction 8. Charge detection, T1-time measurement 9. Spin-orbit interaction 10. AC excitation, Rabi oscillations 11. Landau-Zener-Tunneling, Landau-Zener Interference 12. Types of T2-times and their measurement 13. Qubit-Photon Coupling, Elements of Circuit QED 14. Qubit Implementations in Different Materials			
Skript	Parts of the lecture are based on the book: T. Ihn, Semiconductor Nanostructures: Quantum States and Electronic Transport, ISBN 978-0-19-953442-5, Oxford University Press, 2010.			
Voraussetzungen / Besonderes	A solid basis in quantum mechanics, electrostatics, quantum statistics and in solid state physics is required. Having passed the lecture Semiconductor Nanostructures (fall semester) may be advantageous, but is not required.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Problemlösung		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
<b>529-0134-01L</b>	<b>Functional Inorganics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b> <b>M. Kovalenko, K. Kravchik, T. Lippert, G. Raino</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the synthesis, properties and applications of inorganic materials. In particular, the focus is on photo-active coordination compounds, quasicrystals, nanocrystals (including nanowires), molecular precursors for inorganic materials and metal-organic frameworks.			
Lernziel	Understanding the structure-property relationship and the design principles of modern inorganic materials for prospective applications in photovoltaics, electrochemical energy storage (e.g. Li-ion batteries), thermoelectrics and photochemical and photoelectrochemical water splitting.			
Inhalt	(A) Introduction into the synthesis and atomic structure of modern molecular and crystalline inorganic materials. -Quasicrystals -Nanocrystals, including shape engineering -Molecular precursors (including organometallic and coordination compounds) for inorganic materials -Metal-organic frameworks -Photoactive molecules  (B) Applications of inorganic materials: -photovoltaics -Li-ion batteries -Thermoelectrics -Photochemical and photoelectrochemical water splitting -Light-emitting devices etc.			
Skript	will be distributed during lectures			
Literatur	will be suggested in the lecture notes			
Voraussetzungen / Besonderes	No special knowledge beyond undergraduate curriculum			
<b>529-0242-00L</b>	<b>Supramolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b> <b>Y. Yamakoshi, B. M. Lewandowski</b>
Kurzbeschreibung	Principles of molecular recognition: cation/anion complexation and their technological applications; complexation of neutral molecules in aqueous solution; non-covalent interactions involving aromatic rings; hydrogen bonding; molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures; thermodynamics and kinetics of complexation processes; synthesis of receptors; template effects.			

Lernziel	The objective of this class is to reach an understanding of the nature and magnitude of the intermolecular interactions and solvation effects that provide the driving force for the association between molecules and/or ions induced by non-covalent bonding interactions. The lecture (2 h) is complemented by a problem solving class (1 h) which focuses on receptor syntheses and other synthetic aspects of supramolecular chemistry.
Inhalt	Principles of molecular recognition: cation complexation, anion complexation, cation and anion complexation in technological applications, complexation of neutral molecules in aqueous solution, non-covalent interactions involving aromatic rings, hydrogen bonding, molecular self-assembly - a chemical approach towards nanostructures, thermodynamics and kinetics of complexation processes, synthesis of receptors, template effects.
Skript	Printed lecture notes will be available for purchase at the beginning of the class. Problem sets and answer keys will be available on-line.
Literatur	No compulsory textbooks. Literature for further reading will be presented during the class and cited in the lecture notes.
Voraussetzungen / Besonderes	Course prerequisite: classes in organic and physical chemistry of the first two years of studies.

<b>529-0610-01L</b>	<b>Interface Engineering of Materials</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C.-J. Shih</b>
Kurzbeschreibung	Advances in interface engineering, the control of molecular and charge behaviour between two phases, are driving the development of new technologies across many industrial and scientific fields. This course will review the fundamental engineering concepts required to analyse and solve problems at liquid-solid and solid-solid interfaces.				
Lernziel	Introduce the students to the engineering principles of energy, mass, and electron transport at the liquid-solid and solid-solid interfaces, for the applications in materials processing and electronic devices.				
Inhalt	PART A: Solid-Liquid Interface Chapter 1: Interface Phenomena Chapter 2: Crystallization and Crystal Growth Chapter 3: Electrical Double Layer Chapter 4: Electroosmotic Flow PART B: Solid-Solid Interface Chapter 5: Fundamentals of Electronic Materials Chapter 6: Junction Characteristics Chapter 7: Solar Cells and Light Emitting Diodes Chapter 8: Field-Effect Transistors				
Literatur	Hiemenz P.C., Rajagopalan R., Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd Edition. Deen W.M., Analysis of Transport Phenomena, 2nd Edition. Sze S.M. and Ng K.K., Physics of Semiconductor Devices, 3rd Edition.				
Voraussetzungen / Besonderes	Engineering Mathematics, Transport Phenomena, Undergraduate Physical Chemistry				

<b>529-0948-00L</b>	<b>Solid State Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>10P</b>	<b>M. Kovalenko, M. Kotyrba, S. Yakunin</b>
	<i>Belegung nur möglich bis 06.02.2024. Bevorzugung von Teilnehmenden, welche die Vorlesung «Inorganic Chemistry II» besucht haben.</i>				
Kurzbeschreibung	An introduction to single crystal growth with the Bridgman-Stockbarger technique and thin film preparation using melt processing and evaporation deposition. Physical characterization of single crystals and thin films.				
Lernziel	The practical laboratory course gives an insight into the growth of single crystals and their applications. Focus lies on the growth of semiconductor crystals, thin film preparation (melt & evaporation technique) of semiconducting materials and the measurement of their physical (optical & electronic) properties. Additionally, the complete work is documented in a detailed scientific report.				
Inhalt	The growth of perovskite (CsPbBr <sub>3</sub> ) semiconductor crystals using the Bridgman-Stockbarger technique as a model system for single crystals grown from the melt. Alternatively thin films derived over melt processing or via evaporation deposition are prepared. The preparation of crystals for physical measurements through cutting and polishing. Measuring optical characteristics (absorption) as well as electronic properties, including current-voltage (IV) measurements, time-of-flight, charge carrier recombination, charge extraction efficiencies, noise measurement and photodetection.				
Skript	Electronic version of the script will be provided.				
Literatur	All references in the script will be provided in .pdf-form, no other sources are needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Every participant works on 14 afternoons in a row (Tuesday - Thursday, 13:00 - 18:00) during the semester after being assigned to a group of two or three participants depending on the overall amount of participants. No further presence is demanded. Presence dates: 27.02. - 27.03.2024 28.02. - 28.03.2024 12.03. - 17.04.2024 20.03. - 25.04.2024 28.03. - 08.05.2024 11.04. - 16.05.2024 24.04. - 29.05.2024 25.04. - 30.05.2024  Preferences for the personal assignment can be considered.  Electronic enrollment is mandatory. (except ETH-external participants).  Safety concept: <a href="https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html">https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html</a>  By enrolling in this lab course, students confirm to thoroughly study all safety information and follow instructions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>636-0114-00L</b>	<b>Microsensors and Microsystems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Hierlemann</b>
	<i>Prerequisites: Physics I and Physics II highly recommended. This class builds on the contents of course 636-0103-00L, "Microtechnology", which are assumed to be known</i>				

Kurzbeschreibung	Students are introduced to microsensor and microsystem technology, the different materials and associated micromachining and fabrication techniques. They become acquainted with fundamentals of different transducers and their applications.		
Lernziel	Students are introduced to microsensor and microsystem technology. The students will get to know the different materials (silicon, glass, plastics) and the respective micromachining and fabrication techniques. They will become acquainted with the fundamentals of the different transducers including mechanical, thermal, magnetic, chemical, optical, and biosensors. They also will get to know strategies to integrate components into microsystems.		
Inhalt	Introduction to microensors and microsystems		
	# Brief introduction to semiconductors # Silicon and glass micromachining # Plastic materials and their micromachining # Fundamentals of different transducers # Mechanical sensors # Thermal sensors # Magnetic sensors # Optical devices # Chemical and biosensors # Microfluidics # BioMEMS		
Skript	Handouts in English		
Literatur	- S.M. Sze, "Semiconductor Devices, Physics and Technology", 2nd edition, Wiley, 2002 - W. Menz, J. Mohr, O. Paul, "Microsystem Technology", Wiley-VCH, 2001 - G. T. A. Kovacs, "Micromachined Transducers Sourcebook", McGraw-Hill, 1998 - M. J. Madou, "Fundamentals of Microfabrication", 2nd ed., CRC Press, 2002 - S.A. Campbell, "The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication", 2nd edition, Oxford University Press, 2001		
Voraussetzungen / Besonderes	Parts of the course rely on knowledge of the fall semester class "Microtechnology" (636-0103-00L). Lab URL: <a href="http://www.bel.ethz.ch">www.bel.ethz.ch</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

## ►► Soft Materials (MaP Doctoral School)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0324-00L</b>	<b>GL zum Bemessen von Kunststoffbauteilen</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. P. Terrasi</b>
Kurzbeschreibung	Unverstärkte und faserverstärkte Kunststoffe (FVWS) für tragende Anwendungen. Bemessungsansätze für unverstärkte Kunststoffe unter ruhender, kombinierter und schwingender Belastung. Stabilität und Bruchmechanik. Processing. Zusammensetzung von FVWS. Eigenschaften von Faser- und Matrixwerkstoffen. Verarbeitung und Bemessung von FVWS: Kontinuums- und Netztheorie, Stabilität und Langzeitverhalten.				
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen bezüglich Ingenieurbemessung mit unverstärkten und faserverstärkten Kunststoffen (FVWS) für tragende Anwendungen. Parallel zu der Präsentation der Grundlagen werden viele praktische Anwendungen behandelt.				

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Retrospective view</li> <li>1.2 State-of-the-art</li> <li>1.3 Prospects for the future</li> <li>1.4 References</li> </ol> </li>   <li>2. Engineering design with neat polymers and with random-oriented fibre reinforced polymers <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Scope of applications</li> <li>2.2 Static loading <ol style="list-style-type: none"> <li>2.21 Tensile- and compressive loading</li> <li>2.22 Flexural loading</li> <li>2.23 Combined loading</li> <li>2.24 Buckling</li> </ol> </li> <li>2.3 Fatigue</li> <li>2.4 Brittle failure</li> <li>2.5 Variable loading</li> <li>2.6 Thermal stresses</li> <li>2.7 To be subjected to aggressive chemicals</li> <li>2.8 Processing of neat polymers</li> <li>2.9 References</li> </ol> </li>   <li>3. Composition and manufacturing techniques for fibre reinforced polymers <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introduction</li> <li>3.2 Materials <ol style="list-style-type: none"> <li>3.21 Matrices</li> <li>3.22 Fibres</li> </ol> </li> <li>3.3 Manufacturing techniques <ol style="list-style-type: none"> <li>3.31 Hand lay-up moulding</li> <li>3.32 Directed fibre spray-up moulding</li> <li>3.33 Low pressure compression moulding</li> <li>3.34 High pressure compression moulding</li> <li>3.35 Pultrusion</li> <li>3.36 Centrifugal casting</li> <li>3.37 Filament winding</li> <li>3.38 Robots</li> <li>3.39 Remarks about the design of moulds</li> </ol> </li> <li>3.4 References</li> </ol> </li>   <li>4. Engineering design with high performance fibre reinforced polymers <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Introduction</li> <li>4.2 The unidirectional ply (or lamina) <ol style="list-style-type: none"> <li>4.21 Stiffness of the unidirectional ply</li> <li>4.22 Thermal properties of the unidirectional ply</li> <li>4.23 Failure criteria for the unidirectional ply</li> </ol> </li> <li>4.3 rules for the design of components made out of high performance fibre reinforced polymers</li> <li>4.4 Basics of the net theory <ol style="list-style-type: none"> <li>4.41 Assumptions and definitions</li> <li>4.42 Estimation of the fibre forces in a plies</li> </ol> </li> <li>4.5 Basics of the classical laminate theory (CLT) <ol style="list-style-type: none"> <li>4.51 Assumptions and definitions</li> <li>4.52 Elastic constants of multilayer laminate</li> <li>4.53 Strains and curvatures in a multilayer laminate due to mechanical loading</li> <li>4.54 Calculation of the stresses in the unidirectional plies due to mechanical loading</li> <li>4.55 Strains and curvatures in a multilayer laminate due to mechanical and thermal loading</li> <li>4.56 Calculation of the stresses in the unidirectional plies due to mechanical and thermal loading</li> <li>4.57 Procedure of stress analysis</li> <li>4.58 Taking account of the non-linear behaviour of the matrix</li> <li>4.59 Admissible stresses, evaluation of existing stresses</li> </ol> </li> <li>4.6 Pucks action plane fracture criteria</li> <li>4.7 Selected problems of buckling</li> <li>4.8 Selected problems of fatigue</li> <li>4.9 References</li> </ol> </li> </ol>				
Skript	The script will be distributed at the beginning of the course				
Literatur	The script is including a comprehensive list of references				
<b>151-0513-00L</b>	<b>Mechanics of Soft Materials and Tissues</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. E. Ehret</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to concepts for the constitutive modelling of highly deformable materials with non-linear properties is given in application to rubber-like materials and soft biological tissues. Related experimental methods for materials characterization and computational aspects of simulation are also briefly addressed.				
Lernziel	<p>After successful completion of the course students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• name important examples of the wide range of non-linear mechanical behaviours displayed by soft materials and tissues.</li> <li>• describe typical experimental set-ups for characterization soft materials and to critically interpret the corresponding experimental data.</li> <li>• explain basic physical concepts to relate the structure and mechanical properties of rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• discuss and safely apply mathematical concepts for modelling these materials.</li> <li>• explain, select and define suitable material models for rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• evaluate the response predicted by constitutive models in simple load cases.</li> </ul>				



Inhalt	Soft solids: rubber-like materials, gels, soft biological tissues Non-linear continuum mechanics: kinematics, stress, balance laws Mechanical characterization: experiments and their interpretation Constitutive modeling: basic principles Large strain elasticity: hyperelastic materials Rubber-elasticity: statistical vs. phenomenological models Biomechanics of soft tissues: composites, anisotropy, heterogeneity Dissipative behavior: examples and the concept of internal variables.				
Skript	Accompanying learning materials will be provided or made available for download during the course.				
Literatur	Recommended text: G.A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics - A continuum approach for engineering, 2000 L.R.G. Treloar, The physics of rubber elasticity, 3rd ed., 2005 P. Haupt, Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2nd ed., 2002				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in continuum mechanics is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				
Inhalt	1. Tensors: algebra, linear operators 2. Tensors: calculus 3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition 4. Kinematics: strain 5. Kinematics: rates 6. Global Balance: mass, momentum 7. Stress: Cauchy's theorem 8. Stress: alternative measures 9. Invariance: observer 10. Material Response: elasticity				
Skript	None.				
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge Step 2: Select soft robotic actuator material Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge Step 4: Basic controller for robotic functionality  Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills  Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains Step 1: Identify the moving aspects of the problem Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions  Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach				
Inhalt	Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.  Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control				
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class. All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				

Literatur	1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29. 2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016. 3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153. 4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017). 5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls. - Designed for students at the master's or PhD level. - Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.				
Skript	Class notes and handouts.				
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II				
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>327-1206-00L</b>	<b>Chemistry of Soft Materials</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Anastasaki, Y. Bao, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover the basic links between organic and polymer chemistry, state-of-the-art polymerization methods in industry and academia (e.g materials each method can synthesize), the synthesis of complex materials, chemical recycling of polymeric materials (chemistry, engineering, thermodynamics), polymeric nanoparticles (effect of shape on properties & applications and polymer electronics).				
Lernziel	The goal of the two courses combined is to present the students with a toolbox for materials engineers to design, study and make soft materials.				
Inhalt	Where physics, chemistry and biology meet engineering.				
Skript	Copies of the slides and a set of lecture notes will be provided.				
Literatur	For the first and the second part combined there are a few books of recommended reading, but there is no textbook that we will rigorously follow.				
	Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials Paperback by Ian W. Hamley ISBN-13: 978-0470516102 ISBN-10: 0470516100				
	Structured Fluids: Polymers, Colloids, Surfactants by Thomas A. Witten, Philip A. Pincus (Oxford) ISBN-13: 978-0199583829 ISBN-10: 019958382X				
<b>327-6200-00L</b>	<b>Reactivity in Micelles and Vesicles</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	keine Angaben
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Discussion of different aspects of the chemical reactivity in micelles and vesicles (liposomes) as polymolecular compartments..				
Lernziel	Deeper understanding of micelles and vesicles as self-organizing reaction compartments.				
Inhalt	With a few selected recent examples, properties of micelles and vesicles will be discussed with the respect to applications as reaction compartments.				
Skript	No script.				

<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO <sub>2</sub> sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.				
	Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.				
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.				
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0610-01L</b>	<b>Interface Engineering of Materials</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C.-J. Shih</b>
Kurzbeschreibung	Advances in interface engineering, the control of molecular and charge behaviour between two phases, are driving the development of new technologies across many industrial and scientific fields. This course will review the fundamental engineering concepts required to analyse and solve problems at liquid-solid and solid-solid interfaces.				
Lernziel	Introduce the students to the engineering principles of energy, mass, and electron transport at the liquid-solid and solid-solid interfaces, for the applications in materials processing and electronic devices.				
Inhalt	PART A: Solid-Liquid Interface Chapter 1: Interface Phenomena Chapter 2: Crystallization and Crystal Growth Chapter 3: Electrical Double Layer Chapter 4: Electroosmotic Flow PART B: Solid-Solid Interface Chapter 5: Fundamentals of Electronic Materials Chapter 6: Junction Characteristics Chapter 7: Solar Cells and Light Emitting Diodes Chapter 8: Field-Effect Transistors				
Literatur	Hiemenz P.C., Rajagopalan R., Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd Edition. Deen W.M., Analysis of Transport Phenomena, 2nd Edition. Sze S.M. and Ng K.K., Physics of Semiconductor Devices, 3rd Edition.				
Voraussetzungen / Besonderes	Engineering Mathematics, Transport Phenomena, Undergraduate Physical Chemistry				
<b>529-0941-00L</b>	<b>Introduction to Macromolecular Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Opris, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	Basic definitions, types of polyreactions, constitution of homo- and copolymers, networks, configurative and conformational aspects, contour length, coil formation, mobility, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of and examples for polyreactions.				
Lernziel	Understanding the significance of molecular size, constitution, configuration and conformation of synthetic and natural macromolecules for their specific physical and chemical properties.				

Inhalt	This introductory course on macromolecular chemistry discusses definitions, introduces types of polyreactions, and compares chain and step-growth polymerizations. It also treats the constitution of polymers, homo- and copolymers, networks, configuration and conformation of polymers. Topics of interest are contour length, coil formation, the mobility in polymers, glass temperature, rubber elasticity, molecular weight distribution, energetics of polyreactions, and examples for polyreactions (polyadditions, polycondensations, polymerizations). Selected polymerization mechanisms and procedures are discussed whenever appropriate throughout the course. Some methods of molecular weight determination are introduced.
Skript	Course materials (consisting of personal notes and distributed paper copies) are sufficient for exam preparation.
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be taught in English. Complicated expressions will also be given in German. Questions are welcome in English or German. The written examination will be in English, answers in German are acceptable. A basic chemistry knowledge is required.
	PhD students who need recognized credit points are required to pass the written exam.

<b>636-0112-00L</b>	<b>Analytical Methods and Lab-on-Chip Technology for Biology and Molecular Diagnostics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. S. Dittrich</b>
Kurzbeschreibung	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. Techniques for sample preparation, fluid handling, and detection, including microfluidics, microarray technology, immunological methods, sensors and biosensors, and various spectroscopic detection techniques				
Lernziel	Students will learn the basic principles, potential and limitations of analytical methods and lab-on-chip technology.				
Inhalt	Analytical methods are the key for a comprehensive understanding of biological systems. This course introduces into modern bioanalytical concepts and methods that are applied in the life sciences. The lecture includes discussions of highly topical studies.				
	Topics will include: Targets: Biomolecules, biomarkers, signalling factors – what and where to measure Detection: Fluorescence spectroscopy, related techniques and label-free detection methods Basic principles of microfluidics/lab-on-chip technology Applied microfluidics: Single-cell analysis, medical applications and point-of-care diagnostic Microarray technology Immunological methods Sensors and biosensors				
Skript	Handouts during the course .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>752-3104-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Rheology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. A. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	Food Rheology II addresses special topics in rheology such as suspension and emulsion rheology, extensional rheology, optical methods in rheology, and interfacial rheology.				
Lernziel	The rheology of complex materials such as solutions, emulsions, and suspension will be discussed. In addition, several advanced rheological techniques (extension, rheo-optics, interfacial rheology) will be introduced and discussed in light of material characterization of complex fluids.				
Inhalt	Lectures will be given on structure and rheology of complex fluids (8h), optical methods in rheology (4h), extensional rheology (4h), and interfacial rheology (6h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Attending Food Rheology I is beneficial but not mandatory. A short repetition of the basic principles of rheology will be given in the beginning of Food Rheology II.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

### ►► Strength & Durability of Materials (MaP Doctoral School)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0158-01L</b>	<b>Method of Finite Elements I</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Chatzi, A. Egger</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the fundamental concepts of the Method of Finite Elements, including element formulations, numerical solution procedures and modelling details. We aim to equip students with the ability to code algorithms (based on Python) for the solution of practical problems of structural analysis. DISCLAIMER: the course is not an introduction to commercial software.				
Lernziel	The Direct Stiffness Method is revisited and the basic principles of Matrix Structural Analysis are overviewed. The basic theoretical concepts of the Method of Finite Elements are imparted and perspectives for problem solving procedures are provided. Linear finite element models for truss and continuum elements are introduced and their application for structural elements is demonstrated. The Method of Finite Elements is implemented on practical problems through accompanying demonstrations and assignments.				

**Inhalt** Contents:  
 – Introductory concepts  
 In this introductory section, we discuss the background motivating adoption of finite element analysis and offer an overview of matrices and linear algebra.  
 – The Direct Stiffness Method  
 In this section, we overview the basic principles of the DSM method. We offer illustrative demos and exercises in Python.  
 – Formulation of the Method of Finite Elements  
 In this section, we overview the main ingredients to the formulation of the FE method, namely the Principle of Virtual Work; Isoparametric formulations. We discuss these formulations for both 1D Elements (truss, beam) and 2D Elements (plane stress/strain). We offer illustrative demos and exercises in Python.  
 – Practical application of the Method of Finite Elements  
 This section is concerned with use of the method into practice. We discuss practical considerations and move onto results interpretation onto realistic examples from actual use cases.

**Skript** The lecture notes are in the form of slides, available online from the course webpage:  
<https://chatzi.ibk.ethz.ch/education/method-of-finite-elements-i.html>

**Literatur** Structural Analysis with the Finite Element Method: Linear Statics, Vol. 1 & Vol. 2 by Eugenio Onate (available online via the ETH Library)

**Voraussetzungen / Besonderes** Supplemental Reading  
 Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996.

**Kompetenzen** Fachspezifische Kompetenzen

Konzepte und Theorien	geprüft
Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft
Analytische Kompetenzen	geprüft
Entscheidungsfindung	geprüft
Medien und digitale Technologien	geprüft
Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	gefördert
Kommunikation	geprüft
Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Kundenorientierung	geprüft
Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen	geprüft
Anpassung und Flexibilität	geprüft
Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken	geprüft
Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**101-0678-00L** **Wood Physics & Wood Materials** **W** **3 KP** **2G** **I. Burgert, G. A. De Freitas Siqueira, G. Panzarasa**

**Kurzbeschreibung** Fundamental relationships between structure and properties of wood and wood-based materials are covered. Based on the hierarchical structure of wood, the course conveys aspects of nanostructural characterization and micromechanical analysis. In view of recent wood material developments, concepts for the assembly of advanced wood materials and cellulose-based materials will be demonstrated.

**Lernziel** Wood is a renewable resource, which is increasingly used in engineering applications. Main objective of the course is a better understanding of physical properties of wood, wood-based materials and functional wood materials as well as the underlying relationships between structure and properties. This knowledge is fundamental for an appropriate use of wood and wood-based materials in common and new fields of application.

**Inhalt** The following topics are covered:  
 Hierarchical structure of wood and assembly of wood-based products  
 Wood properties, such as density, wood moisture content, swelling and shrinkage  
 Mechanical properties at different length scales  
 Nanostructural characterization  
 Materials from nanocellulose  
 Wood modification  
 Wood polymer composites  
 Wood hybrid materials  
 Functional wood materials

**Skript** Handouts will be provided prior to each lecture.

**Literatur** Niemz, P.; Sonderegger, W.: Holzphysik - Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, Hanser Verlag 2017  
 Bodig, J.; Jayne, B.A.: Mechanics of wood and wood composites. Krieger, Malabar, Florida 1993  
 Dunky, M.; Niemz, P.: Holzwerkstoffe und Leime. Springer, Berlin 2002  
 Wagenführ, A.; Scholz, F.: Taschenbuch der Holztechnik (Kapitel 1.4 und 2, P. Niemz), Hanser Verlag 2008

**Kompetenzen** Fachspezifische Kompetenzen Verfahren und Technologien gefördert  
 Methodenspezifische Kompetenzen Analytische Kompetenzen gefördert  
 Persönliche Kompetenzen Kritisches Denken gefördert

---

**151-0366-00L** **Aircraft Structures** **W** **4 KP** **3G** **P. Ermanni**

**Kurzbeschreibung** This course is concerned with design and practical stress analysis of typical aircraft structural elements and components. It is complemented by calculation exercises and discussion of real-world problems.

**Lernziel** Main goal is to develop a solid understanding to solve engineering problems related to structural design, strength analysis and stability of aircraft structures.

**Inhalt** - Aircraft design  
 - Aircraft materials  
 - Bending, shear and torsion of thin-walled beams  
 - Aircraft loads  
 - Wing & empennage structures: Design and modelling, multi-cell design, ribs  
 - Structural instability of aircraft structures  
 - Fuselage structures: Design & modelling, buckling, analysis of fuselage frames  
 - Plane stress elements and load introduction

Skript	Lecture notes, handouts, exercises, and the script are available for download in a digital format. The lecture materials can be found via moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22485">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22485</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Attendance of the Bachelor course "Leichtbau" (Lightweight Construction) or equivalent, including knowledge of plate instability, profile failure, shear flow in lightweight structures is strongly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	geprüft		
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			
<b>151-0513-00L</b>	<b>Mechanics of Soft Materials and Tissues</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. E. Ehret</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to concepts for the constitutive modelling of highly deformable materials with non-linear properties is given in application to rubber-like materials and soft biological tissues. Related experimental methods for materials characterization and computational aspects of simulation are also briefly addressed.				
Lernziel	After successful completion of the course students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• name important examples of the wide range of non-linear mechanical behaviours displayed by soft materials and tissues.</li> <li>• describe typical experimental set-ups for characterization soft materials and to critically interpret the corresponding experimental data.</li> <li>• explain basic physical concepts to relate the structure and mechanical properties of rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• discuss and safely apply mathematical concepts for modelling these materials.</li> <li>• explain, select and define suitable material models for rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• evaluate the response predicted by constitutive models in simple load cases.</li> </ul>				
Inhalt	Soft solids: rubber-like materials, gels, soft biological tissues Non-linear continuum mechanics: kinematics, stress, balance laws Mechanical characterization: experiments and their interpretation Constitutive modeling: basic principles Large strain elasticity: hyperelastic materials Rubber-elasticity: statistical vs. phenomenological models Biomechanics of soft tissues: composites, anisotropy, heterogeneity Dissipative behavior: examples and the concept of internal variables.				
Skript	Accompanying learning materials will be provided or made available for download during the course.				
Literatur	Recommended text: G.A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics - A continuum approach for engineering, 2000 L.R.G. Treloar, The physics of rubber elasticity, 3rd ed., 2005 P. Haupt, Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2nd ed., 2002				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in continuum mechanics is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				
Inhalt	1. Tensors: algebra, linear operators 2. Tensors: calculus 3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition 4. Kinematics: strain 5. Kinematics: rates 6. Global Balance: mass, momentum 7. Stress: Cauchy's theorem 8. Stress: alternative measures 9. Invariance: observer 10. Material Response: elasticity				
Skript	None.				
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).				
<b>151-0518-00L</b>	<b>Introduction to Finite Element Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Kochmann</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Computational Mechanics I: Intro to FEA"</i>				
Kurzbeschreibung	We discuss numerical methods for solving initial boundary value problems in solid mechanics (static/dynamic elastic problems of solids and structures, thermal problems). Focus is on finite differences and on the finite element method, its theoretical foundation, the choices made when using it, its application for solving problems of engineering interest, and the interpretation of results.				

Lernziel	By the end of this course, students will be able to apply the computational methods of finite differences (FDs) and finite elements (FEs) to analyze and solve mechanical and thermal engineering problems with a focus on elastic solids and structures. Specifically, students will be able to (1) solve initial boundary value problems by finite differences, (2) solve mechanical boundary value problems and initial boundary value problems by finite elements, and (3) create numerical code that implements finite difference and finite element techniques.		
Inhalt	1. Introduction, direct and indirect numerical methods. 2. Finite differences, stability analysis. 3. Variational methods. 4. Finite element method. 5. Structural elements (bars and beams). 6. 2D and 3D solid elements (isoparametric and simplicial elements), numerical quadrature. 7. Assembly, solvers, finite element technology. 8. Dynamics, vibrations. 9. Selected topics in finite element analysis.		
Skript	Lecture notes will be provided. Students are encouraged to take their own notes during class.		
Literatur	No textbook required; relevant reference material will be suggested.		
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics 1 & 2 and Dynamics.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

---

<b>151-0520-00L</b>	<b>Multiscale Modeling</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kochmann</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--------------------

Kurzbeschreibung	Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).			
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.			
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.			
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.			
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.			
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	

---

<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
---------------------	-------------------------------	----------	-------------	--------------	-------------------

Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc			
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.			

Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				
Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction into Nonlinear Optimization</li> <li>- Design of Experiments DoE</li> <li>- Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis</li> <li>- Optimization based on Meta Modeling Techniques</li> <li>- Shape and Topology Optimization</li> <li>- Robustness and Sensitivity Analysis</li> <li>- Fundamentals of Machine Learning</li> <li>- Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines</li> <li>- Supervised and unsupervised learning</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>327-2134-00L</b>	<b>Introduction to Metamaterials</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Galinski</b>
Kurzbeschreibung	The main course objectives are to introduce students to the exciting world of metamaterials designed for optical and mechanical applications. Focus is on its most important physical concepts and fabrication techniques.				
Lernziel	The main course objectives are to introduce students to the exciting world of metamaterials designed for optical and mechanical applications. Focus is on its most important physical concepts and fabrication techniques.				
Inhalt	Metamaterials are artificial designer materials with properties that may not be found in nature. They can be designed to possess unique electromagnetic or mechanical properties, which allow to explore new physical phenomena such as negative refraction and negative Poisson's ratio, negative compressibility transitions, perfect lenses, optical and mechanical cloaking. In addition, metamaterials are promising candidates to improve the environment by enhancing energy harvesting from the sun.				
	Topics to be covered: Metal optics and plasmonics, metamaterials and metasurfaces, epsilon-near-zero (ENZ) materials, negative refraction, negative Poisson ratio materials, plasmonic-enhanced light harvesting.				
<b>327-2228-00L</b>	<b>Corrosion and Assisted Cracking, and their Mitigation: Fundamentals and Advances</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Singh, K. M. Berg</b>
	<i>Number of participants limited to 12. Priority is given to doctoral students affiliated with the MaP Doctoral School.</i>				
Kurzbeschreibung	Corrosion of engineering alloys and its mitigation measures cost a developed economy ~4% of their GDP (~\$300b to the USA). This one-week block course is framed as a set of lectures on the basics of corrosion cracking and hydrogen embrittlement, followed by specialised topics.				
Lernziel	This short course will impart fundamental knowledge of corrosion and their different types, and their traditional mitigation measures. It will also include an overview of the catastrophic failures under the simultaneous roles of effects of corrosion and mechanical loading (viz., stress corrosion cracking and hydrogen embrittlement). Finally, building on the fundamentals, a few examples of recent advances on the topics will be presented.				
Inhalt	This one-week block course is framed as a set of lectures on the basics of corrosion cracking and hydrogen embrittlement, followed by specialised topics on:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>(i) The role of nano-/microstructure in corrosion/oxidation,</li> <li>(ii) Graphene and graphene-coatings for corrosion resistance,</li> <li>(iii) Corrosion and corrosion-assisted cracking issues of magnesium alloys in bioimplant applications, and</li> <li>(iv) Reinforcements for seawater sea sand concrete materials for civil engineering structures.</li> </ul>				
<b>327-4105-00L</b>	<b>Integrity of Materials and Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>G. Piskoty, M. Barbezat, T. Graule</b>
Kurzbeschreibung	The course approaches failures in metallic, ceramic and polymer components as well as structures.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Understanding common failure mechanisms of materials and structures</li> <li>2) Obtaining knowledge about the methodology of failure analysis</li> <li>3) Learning to apply the different investigation methods appropriately</li> </ol>				



Inhalt	<p><b>STRUCTURES:</b> In most failure cases, the material used is only one of various aspects to be considered. Consequently, successful failure analysis requires a comprehensive interdisciplinary approach. The systematic procedure, which involves the preservation of evidence, followed by establishing and evaluating hypotheses and completed by drawing conclusions, will be explored interactively, based on variegated failure cases.</p> <p><b>METALS:</b> After a brief overview of the most failure-relevant properties of metallic materials, focusing on steel, different common failure mechanisms and the related investigation approaches will be demonstrated based on case studies from different fields like transportation, machinery and building structures.</p> <p><b>CERAMICS:</b> Ceramics are used in applications where electrical insulation, resistance to wear, or the ability to withstand high temperatures are needed. Failure mechanisms in ceramic components under operating conditions are analyzed: corrosion due to fluids, erosion due to fluids loaded with particles, hot gas corrosion, creep.</p> <p><b>POLYMERS:</b> Methodology of failure analysis on polymer materials: system approach, mechanisms like aging in polymers, analysis of thermoplast, thermosets and elastomer failures based on application oriented cases. Team exercises on selected failure cases.</p>				
Skript	Handouts will be provided prior to lectures.				
Literatur	Recommended literature will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>376-1712-00L</b>	<b>Finite Element Analysis in Biomedical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Ferguson, B. Helgason</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering.				
Lernziel	Finite element analysis is a powerful simulation method for the (approximate) solution of boundary value problems. While its traditional roots are in the realm of structural engineering, the methods have found wide use in the biomedical engineering domain for the simulation of the mechanical response of the human body and medical devices. This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering. This domain offers many unique challenges, including multi-scale problems, multi-physics simulation, complex and non-linear material behaviour, rate-dependent response, dynamic processes and fluid-solid interactions. Theories taught are reinforced through practical applications in self-programmed and commercial simulation software, using e.g. MATLAB, ANSYS, FEBIO.				
Inhalt	<p>(Theory) The Finite Element and Finite Difference methods Gallerkin, weighted residuals, discretization</p> <p>(Theory) Mechanical analysis of structures Trusses, beams, solids and shells, DOFs, hand calculations of simple FE problems, underlying PDEs</p> <p>(Application) Mechanical analysis of structures Truss systems, beam systems, 2D solids, meshing, organ level analysis of bones</p> <p>(Theory and Application) Mechanical analysis of structures Micro- and multi-scale analysis, voxel models, solver limitations, large scale solvers</p> <p>(Theory) Non-linear mechanical analysis of structures Large strain, Newton-Rhapson, plasticity</p> <p>(Application) Non-linear mechanical analysis of structures Plasticity (bone), hyperelasticity, viscoelasticity</p> <p>(Theory and Application) Contact analysis Friction, bonding, rough contact, implants, bone-cement composites, pushout tests</p> <p>(Theory) Flow in Porous Media Potential problems, Terzhagi's consolidation</p> <p>(Application) Flow in Porous Media Confined and unconfined compression of cartilage</p> <p>(Theory) Heat Transfer and Mass Transport Diffusion, conduction and convection, equivalency of equations</p> <p>(Application) Heat Transfer and Mass Transport Sequentially-coupled poroelastic and transport models for solute transport</p> <p>(Theory) Computational Biofluid Dynamics Newtonian vs. Non-Newtonian fluid, potential flow</p> <p>(Application) Computational Biofluid Dynamics Flow between micro-rough parallel plates</p>				
Skript	Handouts consisting of (i) lecturers' script, (ii) selected excerpts from relevant textbooks, (iii) selected excerpts from theory manuals of commercial simulation software, (iv) relevant scientific publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with basic numerical methods. Programming experience with MATLAB.				

### ►► Sustainable & Bioinspired Materials (MaP Doctoral School)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0678-00L	Wood Physics & Wood Materials	W	3 KP	2G	I. Burgert, G. A. De Freitas Siqueira, G. Panzarasa

Kurzbeschreibung	Fundamental relationships between structure and properties of wood and wood-based materials are covered. Based on the hierarchical structure of wood, the course conveys aspects of nanostructural characterization and micromechanical analysis. In view of recent wood material developments, concepts for the assembly of advanced wood materials and cellulose-based materials will be demonstrated.				
Lernziel	Wood is a renewable resource, which is increasingly used in engineering applications. Main objective of the course is a better understanding of physical properties of wood, wood-based materials and functional wood materials as well as the underlying relationships between structure and properties. This knowledge is fundamental for an appropriate use of wood and wood-based materials in common and new fields of application.				
Inhalt	The following topics are covered: Hierarchical structure of wood and assembly of wood-based products Wood properties, such as density, wood moisture content, swelling and shrinkage Mechanical properties at different length scales Nanostructural characterization Materials from nanocellulose Wood modification Wood polymer composites Wood hybrid materials Functional wood materials				
Skript	Handouts will be provided prior to each lecture.				
Literatur	Niemz, P.; Sonderegger, W.: Holzphysik - Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, Hanser Verlag 2017 Bodig, J.; Jayne, B.A.: Mechanics of wood and wood composites. Krieger, Malabar, Florida 1993 Dunky, M.; Niemz, P.: Holzwerkstoffe und Leime. Springer, Berlin 2002 Wagenführ, A.; Scholz, F.: Taschenbuch der Holztechnik (Kapitel 1.4 und 2, P. Niemz), Hanser Verlag 2008				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>151-0318-00L</b>	<b>Ecodesign - Umweltgerechte Produktgestaltung</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Züst</b>
Kurzbeschreibung	Ecodesign hat zum Ziel, die Umweltleistung von Produkten insgesamt zu verbessern. Zugleich soll die ökonomische und marktseitige Situation verbessert werden. Die Vorlesung gliedert sich in drei Teile: Motivation und Einstieg ins Thema, methodische Grundlagen, sowie Anwendung in einem eigenen Kleinprojekt.				
Lernziel	Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen eines Unternehmens durch die eigenen Produkte in vor- und nachgelagerten Bereichen verursacht werden. Das Ziel von Ecodesign besteht darin, die Umweltauswirkungen eines Produktes über alle Produktlebensphasen insgesamt zu reduzieren. Die systematische Herleitung erfolgversprechender Verbesserungsmaßnahmen zu Beginn des Produktentwicklungsprozesses ist eine Schlüsselfähigkeit, die in der vorliegenden Vorlesung vermittelt werden soll. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen die ökonomischen und ökologischen Potentiale von ECODESIGN erkennen, Fähigkeiten erlernen, zielgerichtet erfolgversprechende Verbesserungsmaßnahmen zu ermitteln und die erworbenen Fähigkeiten an konkreten Beispielen anwenden können.				
Inhalt	Die Vorlesung ist in drei Blöcke unterteilt. Hier sollen die jeweiligen Fragen beantwortet werden: A) Motivation und Einstieg ins Thema: Welche Material- und Energieflüsse werden durch Produkte über alle Lebensphasen, d.h. von der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Distribution, Nutzung und Entsorgungen verursacht? Welchen Einfluss hat die Produktentwicklung auf diese Auswirkungen? B) Grundlagen zum ECODESIGN PILOT: Wie können systematisch über alle Produktlebensphasen hinweg betrachtet bereits zu Beginn der Produktentwicklung bedeutende Umweltauswirkungen erkannt werden? Wie können zielgerichtet diejenigen Ecodesign-Maßnahmen ermittelt werden, die das größte ökonomische und ökologische Verbesserungspotential beinhalten? C) Anwendung des ECODESIGN PILOT: Welche Produktlebensphasen bewirken den größten Ressourcenverbrauch? Welche Verbesserungsmöglichkeiten bewirken einen möglichst großen ökonomischen und ökologischen Nutzen? Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Praktische Beispiel bearbeitet.				
Skript	Für den Einstieg ins Thema ECODESIGN wurde verschiedene Lehrunterlagen entwickelt, die im Kurs zur Verfügung stehen und teilweise auch ein "distance learning" ermöglichen:  Lehrbuch: Wimmer W., Züst R.: ECODESIGN PILOT, Produkt-Innovations-, Lern- und Optimierungs-Tool für umweltgerechte Produktgestaltung mit deutsch/englischer CD-ROM; Zürich, Verlag Industrielle Organisation, 2001. ISBN 3-85743-707-3  CD: im Lehrbuch inbegriffen (oder Teil "Anwenden" on-line via: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> ) Internet: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> vermittelt verschiedene weitere Zugänge zum Thema. Zudem werden CD's abgegeben, auf denen weitere Lehrmodule vorhanden sind.				
Literatur	Hinweise auf Literaturen werden on-line zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Testatbedingungen: Abgabe von zwei Übungen				
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				
Inhalt	1. Tensors: algebra, linear operators 2. Tensors: calculus 3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition 4. Kinematics: strain 5. Kinematics: rates 6. Global Balance: mass, momentum 7. Stress: Cauchy's theorem 8. Stress: alternative measures 9. Invariance: observer 10. Material Response: elasticity				
Skript	None.				
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>

Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.		
Lernziel	<p>Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design  Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge  Step 2: Select soft robotic actuator material  Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge  Step 4: Basic controller for robotic functionality</p> <p>Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios  Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario  Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario  Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario  Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation  Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills</p> <p>Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains  Step 1: Identify the moving aspects of the problem  Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom  Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge  Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain  Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings  Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions</p> <p>Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials  Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material  Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material  Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material  Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach</p>		
Inhalt	<p>Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.</p> <p>Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications  Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors  Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering  Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering  Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models  Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks  Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control</p>		
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.		
Literatur	<p>All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29.</li> <li>2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016.</li> <li>3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153.</li> <li>4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017).</li> <li>5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.</li> </ol>		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls.</li> <li>- Designed for students at the master's or PhD level.</li> <li>- Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				

Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.				
	Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.				
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.				
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>227-0949-00L</b>	<b>Biological Methods for Engineers ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	The course during 8 afternoons (13h to 18h) covers basic laboratory skills and safety, cell culture, protein analysis, RNA/DNA Isolation and RT-PCR. Each topic will be introduced, followed by practical work at the bench. Presence during the course is mandatory.				
Lernziel	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Inhalt	The goal of this laboratory course is to give students practical exposure to basic techniques of cell and molecular biology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment is limited and students from the Master's programme in Biomedical Engineering (BME) have priority.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert geprüft geprüft gefördert
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>

Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				
Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.				
Voraussetzungen / Besonderes	Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  A laptop is needed with the below Systems Requirements: - Memory: 16 GB - Processor: 3rd gen i7 - DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM - Storage: 15 GB  Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).				
<b>376-1712-00L</b>	<b>Finite Element Analysis in Biomedical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Ferguson, B. Helgason</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering.				
Lernziel	Finite element analysis is a powerful simulation method for the (approximate) solution of boundary value problems. While its traditional roots are in the realm of structural engineering, the methods have found wide use in the biomedical engineering domain for the simulation of the mechanical response of the human body and medical devices. This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering. This domain offers many unique challenges, including multi-scale problems, multi-physics simulation, complex and non-linear material behaviour, rate-dependent response, dynamic processes and fluid-solid interactions. Theories taught are reinforced through practical applications in self-programmed and commercial simulation software, using e.g. MATLAB, ANSYS, FEBIO.				

Inhalt	<p>(Theory) The Finite Element and Finite Difference methods Galerkin, weighted residuals, discretization</p> <p>(Theory) Mechanical analysis of structures Trusses, beams, solids and shells, DOFs, hand calculations of simple FE problems, underlying PDEs</p> <p>(Application) Mechanical analysis of structures Truss systems, beam systems, 2D solids, meshing, organ level analysis of bones</p> <p>(Theory and Application) Mechanical analysis of structures Micro- and multi-scale analysis, voxel models, solver limitations, large scale solvers</p> <p>(Theory) Non-linear mechanical analysis of structures Large strain, Newton-Rhapson, plasticity</p> <p>(Application) Non-linear mechanical analysis of structures Plasticity (bone), hyperelasticity, viscoelasticity</p> <p>(Theory and Application) Contact analysis Friction, bonding, rough contact, implants, bone-cement composites, pushout tests</p> <p>(Theory) Flow in Porous Media Potential problems, Terzhagi's consolidation</p> <p>(Application) Flow in Porous Media Confined and unconfined compression of cartilage</p> <p>(Theory) Heat Transfer and Mass Transport Diffusion, conduction and convection, equivalency of equations</p> <p>(Application) Heat Transfer and Mass Transport Sequentially-coupled poroelastic and transport models for solute transport</p> <p>(Theory) Computational Biofluid Dynamics Newtonian vs. Non-Newtonian fluid, potential flow</p> <p>(Application) Computational Biofluid Dynamics Flow between micro-rough parallel plates</p>
Skript	Handouts consisting of (i) lecturers' script, (ii) selected excerpts from relevant textbooks, (iii) selected excerpts from theory manuals of commercial simulation software, (iv) relevant scientific publications.
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with basic numerical methods. Programming experience with MATLAB.

---

<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
---------------------	--	----------	-------------	--------------	------------------------

**Kurzbeschreibung** The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.

**Lernziel** The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.

In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.

Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.

Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.

For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.

**Inhalt** The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.

Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  
Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  
Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  
Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  
Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  
Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  
How to compare the performance of laboratory-based tomography  
Physical approaches in medicine and medical imaging  
Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  
Shape memory alloy-based medical implants  
From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  
Artificial muscles for treating severe incontinence  
Applying physics in medicine: Benefitting patients

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.  
No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-2226-00L	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students (MaP Doctoral School) ■</b> <i>Priority is given to doctoral students affiliated with the MaP Doctoral School.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>M. Trassin, K. M. Berg, A. Lauria, R. Nicolosi Libanori, S. Stepanow</b>
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.				
900-0100-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0101-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
900-0102-DRL	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
900-0103-DRL	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0104-DRL	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen

**Talk)***Only for doctoral students.**Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0105-DRL**    **Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)**    **W**    **2 KP**    **4S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0106-DRL**    **Transferable Skills Course I (1 week)**    **W**    **2 KP**    **4S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

---

**900-0107-DRL**    **Transferable Skills Course II (1 week)**    **W**    **2 KP**    **4S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

---

**900-0108-DRL**    **Transferable Skills Course III (1 week)**    **W**    **2 KP**    **4S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.

---

**900-0109-DRL**    **Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)**    **W**    **3 KP**    **6S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0110-DRL**    **Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)**    **W**    **3 KP**    **6S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0111-DRL**    **Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)**    **W**    **3 KP**    **6S**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*



Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft</b>					
<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

**900-0164-DRL**    **External Conference III (incl. Poster or Talk)**    **W**    **1 KP**    **2K**    Dozent/innen  
*Only for doctoral students.*

*Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.*

Kurzbeschreibung Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

#### Doktorat Materialwissenschaft - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

---

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS    European Credit Transfer and Accumulation System

KP    Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Mathematik

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Die Liste der Lehrveranstaltungen (samt der zugehörigen Anzahl Kreditpunkte) für Doktoratsstudentinnen und Doktoratsstudenten wird jedes Semester im Newsletter der ZGSM veröffentlicht.

<https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=861&keySemId=48&key1=0>

## ►► Graduate School

Offizielle Website der Zurich Graduate School in Mathematics: <http://www.zgsm.ch>

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5246-DRL	<b>Mathematics of Market Microstructure</b> <i>Doctoral students of I-Math (UZH) need to send an email to Jessica Bolsinger (info@zgsm.ch) with the course number. The email should have the subject „Graduate course registration (ETH)“.</i>	W	2 KP	2V	U. Cetin
Kurzbeschreibung	Nachdiplom lecture				
Lernziel	One of the main goals of the Market Microstructure Theory is to understand the temporary and permanent impacts of trade on the asset price and how the price- setting rules of market makers or exchanges evolve in time. While the temporary impacts arise as a result of inventory considerations of the market makers or dealers, the permanent impacts are due the asymmetric information in the market. Traders who are concerned with the price impacts of their trades, mainly due to the execution of large orders, are called strategic. The models that motivate the content of the course consider the equilibrium among strategic and non- strategic traders, and market makers. Our primary focus will be the Kyle model as well as the Glosten- Milgrom model, which are the canonical models of market microstructure that analyse in an equilibrium framework the price impact of trades and other liquidity measures. The analysis of the equilibrium in continuous time requires tools from stochastic filtering, potential theory of Markov processes (e.g. h- transforms and Markov bridges) and the theory of enlargement of filtrations. This course will develop the fundamental techniques from Markov processes theory that are needed for the study of such equilibria. Familiarity with Brownian motion, stochastic differential equations, Poisson process, and basic notions from martingale theory will be assumed. The topics that will be covered in the course include (most of) the following: 1. Brief overview of canonical models of market microstructure and the notion of equilibrium. Kyle's model in discrete time and related stability issues for its numerical solution. 2. A quick introduction to Markov processes and their nomenclature. One dimensional diffusions on the real line and their potential theory. 3. Static Markov bridges, h- transforms and their SDE representation. 4. Initial and progressive enlargement of filtrations. 5. Kyle model in continuous time with static signals. 6. Innovations approach to filtering and uniqueness of solutions of Kushner- Stratonovich equations. 7. Glosten- Milgrom model in continuous time and its relation with the Kyle model. 8. Kyle model with dynamic signals and dynamic Markov bridges. 9. Kyle equilibrium as an ill- posed inverse problem and its alternative reformulations. 10. Insider trading with legal penalties and quadratic BSDEs. 11. Connections with the Schroedinger problem. 12. Kyle model with options: an application of optimal transport. 13. Further extensions (risk aversion, stochastic volatility, high- frequency traders) and open problems.				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with Brownian motion, stochastic differential equations, Poisson process, and basic notions from martingale theory will be assumed.				
401-4054-DRL	<b>Ramsey Theory</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to info@zgsm.ch with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	W	1 KP	2V	Y. Wigderson
Kurzbeschreibung	Ramsey theory is one of the central topics in modern combinatorics, with applications and relations to many other parts of mathematics. This course introduces many of the fundamental results, techniques, and problems in Ramsey theory, covering both classical results and very recent breakthroughs. Applications to computer science, geometry, number theory, and other fields will also be discussed.				
Lernziel	Students will learn many of the main techniques used in the study of Ramsey theory. They will be expected to understand these techniques, the results they prove, and the significance of these results in other areas of mathematics. We will also expect them to be able to apply these techniques to related problems.				
Inhalt	Ramsey theory refers to a wide body of results and ideas, which can be summarized as "complete disorder is impossible". Indeed, Ramsey-theoretic results imply that, in a very wide range of disparate settings, any sufficiently large system contains a large structured subsystem.  The origins of Ramsey theory can be traced back more than a century, and it has been studied as a central part of combinatorics since at least the 1940s. Yet despite decades of intense research and tremendous achievements, there remain fundamental questions which are still wide open. Many of these questions have seen remarkable progress in recent years, including a number of spectacular breakthroughs in 2023.  The goal of this class is to introduce students to this beautiful and complex subject, with an equal focus on classical results, recent breakthroughs, widely-applicable techniques, and applications to other fields such as computer science, geometry, and number theory.				
Skript	Lectures will be on the blackboard only, but there will be a set of typeset lecture notes which follow the class closely.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a good familiarity with proof-based mathematics, and be able to write rigorous proofs. It will be helpful, but not strictly necessary, to have previous experience with discrete mathematics (e.g. an undergraduate graph theory course).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
401-3002-DRL	<b>Algebraic Topology II</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to info@zgsm.ch with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	W	3 KP	4G	L. Lewark
Kurzbeschreibung	This is a continuation course to Algebraic Topology I. The course will cover more advanced topics in algebraic topology including: cohomology of spaces, operations in homology and cohomology, duality.				

Literatur	1) G. Bredon, "Topology and geometry", Graduate Texts in Mathematics, 139. Springer-Verlag, 1997.  2) A. Hatcher, "Algebraic topology", Cambridge University Press, Cambridge, 2002.  The book can be downloaded for free at: <a href="http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	3) E. Spanier, "Algebraic topology", Springer-Verlag General topology, linear algebra, singular homology of topological spaces (e.g. as taught in "Algebraic topology I").  Some knowledge of differential geometry and differential topology is useful but not absolutely necessary.				
<b>401-3462-DRL</b>	<b>Functional Analysis II</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>M. Burger</b>
Kurzbeschreibung	The course will focus essentially on the theory of abelian Banach algebras and its applications to harmonic analysis on locally compact abelian groups, and spectral theorems. Time permitting we will talk about a fundamental property of highly non abelian groups, namely property (T); one of the spectacular applications thereof is the explicit construction of expander graphs.				
Lernziel	Acquire fluency with abelian Banach algebras in order to apply their theory to harmonic analysis on locally compact groups and to spectral theorems.				
Inhalt	Banach algebras and the spectral radius formula,  Gelfand's theory of abelian Banach algebras,  Locally compact groups, Haar measure, properties of the convolution product,  Locally compact abelian groups, the dual group, basic properties of the Fourier transform,  Positive definite functions and Bochner's theorem,  The Fourier inversion formula, Plancherel's theorem,  Pontryagin duality and consequences,  Regular abelian Banach algebras, minimal ideals and Wiener's theorem for general locally compact abelian groups. Applications to Wiener-Ikehara and the prime number theorem,  Gelfand's theory of abelian C*-algebras and applications to the spectral theorem for normal operators,  Property (T).				
Skript	<a href="https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view">https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view</a>				
Literatur	[EiWa] M. Einsiedler and T. Ward. Functional analysis, spectral theory, and applications. Vol. 276. Graduate Texts in Mathematics. Springer, 2017.  [GeRaSh] I. Gelfand, D. Raikov, and G. Shilov. Commutative normed rings. Translated from the Russian, with a supplementary chapter. Chelsea Publishing Co., New York, 1964.  [Ka] E. Kaniuth. A Course in Commutative Banach Algebras. Vol. 246. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 2009.  [RaVa] D. Ramakrishnan and R. J. Valenza. Fourier Analysis on Number Fields. Vol. 186. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 1999.  [Ru1] W. Rudin. Fourier Analysis on Groups. Interscience Tracts in Pure and Applied Mathematics 12. Interscience Publishers, New York-London, 1962.  [Ru2] W. Rudin. Functional Analysis. Second Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.  [Ru3] W. Rudin. Real and Complex Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, 1987.  [Ta] M. Takesaki. Theory of Operator Algebras I. Springer, New York, 1979.  [We] A. Weil. Basic Number Theory. Classics in Mathematics. Reprint of the second (1973) edition. Springer Berlin, Heidelberg, 1995.  [Zi] R. J. Zimmer. Essential Results of Functional Analysis. Chicago Lectures in Mathematics. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1990.				
Voraussetzungen / Besonderes	Point set topology,  Basic measure theory,				
Kompetenzen	Basics of functional analysis specifically: Banach-Steinhaus, Banach-Alaoglu, and Hahn-Banach. Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert		

<b>401-3532-DRL</b>	<b>Differential Geometry II</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to info@zgsm.ch with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>P. Hintz</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course of Differential Geometry I. Topics covered include: Introduction to Riemannian geometry: Riemannian manifolds, Levi-Civita connection, geodesics, Hopf-Rinow Theorem, curvature, second fundamental form, Riemannian submersions and coverings, Hadamard-Cartan Theorem, triangle and volume comparison.				
Lernziel	Providing an introductory invitation to Riemannian geometry.				
Literatur	- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser 1992 - S. Kobayashi, K. Nomizu "Foundations of Differential Geometry" Volume I, Wiley 1963 - B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry With Applications to Relativity, Academic Press 1983				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I (or basics of differentiable manifolds)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>401-3225-DRL</b>	<b>Introduction to Lie Groups</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to info@zgsm.ch with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Semola</b>
Kurzbeschreibung	Topological groups and Haar measure. Definition of Lie groups, examples of local fields and examples of discrete subgroups; basic properties; Lie subgroups. Lie algebras and relation with Lie groups: exponential map, adjoint representation. Semisimplicity, nilpotency, solvability, compactness: Killing form, Lie's and Engel's theorems. Definition of algebraic groups and relation with Lie groups.				
Lernziel	The goal is to have a broad though foundational knowledge of the theory of Lie groups and their associated Lie algebras with an emphasis on the algebraic and topological aspects of it.				
Literatur	A. Knapp: "Lie groups beyond an Introduction" (Birkhaeuser) A. Sagle & R. Walde: "Introduction to Lie groups and Lie algebras" (Academic Press, '73) F. Warner: "Foundations of differentiable manifolds and Lie groups" (Springer) H. Samelson: "Notes on Lie algebras" (Springer, '90) S. Helgason: "Differential geometry, Lie groups and symmetric spaces" (Academic Press, '78) A. Knapp: "Lie groups, Lie algebras and cohomology" (Princeton University Press)				
Voraussetzungen / Besonderes	Topology and basic notions of measure theory. A basic understanding of the concepts of manifold, tangent space and vector field is useful, but could also be achieved throughout the semester.				
<b>401-4571-DRL</b>	<b>Topology of Manifolds</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to info@zgsm.ch with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Cekic</b>
Kurzbeschreibung	This will be an introduction to geometric topology, a field of mathematics concerned with topological properties of manifolds. We will study both topological and smooth manifolds, and prove some fundamental results about them (like the Schoenflies theorem, the generalised Poincaré conjecture, the existence of exotic smooth structures), several of which have been awarded with Fields medals.				
Lernziel	At the end of the course students will be able to differentiate between three types of manifolds, give examples showing various phenomena, and prove some classical results. They will understand what kinds of arguments are used in each of the cases, and where the difficulties arise. Moreover, they will become familiar with many open problems that are guiding current research, especially in the peculiar dimension four.				
Inhalt	There are several notions of a manifold -- namely, topological, piecewise-linear, and smooth -- and only in 1956 did it become clear that these objects are in fact distinct, thanks to the construction by J. Milnor of multiple smooth structures on a single topological manifold. In this course we will start with basic definitions and properties of the three types of manifolds, building our way up to cover some fundamental results.				
	We will first study handle decompositions, transversality and the Whitney trick, the s-cobordism theorem, the Poincaré conjecture, and the Schoenflies theorem. Possible further topics include torus tricks, smoothing theory, exotic spheres, the Rohlin theorem, exotic 4-manifolds.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• See the lecture notes and a reference list at <a href="https://maths.dur.ac.uk/users/mark.a.powell/topological-manifolds.html">https://maths.dur.ac.uk/users/mark.a.powell/topological-manifolds.html</a></li> <li>• Hirsch, M. Differential topology. Graduate Texts in Mathematics, No. 33. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1976.</li> <li>• Kosinski, A. Differential manifolds. Pure and Applied Mathematics, 138. Academic Press, Inc., Boston, MA, 1993.</li> <li>• Scorpan, A. The wild world of 4-manifolds. American Mathematical Society, Providence, RI, 2005.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	We will assume familiarity with point-set topology, the fundamental group (as covered in the course Topology), homology (as covered in Algebraic Topology I), and some basics of differential topology and vector bundles (as covered in Differential Geometry I). Some familiarity with cohomology and Poincaré duality would be useful.				
<b>401-3582-DRL</b>	<b>Morse Homology</b> <i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to info@zgsm.ch with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3V</b>	<b>I. Datta</b>
Kurzbeschreibung	This is an introductory course on modern Morse theory. We will introduce Morse functions, Morse complex and Morse homology for closed manifolds. We will show invariance properties of the Morse complex and look at applications like Poincare duality. We will try to follow and cover Part I of "Morse theory and Floer homology" by Michèle Audin and Mihai Damian.				

Lernziel	To gain familiarity about Morse functions and understanding of main steps in developing a homology theory.			
Literatur	- Morse Theory and Floer Homology, by Michèle Audin and Mihai Damian (Springer) - Morse Theory, by John Milnor (Princeton University Press)			
Voraussetzungen / Besonderes	- Differential Geometry I - Basic familiarity with manifolds, tangent spaces, and functions and their differentials on manifolds. - Useful but not essential for the course: Algebraic Topology I			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert	
<b>401-8146-DRL</b>	<b>Hodge Theory and Algebraic Cycles, part 2 (University W of Zurich)</b>	<b>3 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>Uni-Dozierende</b>
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden. UZH Modulkürzel: MAT714DP</i>			
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>			
Kurzbeschreibung	Hodge theory is a powerful tool to study the cohomology of algebraic varieties. In this course, we will review the existence of the Hodge decomposition on the cohomology of smooth projective varieties. Following Deligne, we will explain how to generalise this to arbitrary varieties, using the notion of mixed Hodge structures. We then give several applications to the study of algebraic cycles.			
Inhalt	Hodge theory is a powerful tool to study the cohomology of algebraic varieties. In this course, we will review the existence of the Hodge decomposition on the cohomology of smooth projective varieties. Following Deligne, we will explain how to generalise this to arbitrary varieties, using the notion of mixed Hodge structures. We then give several applications to the study of algebraic cycles. In particular, we explain Griffiths' construction of cycles which are homologically trivial but not algebraically trivial. We will also prove Nori's connectivity theorem and give some of its applications.			
Literatur	Hodge Theory and Complex Algebraic Geometry, I & II, by Claire Voisin			
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with algebraic geometry and homological algebra will be assumed.			
<b>401-3052-DRL</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4V+1U</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>			
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem			
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.			
Skript	Lecture will be only at the blackboard.			
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"			
	Further literature links will be provided in the lecture.			
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.			
<b>401-4634-DRL</b>	<b>Diffusion Models, Sampling and Stochastic Localization</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>			
Kurzbeschreibung	This is a master/PhD level course to prepare students for academic research in Markov chain Monte Carlo sampling algorithms, diffusion generative models and the associated theory. We cover basic sampling algorithms, provide geometric intuitions and show frameworks for proving results in log-concave sampling.			
Lernziel	The main objective is to learn about the basic sampling algorithms such as ball walk, Langevin algorithms and Hamiltonian Monte Carlo. From these classic sampling algorithms, we make connections with the diffusion generative models, which are the state-of-the-art models for generating natural images. Additionally, we cover theoretical frameworks to prove convergence guarantees of sampling algorithms, including the stochastic localization technique.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Problemlösung	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
<b>401-3642-DRL</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4V+1U</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>			
Kurzbeschreibung	This course covers some basic objects of stochastic analysis. In particular, the following topics are discussed: construction and properties of Brownian motion, stochastic integration, Ito's formula and applications, stochastic differential equations and connection with partial differential equations.			

Lernziel	This course covers some basic objects of stochastic analysis. In particular, the following topics are discussed: construction and properties of Brownian motion, stochastic integration, Ito's formula and applications, stochastic differential equations and connection with partial differential equations.				
Skript	Lecture notes will be distributed in class.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016).</li> <li>- I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991).</li> <li>- D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005).</li> <li>- L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).</li> <li>- D.W. Stroock, S.R.S. Varadhan, Multidimensional Diffusion Processes, Springer (2006).</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in <ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004).</li> <li>- R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).</li> </ul>				
<b>401-4614-DRL</b>	<b>Condensation Phenomena in Random Trees</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Kortchemski</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				
Kurzbeschreibung	Limit theorems for random walks and random trees				
Lernziel	Consider a population that undergoes asexual and homogeneous reproduction over time, originating from a single individual and eventually ceasing to exist after producing a total of n individuals. What is the order of magnitude of the maximum number of children of an individual in this population when n tends to infinity? This question is equivalent to studying the largest degree of a large Bienaymé-Galton-Watson random tree. The goal of the course is to identify a regime where a condensation phenomenon occurs, in which the second greatest degree is negligible compared to the greatest degree. The use of the "one-big jump principle" of certain random walks will be a key tool for studying this phenomenon. Finally, we shall discuss applications of these results to other combinatorial models.				
Skript	will be available in electronic form				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>401-3904-DRL</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kurpisz</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.				
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Convex Optimization.</li> <li>- Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming.</li> <li>- Applications of Convex Optimization in science and engineering.</li> <li>- Algorithms for Convex Optimization.</li> </ul>				
Skript	A script will be provided.				
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441				
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-4658-DRL</b>	<b>Numerical Methods for Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>C. Schwab</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				



Kurzbeschreibung	TO BE ADJUSTED
Lernziel	Introduction to principal methods of option pricing. Emphasis on PDE-based methods. Prerequisite MATLAB and Python programming and knowledge of numerical mathematics at ETH BSc level. Introduce the main methods for efficient numerical valuation of derivative contracts in a Black Scholes as well as in incomplete markets due Levy processes or due to stochastic volatility models. Develop implementation of pricing methods in MATLAB and Python. Finite-Difference/ Finite Element based methods for the solution of the pricing integrodifferential equation.
Inhalt	TO BE ADJUSTED
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of option pricing. Wiener and Levy price process models. Deterministic, local and stochastic volatility models.</li> <li>2. Finite Difference Methods for option pricing. Relation to bi- and multinomial trees. European contracts.</li> <li>3. Finite Difference methods for Asian, American and Barrier type contracts.</li> <li>4. Finite element methods for European and American style contracts.</li> <li>5. Pricing under local and stochastic volatility in Black-Scholes Markets.</li> <li>6. Finite Element Methods for option pricing under Levy processes. Treatment of integrodifferential operators.</li> <li>7. Stochastic volatility models for Levy processes.</li> <li>8. Techniques for multidimensional problems. Baskets in a Black-Scholes setting and stochastic volatility models in Black Scholes and Levy markets.</li> <li>9. Introduction to sparse grid option pricing techniques.</li> </ol>
Skript	There will be english lecture notes as well as MATLAB or Python software for registered participants in the course.
Literatur	<p>Main reference (course text): N. Hilber, O. Reichmann, Ch. Schwab and Ch. Winter: Computational Methods for Quantitative Finance, Springer Finance, Springer, 2013.</p> <p>Supplementary texts: R. Cont and P. Tankov : Financial Modelling with Jump Processes, Chapman and Hall Publ. 2004.</p> <p>Y. Achdou and O. Pironneau : Computational Methods for Option Pricing, SIAM Frontiers in Applied Mathematics, SIAM Publishers, Philadelphia 2005.</p> <p>D. Lamberton and B. Lapeyre : Introduction to stochastic calculus Applied to Finance (second edition), Chapman &amp; Hall/CRC Financial Mathematics Series, Taylor &amp; Francis Publ. Boca Raton, London, New York 2008.</p> <p>J.-P. Fouque, G. Papanicolaou and K.-R. Sircar : Derivatives in financial markets with stochastic volatility, Cambridge Univeristy Press, Cambridge, 2000.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of Numerical Analysis/ Scientific Computing Techniques corresponding roughly to BSc MATH or BSc RW/CSE at ETH is expected. Basic programming skills in MATLAB or Python are required for the exercises, and are <code>_not_</code> taught in this course.

<b>401-3932-DRL</b>	<b>Mathematics for New Technologies in Finance</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>J. Teichmann, P. Harms</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				
	<i>Formerly until FS22: Machine Learning in Finance</i>				
Kurzbeschreibung	The course will deal with the following topics with rigorous proofs and many coding excursions: Universal approximation theorems, Stochastic gradient Descent, Deep networks and wavelet analysis, Deep Hedging, Deep calibration, Different network architectures, Reservoir Computing, Time series analysis by machine learning, Reinforcement learning, generative adversarial networks, Economic games.				
<b>401-4920-DRL</b>	<b>Market-Consistent Actuarial Valuation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, H. Furrer</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to market-consistent actuarial valuation. Topics: Stochastic discounting, full balance sheet approach, valuation portfolio in life and non-life insurance, technical and financial risks, risk management for insurance companies.				
Lernziel	Goal is to give the basic mathematical tools for describing insurance products within a financial market and economic environment and provide the basics of solvency considerations.				
Inhalt	In this lecture we give a full balance sheet approach to the task of actuarial valuation of an insurance company. Therefore we introduce a multidimensional valuation portfolio (VaPo) on the liability side of the balance sheet. The basis of this multidimensional VaPo is a set of financial instruments. This approach makes the liability side of the balance sheet directly comparable to its asset side.				
	The lecture is based on four sections:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Stochastic discounting</li> <li>2) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for life insurance products (with guarantees)</li> <li>3) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for a run-off portfolio of a non-life insurance company</li> <li>4) Measuring financial risks in a full balance sheet approach (ALM risks)</li> </ol>				

Literatur	<p>Market-Consistent Actuarial Valuation, 3rd edition. Wüthrich, M.V. EAA Series, Springer 2016. ISBN: 978-3-319-46635-4</p> <p>Wüthrich, M.V., Merz, M. Claims run-off uncertainty: the full picture. SSRN Manuscript ID 2524352 (2015).</p> <p>England, P.D, Verrall, R.J., Wüthrich, M.V. On the lifetime and one-year views of reserve risk, with application to IFRS 17 and Solvency II risk margins. Insurance: Mathematics and Economics 85 (2019), 74-88.</p> <p>Wüthrich, M.V., Embrechts, P., Tsanakas, A. Risk margin for a non-life insurance run-off. Statistics &amp; Risk Modeling 28 (2011), no. 4, 299--317.</p> <p>Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance. Wüthrich, M.V., Merz, M. Springer Finance 2013. ISBN: 978-3-642-31391-2</p> <p>Cheridito, P., Ery, J., Wüthrich, M.V. Assessing asset-liability risk with neural networks. Risks 8/1 (2020), article 16.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The exams ONLY take place during the official ETH examination period, and they will only be taken in person (no remote exams).</p> <p>This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>.</p> <p>Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.</p>				
<b>401-3936-DRL</b>	<b>Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, C. M. Buser</b>
	<p><i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i></p>				
Kurzbeschreibung	We study statistical methods in supervised learning for non-life insurance pricing such as generalized linear models, generalized additive models, Bayesian models, neural networks, classification and regression trees, random forests and gradient boosting machines.				
Lernziel	The student is familiar with classical actuarial pricing methods as well as with modern machine learning methods for insurance pricing and prediction.				
Inhalt	<p>We present the following chapters:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- generalized linear models (GLMs)</li> <li>- generalized additive models (GAMs)</li> <li>- neural networks</li> <li>- credibility theory</li> <li>- classification and regression trees (CARTs)</li> <li>- bagging, random forests and boosting</li> </ul>				
Skript	The lecture notes are available from: M.V. Wüthrich, C. Buser. Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing <a href="http://ssrn.com/abstract=2870308">http://ssrn.com/abstract=2870308</a>				
Literatur	M.V. Wüthrich, M. Merz. Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications <a href="http://ssrn.com/abstract=3822407">http://ssrn.com/abstract=3822407</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).</p> <p>This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a></p>				
Kompetenzen	Good knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-3917-DRL</b>	<b>Stochastic Loss Reserving Methods</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Dahms</b>
	<p><i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i></p>				
Kurzbeschreibung	Loss Reserving is one of the central topics in non-life insurance. Mathematicians and actuaries need to estimate adequate reserves for liabilities caused by claims. These claims reserves have influence all financial statements, future premiums and solvency margins. We present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate those loss reserves.				
Lernziel	Our goal is to present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate claim reserves. These methods enable us to set adequate reserves for liabilities caused by claims and to determine prediction errors of these predictions.				

Inhalt	We will present the following stochastic claims reserving methods/models: - Stochastic Chain-Ladder Method - Bayesian Methods, Bornhuetter-Ferguson Method, Credibility Methods - Distributional Models - Linear Stochastic Reserving Models, inclusive one practice lesson - Bootstrap Methods - Claims Development Result (solvency view) - Coupling of portfolios				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination periods.  This course will be held in English and counts towards the diploma "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .  Basic knowledge in probability theory is assumed, in particular conditional expectations.				
<b>401-3629-DRL</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Basic Concepts in Risk Management</li> <li>3. Empirical Properties of Financial Data</li> <li>4. Financial Time Series</li> <li>5. Extreme Value Theory</li> <li>6. Multivariate Models</li> <li>7. Copulas and Dependence</li> <li>8. Backtesting</li> <li>9. Operational Risk</li> </ol>				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools AJ McNeil, R Frey and P Embrechts Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition) <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.  The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-4656-DRL</b>	<b>AI in the Sciences and Engineering</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>S. Mishra, B. Moseley</b>
	<i>Only for ZGSM (ETH D-MATH and UZH I-MATH) doctoral students. The latter need to register at myStudies and then send an email to <a href="mailto:info@zgsm.ch">info@zgsm.ch</a> with their name, course number and student ID. Please see <a href="https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0">https://zgsm.math.uzh.ch/index.php?id=forum0</a></i>				
Kurzbeschreibung	AI is having a profound impact on science by accelerating discoveries across physics, chemistry, biology, and engineering. This course aims to present a highly topical selection of AI applications across these fields. Emphasis will be placed on using AI, particularly deep learning, to understand systems modelled by PDEs, and key scientific machine learning concepts and themes will be discussed.				
Lernziel	Learning objectives:  - Aware of advanced applications of AI in the sciences and engineering - Familiar with the design, implementation, and theory of these algorithms - Understand the pros/cons of using AI and deep learning for science - Understand key scientific machine learning concepts and themes				

Inhalt	A selection of the following topics will be presented in the lectures:		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Key scientific tasks common to many scientific domains, such as simulation, inverse problems, equation discovery, design, and control problems, and issues with traditional methods for solving them</li> <li>2. Physics-informed neural networks for solving forward, inverse and equation discovery problems related to PDEs</li> <li>3. Neural operators, including Fourier neural operators and DeepONets, for learning efficient surrogate models, and their theoretical foundations</li> <li>4. Differentiable scientific algorithms, neural differential equations, and the benefits of hybrid workflows</li> <li>5. AI for symbolic regression and equation discovery</li> <li>6. Applications of graph neural networks in science</li> <li>7. Guest lectures on AI for chemistry and biology</li> <li>8. Large language models and other Foundation models for scientific discovery</li> </ol>		
	Applications using these techniques will be illustrated across fluid dynamics, wave physics, medical physics, molecular design, and computational biology. Several examples where AI algorithms outperform traditional scientific workflows will be shown.		
Skript	Lecture slides, recordings, and tutorials will be available on Moodle.		
Literatur	All the material in the course is based on research articles written in last 1-3 years. The relevant references will be provided.		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- An understanding of basic ML concepts including supervised learning, overfitting/underfitting, optimisation, and neural networks is required; you should understand the main concepts in the ETH 252-0220-00L Introduction to Machine Learning course (but note, completing this course is not a formal requirement)</li> <li>- Familiar with PDEs and numerical methods for solving them</li> <li>- Basic competence in Python and some practical familiarity with deep learning frameworks (e.g. PyTorch, TensorFlow, or Keras)</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert

<b>401-3652-DRL</b>	<b>Numerical Methods for Hyperbolic Partial Differential Equations (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4V+1U</b>	Uni-Dozierende
	<i>Only for ETH D-MATH doctoral students and for doctoral students from the Institute of Mathematics at UZH. They need to register for the I-Math module MAT827DP.</i>				
Kurzbeschreibung	This course treats numerical methods for hyperbolic initial-boundary value problems, ranging from wave equations to the equations of gas dynamics. The principal methods discussed in the course are finite volume methods, including TVD, ENO and WENO schemes. Exercises involve implementation of numerical methods in MATLAB.				
Lernziel	The goal of this course is familiarity with the fundamental ideas and mathematical consideration underlying modern numerical methods for conservation laws and wave equations.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Introduction to hyperbolic problems: Conservation, flux modeling, examples and significance in physics and engineering.</li> <li>* Linear Advection equations in one dimension: Characteristics, energy estimates, upwind schemes.</li> <li>* Scalar conservation laws: shocks, rarefactions, solutions of the Riemann problem, weak and entropy solutions, some existence and uniqueness results, finite volume schemes of the Godunov, Engquist-Osher and Lax-Friedrichs type. Convergence for monotone methods and E-schemes.</li> <li>* Second-order schemes: Lax-Wendroff, TVD schemes, limiters, strong stability preserving Runge-Kutta methods.</li> <li>* Linear systems: explicit solutions, energy estimates, first- and high-order finite volume schemes.</li> <li>* Non-linear Systems: Hugoniot Locus and integral curves, explicit Riemann solutions of shallow-water and Euler equations. Review of available theory.</li> </ul>				
Skript	Lecture slides will be made available to participants. However, additional material might be covered in the course.				
Literatur	<p>H. Holden and N. H. Risebro, Front Tracking for Hyperbolic Conservation Laws, Springer 2011. Available online.</p> <p>R. J. LeVeque, Finite Volume methods for hyperbolic problems, Cambridge university Press, 2002. Available online.</p> <p>E. Godlewski and P. A. Raviart, Hyperbolic systems of conservation laws, Ellipses, Paris, 1991.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Having attended the course on the numerical treatment of elliptic and parabolic problems is no prerequisite.</p> <p>Programming exercises in MATLAB</p> <p>Former course title: "Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations"</p>				

## ►► Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5000-00L	Zurich Colloquium in Mathematics	E-	0 KP		M. Iacobelli, A. Bandeira, S. Mishra, R. Pandharipande, T. Rivière, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The lectures try to give an overview of "what is going on" in important areas of contemporary mathematics, to a wider non-specialised audience of mathematicians.				
401-5990-00L	Zurich Graduate Colloquium	E-	0 KP	0.5K	Uni-Dozierende, weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	The Graduate Colloquium is an informal seminar aimed at graduate students and postdocs whose purpose is to provide a forum for communicating one's interests and thoughts in mathematics.				
401-4530-00L	Geometry Graduate Colloquium	E-	0 KP	1K	Referent/innen

Kurzbeschreibung	Talks by doctoral students in the broad area of geometry for doctoral students and master students.				
<b>401-5110-00L</b>	<b>Number Theory Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>Ö. Imamoglu, E. Kowalski, R. Pink, G. Wüstholtz, S. Zerbes</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Vorträge über neue Themen aus der Forschung.				
Inhalt	Forschungsseminar in Algebra, Zahlentheorie und Geometrie, richtet sich insbesondere an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Doktorandinnen und Doktoranden.				
<b>401-5140-11L</b>	<b>Algebraic Geometry and Moduli Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>R. Pandharipande</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5350-00L</b>	<b>Analysis Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	F. Da Lio, A. Figalli, N. Hungerbühler, M. Iacobelli, T. Ilmanen, L. Kobel-Keller, S. Mayboroda, T. Riviere, J. Serra, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Inhalt	Research seminar in Analysis				
<b>401-5370-00L</b>	<b>Ergodic Theory and Dynamical Systems</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Akka Ginosar, M. Einsiedler, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5530-00L</b>	<b>Geometry Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. Feller, M. Burger, M. Einsiedler, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5580-00L</b>	<b>Symplectic Geometry Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. Biran, A. Cannas da Silva</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5330-00L</b>	<b>Talks in Mathematical Physics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Gaberdiel, G. M. Graf, P. Hintz, T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Inhalt	Forschungsseminar mit wechselnden Themen aus dem Gebiet der mathematischen Physik.				
<b>401-5650-00L</b>	<b>Zurich Colloquium in Applied and Computational Mathematics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Abgrall, R. Alaifari, H. Ammari, R. Hiptmair, S. Mishra, S. Sauter, C. Schwab</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5600-00L</b>	<b>Seminar on Stochastic Processes</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Nikeghbali, B. D. Schlein, V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5620-00L</b>	<b>Research Seminar on Statistics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. L. Bühlmann, Y. Chen, N. Meinshausen, J. Peters, J. Ziegel, A. Bandeira, R. Furrer, T. Hothorn, D. Kozbur</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5640-00L</b>	<b>ZüKoSt: Seminar on Applied Statistics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Kalisch, F. Balabdaoui, A. Bandeira, P. L. Bühlmann, Y. Chen, R. Furrer, T. Hothorn, L. Meier, N. Meinshausen, J. Peters, M. Robinson, F. Sigrüst, C. Strobl, J. Ziegel</b>
Kurzbeschreibung	5 bis 6 Vorträge zur angewandten Statistik.				
Lernziel	Kennenlernen von statistischen Methoden in ihrer Anwendung in verschiedenen Gebieten, besonders in Naturwissenschaft, Technik und Medizin.				
Inhalt	In 5-6 Einzelvorträgen pro Semester werden Methoden der Statistik einzeln oder überblicksartig vorgestellt, oder es werden Probleme und Problemtypen aus einzelnen Anwendungsgebieten besprochen. 3 bis 4 der Vorträge stehen in der Regel unter einem Semesterthema.				
Skript	Bei manchen Vorträgen werden Unterlagen verteilt. Eine Zusammenfassung ist kurz vor den Vorträgen im Internet unter <a href="http://stat.ethz.ch/talks/zukost">http://stat.ethz.ch/talks/zukost</a> abrufbar. Ankündigungen der Vorträge werden auf Wunsch zugesandt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dies ist keine Vorlesung. Es wird keine Prüfung durchgeführt, und es werden keine Kreditpunkte vergeben. Nach besonderem Programm. Koordinator M. Kalisch, Tel. 044 632 3435 Lehrsprache ist Englisch oder Deutsch je nach ReferentIn. Course language is English or German and may depend on the speaker.				
<b>401-5680-00L</b>	<b>Foundations of Data Science Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		<b>P. L. Bühlmann, A. Bandeira, H. Bölskei, J. Peters, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5660-00L</b>	<b>DACO Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Bandeira, R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5910-00L</b>	<b>Talks in Financial and Insurance Mathematics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>B. Acciaio, P. Cheridito, D. Possamaï, M. Schweizer, J. Teichmann, M. V. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Einführung in aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich "Insurance Mathematics and Stochastic Finance".				
Inhalt	<a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/courses/talks-in-imsf.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/courses/talks-in-imsf.html</a>				
<b>252-4202-00L</b>	<b>Seminar in Theoretical Computer Science</b>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Steger, B. Gärtner, M. Hoffmann, J. Lengler, D. Steurer, B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Presentation of recent publications in theoretical computer science, including results by diploma, masters and doctoral candidates.				
Lernziel	To get an overview of current research in the areas covered by the involved research groups. To present results from the literature.				

Voraussetzungen / Besonderes	This seminar takes place as part of the joint research seminar of several theory groups. Intended participation is for students with excellent performance only. Formal restriction is: prior successful participation in a master level seminar in theoretical computer science.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				

Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
<b>402-0180-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in Physics</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Beisert, V. Bondar</b>
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a context specific to research in physics.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.				
Inhalt	<p>Part I: A self-paced e-learning course in Moodle consisting of several modules on the foundations of ethics in research:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to moral theory</li> <li>- introduction to ethical issues that occur within scientific research (authorship, cooperation, data use and sharing as well as other aspects that are subject to scientific integrity and good scientific practice).</li> <li>- collecting resources: presentation of a variety of tools and resources that help identify ethical issues</li> <li>- setting up a strategy: example examination of a case regarding its ethical scope</li> <li>- making decisions: presentation of different ways of addressing ethical issues by making hard choices, solving ethical dilemmas and seeking advice.</li> </ul> <p>Part II: Two face-to-face workshops focus on applications and physics-specific aspects providing an interactive learning environment. Participants get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students. The workshops consist of several modules on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ethics introduction</li> <li>- dilemma discussions</li> <li>- case analyses</li> <li>- group work and discussions</li> <li>- role plays</li> <li>- sustainability aspects</li> <li>- dialogues with supervisor</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students of D-PHYS only.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0178-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students</b> ■ <b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>		<b>E. Bobst, G. Achermann</b>
	<i>This course is interdisciplinary and open for all. Please check whether your department or doctoral school offers this course. If so, we suggest that you enrol there.</i>				
	<i>The second part (face-to-face workshop) will be offered on three separate dates for a maximum of 24 students per session. You only need to attend one group session (one date only!). Please register in myStudies for one group session only.</i>				
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.				
Inhalt	This course introduces doctoral students to ethical issues that may occur during their research activities. After an introduction to ethics and good scientific practice, participants are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making (e-learning module on Moodle). In the second, face-to-face part, participants will have the opportunity to critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a discipline specific context.				
	The first part is a self-paced e-learning module. The second part provides an interactive learning environment face-to-face.				
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students only				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft



## ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0150-DRL	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0151-DRL	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0152-DRL	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	1 KP	2K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0153-DRL	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0154-DRL	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0155-DRL	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0156-DRL	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
900-0157-DRL	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
900-0158-DRL	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	W	2 KP	4K	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				

Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

#### Doktorat Mathematik - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Physik

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Achtung: Die hier angegebene Auswahl an Lehrveranstaltungen ist UNVOLLSTÄNDIG.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0248-00L</b>	<b>Electronics for Physicists II (Digital)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>Y. M. Acremann</b>
Kurzbeschreibung	The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.				
Lernziel	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.				
Inhalt	<p>The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.</p> <p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Combinational logic <ul style="list-style-type: none"> <li>Binary representations of numbers, binary arithmetic</li> </ul> </li> <li>Sequential logic <ul style="list-style-type: none"> <li>Counters, shift registers</li> <li>Finite state machines</li> </ul> </li> </ul> <p>Hardware description languages (mostly SystemVerilog)</p> <p>Field programmable gate arrays (FPGAs)</p> <p>Buses (parallel, serial)</p> <p>System-on-chip buses (APB, AXI4)</p> <p>Clock domain crossings</p> <p>Digital signal processing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The sampling theorem</li> <li>Z-transform,</li> <li>Digital filters</li> <li>Sampling rate conversion</li> <li>Frequency mixing</li> </ul> <p>The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface</li> <li>System-on-chip (FPGA based)</li> </ul>				
Skript	The slides will be made available on Moodle.				
Literatur	<p>Recomended:</p> <p>Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel or AMD machines) or Windows.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>402-0318-00L</b>	<b>Semiconductor Materials: Characterization, Processing and Devices</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Schön, W. Wegscheider</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction into the fundamentals of semiconductor materials. The main focus in this semester is on state-of-the-art characterization, semiconductor processing and devices.				
Lernziel	Basic knowledge of semiconductor physics and technology. Application of this knowledge for state-of-the-art semiconductor device processing				

Inhalt	1. Material characterization: structural and chemical methods 1.1 X-ray diffraction methods (Powder diffraction, HRXRD, XRR, RSM) 1.2 Electron microscopy Methods (SEM, EDX, TEM, STEM, EELS) 1.3 SIMS, RBS 2. Material characterization: electronic methods 2.1 van der Pauw technique 2.2 Hall effect 2.3 Cyclotron resonance spectroscopy 2.4. Quantum Hall effect 3. Material characterization: Optical methods 3.1 Absorption methods 3.2 Photoluminescence methods 3.3 FTIR, Raman spectroscopy 4. Semiconductor processing: lithography 4.1 Optical lithography methods 4.2 Electron beam lithography 4.3 FIB lithography 4.4 Scanning probe lithography 4.5 Direct growth methods (CEO, Nanowires) 5. Semiconductor processing: structuring of layers and devices 5.1 Wet etching methods 5.2 Dry etching methods (RIE, ICP, ion milling) 5.3 Physical vapor deposition methods (thermal, e-beam, sputtering) 5.4 Chemical vapor Deposition methods (PECVD, LPCVD, ALD) 5.5 Cleanroom basics & tour 6. Semiconductor devices 6.1 Semiconductor lasers 6.2 LED & detectors 6.3 Solar cells 6.4 Transistors (FET, HBT, HEMT)				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The "compulsory performance element" of this lecture is a short presentation of a research paper complementing the lecture topics. Several topics and corresponding papers will be offered on the moodle page of this lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert		
<b>402-0414-00L</b>	<b>Selected Topics in Quantum Many-Body Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu, E. Demler</b>
Kurzbeschreibung	New platforms for exploring quantum many-body physics include moire systems in van der Waals materials, terahertz metamaterials with ultrastrong light matter coupling, cold atoms in optical lattices with tunable geometry and ensembles of atoms or molecules with non-local interactions. This course will review concepts central to these systems.				
Lernziel	This course provides the background needed to understand current research in condensed matter systems and ultracold atoms. Lecture material is complemented by homework problems that give hands-on experience with the concepts introduced in class, as well as a final project that involves reviewing an influential paper in a relevant research area and presenting a summary in class.				
Inhalt	Topics covered in this class include: Bose and Fermi polarons, Feshbach resonances in atomic and solid state systems, realization of effective gauge fields for neutral particles, quantum impurity problems and the Kondo effect, magnetism in systems with nonlocal interactions and frustration, analyzing many-body states with noise, dynamics of open quantum systems, cavity QED, exciton condensation and new types of order in moire and bilayer systems.				
Skript	Hand-written lecture notes will be distributed.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires knowledge of MSc level Quantum Mechanics, Statistical Physics, Solid State Physics. Prior knowledge of atomic physics and quantum optics is useful but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		
<b>402-0444-00L</b>	<b>Dissipative Quantum Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This course builds up on the material covered in the Quantum Optics course. The emphasis will be on analysis of dissipative quantum systems and quantum optics in condensed-matter systems.				
Lernziel	The course aims to provide the knowledge necessary for pursuing advanced research in the field of Quantum Optics in condensed matter systems. Fundamental concepts and techniques of Quantum Optics will be linked to experimental research in interacting photonic systems.				
Inhalt	Description of open quantum systems using master equation and quantum trajectories. Decoherence and quantum measurements. Dicke superradiance. Dissipative phase transitions. Signatures of electron-exciton and electron-electron interactions in optical response.				
Skript	Lecture notes will be provided				
Literatur	C. Cohen-Tannoudji et al., Atom-Photon-Interactions (recommended) Y. Yamamoto and A. Imamoglu, Mesoscopic Quantum Optics (recommended) A collection of review articles (will be pointed out during the lecture)				
Voraussetzungen / Besonderes	Masters level quantum optics knowledge				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>402-0466-15L</b>	<b>Quantum Optics with Photonic Crystals, Plasmonics and Metamaterials</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Scalari, J. Faist</b>
Kurzbeschreibung	In this lecture, we would like to review new developments in the emerging topic of quantum optics in very strongly confined structures, with an emphasis on sources and photon statistics as well as the coupling between optical and mechanical degrees of freedom.				
Lernziel	Integration and miniaturisation have strongly characterised fundamental research and industrial applications in the last decades, both for photonics and electronics. The objective of this lecture is to provide insight into the most recent solid-state implementations of strong light-matter interaction, from micro and nano cavities to nano lasers and quantum optics. The content of the lecture focuses on the achievement of extremely subwavelength radiation confinement in electronic and optical resonators. Such resonant structures are then functionalized by integrating active elements to achieve devices with extremely reduced dimensions and exceptional performances. Plasmonic lasers, Purcell emitters are discussed as well as ultrastrong light matter coupling and opto-mechanical systems.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Light confinement <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Photonic crystals <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. Band structure</li> <li>1.1.2. Slow light and cavities</li> </ol> </li> <li>1.2. Plasmonics <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Light confinement in metallic structures</li> <li>1.2.2. Metal optics and waveguides</li> <li>1.2.3. Graphene plasmonics</li> </ol> </li> <li>1.3. Metamaterials <ol style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Electric and magnetic response at optical frequencies</li> <li>1.3.2. Negative index, cloaking, left-handedness</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>2. Light coupling in cavities <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Strong coupling <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Polariton formation</li> <li>2.1.2. Strong and ultra-strong coupling</li> </ol> </li> <li>2.2. Strong coupling in microcavities <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Planar cavities, polariton condensation</li> </ol> </li> <li>2.3. Polariton dots <ol style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. Microcavities</li> <li>2.3.2. Photonic crystals</li> <li>2.3.3. Metamaterial-based</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3. Photon generation and statistics <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Purcell emitters <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Single photon sources</li> <li>3.1.2. THz emitters</li> </ol> </li> <li>3.2. Microlasers <ol style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Plasmonic lasers: where is the limit?</li> <li>3.2.2. <math>g(1)</math> and <math>g(2)</math> of microlasers</li> </ol> </li> <li>3.3. Optomechanics <ol style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Micro ring cavities</li> <li>3.3.2. Photonic crystals</li> <li>3.3.3. Superconducting resonators</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>				

<b>402-0484-00L</b>	<b>Experimental and Theoretical Aspects of Quantum Gases</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. U. Donner</b>
Kurzbeschreibung	Quantum Gases are the most precisely controlled many-body systems in physics. This provides a unique interface between theory and experiment, which allows addressing fundamental concepts and long-standing questions. This course lays the foundation for the understanding of current research in this vibrant field.				
Lernziel	The lecture conveys a basic understanding for the current research on quantum gases. Emphasis will be put on the connection between theory and experimental observation. It will enable students to read and understand publications in this field.  Part of the course are also presentations by the students on recent literature.				

Inhalt	Cooling and trapping of neutral atoms		
	Bose and Fermi gases		
	Ultracold collisions		
	The Bose-condensed state		
	Elementary excitations		
	Vortices		
	Superfluidity		
	Supersolidity		
	Interference and Correlations		
	Optical lattices		
	Many-body cavity QED		
Skript	notes and material accompanying the lecture will be provided		
Literatur	C. J. Pethick and H. Smith, Bose-Einstein condensation in dilute Gases, Cambridge. Proceedings of the Enrico Fermi International School of Physics, Vol. CXL, ed. M. Inguscio, S. Stringari, and C.E. Wieman (IOS Press, Amsterdam, 1999).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert
<b>402-0486-00L</b>	<b>Frontiers of Quantum Gas Research: Few- and Many- Body Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b> <b>2V+1U</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>		
Kurzbeschreibung	The lecture will discuss the most relevant recent research in the field of quantum gases. Bosonic and fermionic quantum gases with emphasis on strong interactions will be studied. The topics include low dimensional systems, optical lattices and quantum simulation, the BEC-BCS crossover and the unitary Fermi gas, transport phenomena, and quantum gases in optical cavities.		
Lernziel	The lecture is intended to convey an advanced understanding for the current research on quantum gases. Emphasis will be put on the connection between theory and experimental observation. It will enable students to follow current publications in this field.		
Inhalt	Quantum gases in one and two dimensions Optical lattices, Hubbard physics and quantum simulation Strongly interacting Fermions: the BEC-BCS crossover and the unitary Fermi gas Transport phenomena in ultracold gases Quantum gases in optical cavities		
Skript	no script		
Literatur	C. J. Pethick and H. Smith, Bose-Einstein condensation in dilute Gases, Cambridge. T. Giamarchi, Quantum Physics in one dimension I. Bloch, J. Dalibard, W. Zwerger, Many-body physics with ultracold gases, Rev. Mod. Phys. 80, 885 (2008) Proceedings of the Enrico Fermi International School of Physics, Vol. CLXIV, ed. M. Inguscio, W. Ketterle, and C. Salomon (IOS Press, Amsterdam, 2007). Additional literature will be distributed during the lecture		
Voraussetzungen / Besonderes	Presumably, Prof. Päivi Törmä from Aalto university in Finland will give part of the course. The exercise classes will be partly in the form of a Journal Club, in which a student presents the achievements of a recent important research paper. More information available on <a href="http://www.quantumoptics.ethz.ch/">http://www.quantumoptics.ethz.ch/</a>		
<b>402-0498-00L</b>	<b>Trapped-Ion Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b> <b>2V+1U</b> <b>D. Kienzler</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the physics of trapped ions at the quantum level described as harmonic oscillators coupled to spin systems, for which the 2012 Nobel prize was awarded. Trapped-ion systems have achieved an extraordinary level of control and provide leading technologies for quantum information processing and quantum metrology.		
Lernziel	The objective is to provide a basis for understanding the wide range of research currently being performed with trapped ion systems: fundamental quantum mechanics with spin-spring systems, quantum information processing and quantum metrology. During the course students would expect to gain an understanding of the current frontier of research in these areas, and the challenges which must be overcome to make further advances. This should provide a solid background for tackling recently published research in these fields, including experimental realisations of quantum information processing using trapped ions.		
Inhalt	This course will cover trapped-ion physics. It aims to cover both theoretical and experimental aspects. In all experimental settings the role of decoherence and the quantum-classical transition is of great importance, and this will therefore form one of the key components of the course. The topics of the course were cited in the Nobel prize which was awarded to David Wineland in 2012.  Topics which will be covered include: - Fundamental working principles of ion traps and modern trap geometries, quantum description of motion of trapped ions - Electronic structure of atomic ions, manipulation of the electronic state, Rabi- and Ramsey-techniques, principle of an atomic clock - Quantum description of the coupling of electronic and motional degrees of freedom - Laser cooling - Quantum state engineering of coherent, squeezed, cat, grid and entangled states - Trapped ion quantum information processing basics and scaling, current challenges - Quantum metrology with trapped ions: quantum logic spectroscopy, optical clocks, search for physics beyond the standard model using high-precision spectroscopy		
Literatur	S. Haroche and J-M. Raimond "Exploring the Quantum" (recommended) M. Scully and M.S. Zubairy, Quantum Optics (recommended)		

Voraussetzungen / Besonderes The preceding attendance of the scheduled lecture Quantum Optics (402-0442-00L) or a comparable course is required.

<b>402-0528-12L</b>	<b>Ultrafast Methods in Solid State Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Savoini, Y. Deng</b>
Kurzbeschreibung	In condensed matter physics, "ultrafast" refers to dynamics on the picosecond and femtosecond time scales, the time scales where atoms vibrate and electronic spins flip. Measuring real-time dynamics on these time scales is key to understanding materials in nonequilibrium states. This course offers an overview and understanding of the methods used to accomplish this in modern research laboratories.				
Lernziel	The goal of the course is to enable students to identify and evaluate experimental methods to manipulate and measure the electronic, magnetic and structural properties of solids on the fastest possible time scales. This offers new fundamental insights on the couplings that bind solid-state systems together. It also opens the door to new technological applications in data storage and processing involving metastable states that can be reached only by driving systems far from equilibrium. This course offers an overview of ultrafast methods as applied to condensed matter physics. Students will learn which methods are appropriate for studying relevant scientific questions, and will be able to describe their relative advantages and limitations.				
Inhalt	<p>The topical course outline is as follows:</p> <p>Chapter 1: Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Important time scales for dynamics in solids and their applications</li> <li>- Time-domain versus frequency-domain experiments</li> <li>- The pump-probe technique: general advantages and limits</li> </ul> <p>Chapter 2: Overview of ultrafast processes in solids</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrier dynamics in response to ultrafast laser interactions</li> <li>- Dynamics of the lattice: coherent vs. incoherent phonons</li> <li>- Ultrafast magnetic phenomena</li> </ul> <p>Chapter 3: Ultrafast optical-frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrafast laser sources (oscillators and amplifiers)</li> <li>- Generating broadband pulses</li> <li>- Second and third order harmonic generation</li> <li>- Optical parametric amplification</li> <li>- Fluorescence spectroscopy</li> <li>- Advanced optical pump-probe techniques</li> </ul> <p>Chapter 4: THz- and mid-infrared frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Low frequency interactions with solids</li> <li>- Difference frequency mixing</li> <li>- Optical rectification</li> <li>- Time-domain spectroscopy</li> </ul> <p>Chapter 5: VUV and x-ray frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synchrotron based sources</li> <li>- Free electron lasers</li> <li>- High-harmonic generation</li> <li>- X-ray diffraction</li> <li>- Time-resolved X-ray microscopy &amp; coherent imaging</li> <li>- Time-resolved core-level spectroscopies</li> </ul> <p>Chapter 6: Time-resolved electron methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrafast electron diffraction</li> <li>- Time-resolved electron microscopy</li> </ul>				
Skript	Will be distributed via moodle.				
Literatur	Will be distributed via moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course "Ultrafast Processes in Solids" (402-0526-00L) is useful as a companion to this course, it is not a prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0532-00L</b>	<b>Quantum Solid State Magnetism</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zhu</b>



Kurzbeschreibung	This course is based on the principal modern tools used to study collective magnetic phenomena in the Solid State, namely correlation and response functions. It is quite quantitative, but doesn't contain any "fancy" mathematics. Instead, the theoretical aspects are balanced by numerous experimental examples and case studies. It is aimed at theorists and experimentalists alike.			
Lernziel	Learn the modern theoretical foundations and "language", as well as principles and capabilities of the latest experimental techniques, used to describe and study collective magnetic phenomena in the Solid State.			
Inhalt	<p>- Magnetic response and correlation functions. Analytic properties. Fluctuation-dissipation theorem. Experimental methods to measure static and dynamic correlations.</p> <p>- Magnetic response and correlations in metals. Diamagnetism and paramagnetism. Magnetic ground states: ferromagnetism, spin density waves. Excitations in metals, spin waves. Experimental examples.</p> <p>- Magnetic response and correlations of magnetic ions in crystals: quantum numbers and effective Hamiltonians. Application of group theory to classifying ionic states. Experimental case studies.</p> <p>- Magnetic response and correlations in magnetic insulators. Effective Hamiltonians. Magnetic order and propagation vector formalism. The use of group theory to classify magnetic structures. Determination of magnetic structures from diffraction data. Excitations: spin wave theory and beyond. "Triplons". Measuring spin wave spectra.</p>			
Skript	A comprehensive textbook-like script is provided.			
Literatur	In principle, the script is sufficient as study material. Additional reading:			
	<p>- "Magnetism in Condensed Matter" by S. Blundell</p> <p>- "Quantum Theory of Magnetism: Magnetic properties of Materials" by R. M. White</p> <p>- "Lecture notes on Electron Correlations and Magnetism" by P. Fazekas</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: 402-0861-00L Statistical Physics 402-0501-00L Solid State Physics</p> <p>Not prerequisite, but a good companion course: 402-0871-00L Solid State Theory 402-0257-00L Advanced Solid State Physics 402-0535-00L Introduction to Magnetism</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
<b>402-0532-50L</b>	<b>Quantum Solid State Magnetism II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	This course covers the modern developments and problems in the field of solid state magnetism. It has the special emphasis on the phenomena that go beyond semiclassical approximation, such as quantum paramagnets, spin liquids and magnetic frustration. The course is aimed at both the experimentalists and theorists, and the theoretical concepts are balanced by the experimental data.			
Lernziel	Learn the modern approach to the complex magnetic phases of matter and the transitions between them. A number of theoretical approaches that go beyond the linear spin wave theory will be discussed during the course, and an overview of the experimental status quo will be given.			
Inhalt	<p>- Phase transitions in the magnetic matter. Classical and quantum criticality. Consequences of broken symmetries for the spectral properties. Absence of order in the low-dimensional systems. Berezinskii-Kosterlitz-Thouless transition and its relevance to "layered" magnets.</p> <p>- Failures of linear spin wave theory. Spin wave decays. Antiferromagnets as bosonic systems. Gapped "quantum paramagnets" and their phase diagrams. Extended spin wave theory. Magnetic "Bose-Einstein condensation".</p> <p>- Spin systems in one dimension: XY, Ising and Heisenberg model. Lieb-Schultz-Mattis theorem. Tomonaga-Luttinger liquid description of the XXZ spin chains. Spin ladders and Haldane chains. Critical points in one dimension and generalized phase diagram.</p> <p>- Effects of disorder in magnets. Harris criterion. "Spin islands" in depleted gapped magnets.</p> <p>- Introduction into magnetic frustration. Order-from-disorder phenomena and triangular lattice in the magnetic field. Frustrated chain and frustrated square lattice models. Exotic magnetic states in two dimensions.</p>			
Skript	A comprehensive textbook-like script is provided.			
Literatur	In principle, the script is sufficient as study material. Additional reading:			
	<p>- "Interacting Electrons and Quantum Magnetism" by A. Auerbach</p> <p>- "Basic Aspects of The Quantum Theory of Solids " by D. Khomskii</p> <p>- "Quantum Physics in One Dimension" by T. Giamarchi</p> <p>- "Quantum Theory of Magnetism: Magnetic properties of Materials" by R. M. White</p> <p>- "Frustrated Spin Systems" ed. H. T. Diep</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: 402-0861-00L Statistical Physics 402-0501-00L Solid State Physics</p> <p>Not prerequisite, but a good companion course: 402-0871-00L Solid State Theory 402-0257-00L Advanced Solid State Physics 402-0535-00L Introduction to Magnetism 402-0532-00L Quantum Solid State Magnetism I</p>			
<b>402-0533-00L</b>	<b>Quantum Acoustics and Optomechanics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>Y. Chu</b>

Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to the interaction of mechanical motion with electromagnetic fields in the quantum regime. There are parallels between the quantum descriptions of mechanical resonators, electrical circuits, and light, but each system also has its own unique properties. We will explore how interfacing them can be useful for technological applications and fundamental science.		
Lernziel	The course aims to prepare students for performing theoretical and/or experimental research in the fields of quantum acoustics and optomechanics. For example, after this course, students should be able to: - understand and explain current research literature in quantum acoustics and optomechanics - predict and simulate the behavior of mechanical quantum systems using tools such as the QuTiP package in Python - apply concepts discussed in the class toward designing devices and experiments		
Inhalt	The focus of this course will be on the properties of and interactions between mechanical and electromagnetic systems in the context of quantum information and technologies. We will only briefly touch upon precision measurement and sensing with optomechanics since it is the topic of another course (227-0653-00L). Some topics that will be covered are: - Mechanical motion and acoustics in solid state materials - Quantum description of motion, electrical circuits, and light. - Different models for quantum interactions: optomechanical, Jaynes-Cummings, etc. - Mechanisms for mechanical coupling to electromagnetic fields: piezoelectricity, electrostriction, radiation pressure, etc. - Coherent interactions vs. dissipative processes: phenomenon and applications in different regimes. - State-of the art electromechanical and optomechanical systems.		
Skript	Notes will be provided for each lecture.		
Literatur	Parts of books and research papers will be used.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of quantum mechanics is required.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft

---

**402-0536-00L    Nanomagnetism and Spintronics    W    6 KP    3G    P. Gambardella, A. Vindigni**  
*Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY434 direkt an der UZH buchen.*

Kurzbeschreibung	This course focuses on magnetic phenomena that occur in ultra thin films, heterostructures, and nanomagnets, with emphasis on effects not encountered in bulk materials and on spintronics. The course will provide an introduction to magnetic textures, magnetotransport, charge-spin conversion, spin torques and their application to detect and manipulate the magnetization of spintronic devices.		
Lernziel	Understanding the most important concepts and applications of nanomagnets, including small structures, thin films, and multilayer devices. Being able to utilize and critically assess phenomenological models of magnetic phenomena and spin-dependent transport. Learn how and why magnetic storage, sensors, memories and logic concepts function. Understand and comment scientific articles at the front of research in this area. Learn to condense and present the results of a research articles so that colleagues can understand.		
Inhalt	Magnetization, magnetic domains, magnetic anisotropy; noncollinear spin textures in ultrathin magnetic films and multilayers; different types of magnetic couplings; interplay of charge and spin transport; spin torques and magnetization dynamics. Current-induced domain wall motion and magnetization switching. Applications: Magnetic data storage, magnetic memories, spin-based electronic devices.		
Skript	Lecture notes will be handed out (in English).		
Literatur	- M.D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press - Magnetic Surfaces, Thin Films and Nanostructures, P. Gambardella, S. Blügel, Springer Handbook of Surface Science - Spintronics Handbook: Spin Transport and Magnetism, Edited By E. Y. Tsybal and I. Žutić; Routledge.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course can be easily followed also without having attended the course "Introduction to Magnetism". Prior knowledge of electromagnetism is required. Language: English.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

---

**402-0558-00L    Crystal Optics in Intense Light Fields    W    6 KP    2V+1U    M. Fiebig**  
*Findet dieses Semester nicht statt.*

Kurzbeschreibung Because of their aesthetic nature crystals are termed "flowers of mineral kingdom". The aesthetic aspect is closely related to the symmetry of the crystals which in turn determines their optical properties. It is the purpose of this course to stimulate the understanding of these relations with a particular focus on those phenomena occurring in intense light fields as they are provided by lasers.

Lernziel	In this course students will at first acquire a systematic knowledge of classical crystal-optical phenomena and the experimental and theoretical tools to describe them. This will be the basis for the core part of the lecture in which they will learn how to characterize ferroelectric, (anti)ferromagnetic and other forms of ferroic order and their interaction by nonlinear optical techniques. See also <a href="http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index">http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index</a> .				
Inhalt	Crystal classes and their symmetry; basic group theory; optical properties in the absence and presence of external forces; focus on magneto-optical phenomena; density-matrix formalism of light-matter interaction; microscopy of linear and nonlinear optical susceptibilities; second harmonic generation (SHG); characterization of ferroic order by SHG; outlook towards other nonlinear optical effects: devices, ultrafast processes, etc.				
Skript	Extensive material will be provided throughout the lecture.				
Literatur	(1) R. R. Birss, Symmetry and Magnetism, North-Holland (1966) (2) R. E. Newnham: Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford University (2005) (3) A. K. Zvezdin, V. A. Kotov: Modern Magneto-optics & Magneto-optical Materials, Taylor/Francis (1997) (4) Y. R. Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley (2002) (5) K. H. Bennemann: Nonlinear Optics in Metals, Oxford University (1999)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in solid state physics and quantum (perturbation) theory will be very useful. The lecture is addressed to students in physics and students in materials science with an affinity to physics.				
<b>402-0596-00L</b>	<b>The Physics of Quantum Dot Qubits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. M. Ihn</b>
Kurzbeschreibung	The lecture discusses the basic physics concepts of quantum dot charge and spin qubits from the experimental viewpoint. Among them are the Coulomb and Spin blockade, qubit manipulation techniques including elements of circuit QED, relaxation and decoherence mechanisms as well as qubit read-out techniques.				
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of quantum dot qubits. They can critically reflect published research in this field and explain it to an audience of physicists. Students know and understand the fundamental phenomena related to qubit manipulation as well as decoherence and their significance. They are able to apply their knowledge to practical experiments in a modern research lab.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coulomb blockade and Constant Interaction Model, Excited State Spectroscopy</li> <li>2. Rate equation model of state occupation and transport, resonant tunneling and co-tunneling</li> <li>3. States in double quantum dots</li> <li>4. Transport in double quantum dots</li> <li>5. Charge qubit, Charge Noise and Phonon Relaxation</li> <li>6. Spin States, Spin Blockade</li> <li>7. Singlet-Triplet Qubit, Hyperfine Interaction</li> <li>8. Charge detection, T1-time measurement</li> <li>9. Spin-orbit interaction</li> <li>10. AC excitation, Rabi oscillations</li> <li>11. Landau-Zener-Tunneling, Landau-Zener Interference</li> <li>12. Types of T2-times and their measurement</li> <li>13. Qubit-Photon Coupling, Elements of Circuit QED</li> <li>14. Qubit Implementations in Different Materials</li> </ol>				
Skript	Parts of the lecture are based on the book: T. Ihn, Semiconductor Nanostructures: Quantum States and Electronic Transport, ISBN 978-0-19-953442-5, Oxford University Press, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid basis in quantum mechanics, electrostatics, quantum statistics and in solid state physics is required. Having passed the lecture Semiconductor Nanostructures (fall semester) may be advantageous, but is not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>402-0604-00L</b>	<b>Materials Analysis by Nuclear Techniques</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>C. Vockenhuber, A. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Materials analysis by MeV ion beams. Nuclear techniques are presented which allow to quantitatively investigate the composition, structure and trace element content of solids.				
Lernziel	Students learn the basic concepts of ion beam analysis and its different analytical techniques. They understand how experimental data is taken and interpreted. They are able to choose the appropriate method of analysis to solve a given problem.				
Inhalt	<p>The course treats applications of nuclear methods in other fields of research. Materials analysis by ion beam analysis is emphasized. Techniques are presented which allow the quantitative investigation of composition, structure, and trace element content of solids:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elastic nuclear scattering (Rutherford Backscattering, Recoil detection)</li> <li>- nuclear (resonant) reaction analysis</li> <li>- activation analysis</li> <li>- ion beam channeling (investigation of crystal defects)</li> <li>- neutron sources</li> <li>- MeV ion microprobes, imaging surface analysis</li> </ul>				
Skript	The course is also suited for graduate students.				
Literatur	Lecture notes will be distributed in pdf.				
Voraussetzungen / Besonderes	'Ion Beam Analysis: Fundamentals and Applications', M. Nastasi, J.W. Mayer, Y. Wang, CRC Press 2014, ISBN 9781439846384				
	A practical lab demonstration is organized as part of lectures and exercises.				
	The course is also well suited for graduate students. It can be held in German or English, depending on participants.				
<b>402-0710-00L</b>	<b>Doktorierendenseminar über Kern- und Teilchenphysik</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Rubbia, K. S. Kirch, R. Wallny, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Doktorierendenseminar				
<b>402-0726-12L</b>	<b>Physics of Exotic Atoms</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Crivelli</b>

Kurzbeschreibung	In this course, we will review the status of physics with exotic atoms including the new exciting advances such as anti-hydrogen 1S-2S spectroscopy and measurements of the hyperfine splitting and the puzzling results of the muonic-hydrogen experiment for the determination of the proton charge radius.			
Lernziel	The course will give an introduction on the physics of exotic atoms covering both theoretical and experimental aspects. The focus will be set on the systems which are currently a subject of research in Switzerland: positronium at ETHZ, anti-hydrogen at CERN and muonium, muonic-H and muonic-He at PSI. The course will enable the students to follow recent publications in this field.			
Inhalt	Review of the theory of hydrogen and hydrogen-like atoms Interaction of atoms with radiation Hyperfine splitting theory and experiments: Positronium (Ps), Muonium (Mu) and anti-hydrogen (Hbar) High precision spectroscopy: Ps, Mu and Hbar Lamb shift in muonic-H and muonic-He- the proton radius puzzle Weak and strong interaction tests with exotic atoms Anti-matter and gravitation Applications of antimatter			
Skript	script			
Literatur	Precision physics of simple atoms and molecules, Savely G. Karshenboim, Springer 2008  Proceedings of the International Conference on Exotic Atoms (EXA 2008) and the 9th International Conference on Low Energy Antiproton Physics (LEAP 2008) held in Vienna, Austria, 15-19 September 2008 (PART I/II), Hyperfine Interactions, Volume 193, Numbers 1-3 / September 2009  Laser Spectroscopy: Vol. 1 Basic Principles Vol. 2 Experimental Techniques von Wolfgang Demtröder von Springer Berlin Heidelberg 2008			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert	
<b>402-0738-10L</b>	<b>Bayesian Statistical Methods and Data Analysis</b> <i>Block course</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+1U</b> <b>T. Tröster</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various data analysis methods using Bayesian statistics, with a focus on practical problem solving. We will go over a brief introduction to probability theory, Bayesian reasoning, and how to build a statistical model and compare it to data. The course builds towards analysing data from real astrophysical problems, using both classical statistical methods and machine learning.			
Lernziel	The goal of this course is to introduce students to Bayesian statistics and prepare them to solve statistical inference problems in contemporary (astrophysics) research. After introducing Bayesian statistics and general methodology, the course focusses on building up a structured approach to analyse increasingly complex data and models. The methods are general and applicable beyond (astro)physics, however.			
Inhalt	Topics covered include: Review of probability theory: - Independence, joint and conditional probabilities - Univariate and multivariate probability distributions - Change of variables Bayesian statistics: - Bayes' theorem - Priors - Bayesian reasoning - Posterior distributions, model checking, and model comparison Tools for statistical inference: - Various sampling methods, such as Markov chain Monte Carlo (Metropolis Hastings, slice sampling, Hamiltonian Monte Carlo) and nested sampling - Simulation-based inference - PCA, bootstrap - Gaussian processes and Gaussian random fields - Machine learning and probabilistic programming  The lectures are accompanied with code examples, both to illustrate the covered topics and to demonstrate how the theoretical concepts can be implemented in practical computational inference problems. The students complete a project on a statistical analysis, using the tools covered in the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	Some prior knowledge of probability theory and statistics would be useful but not required. Since most of the course makes use of computational methods, some knowledge of scientific computing with Python (e.g. numpy, scipy) will be assumed.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert	
<b>402-0888-00L</b>	<b>Field Theory in Condensed Matter Physics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>

Kurzbeschreibung	This class is dedicated to non-perturbative many-body effects in condensed matter physics. The interplay between spontaneous symmetry breaking and topology (sensitivity to boundary conditions in the thermodynamic limit) will be studied by way of examples.
Lernziel	To learn modern concepts in many-body condensed matter physics.
Inhalt	In this class I will show, by examples, how field theory can describe some important non-perturbative phenomena in condensed matter physics.
Skript	In this class I will show, by examples, how field theory can describe some important non-perturbative phenomena in condensed matter physics. I will start from the case study of polyacetylene and explain why polyacetylene supports emergent excitations that carry one half of the electron charge. Motivated by polyacetylene, I shall explain what are strong topological insulators and superconductors, symmetry topologically protected phases of matter, and fermionic invertible phases of matter.
Literatur	Lecture Notes on Field Theory in Condensed Matter Physics, Christopher Mudry, World Scientific Publishing Company, ISBN 978-981-4449-09-0 (Hardcover), 978-981-4449-10-6 (paperback)]

<b>402-0010-00L</b>	<b>Basics of Computing Environments for Scientists</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1V</b>	<b>C. D. Herzog, C. Becker, S. Müller</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---

	<i>Einschreibung nur unter <a href="https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika">https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika</a> Keine Belegung über myStudies notwendig.</i>
Kurzbeschreibung	Introduce IT services at D-PHYS, offer modules covering IT-related topics for scientists.
Lernziel	The "IT at D-PHYS" introduction provides a good understanding of how IT works at D-PHYS and presents an overview of the IT services and their providers. It is recommended for everyone joining the department.
	The "IT and Information Security" introduction is meant to prepare you for the dangerous world of "the internet". We will take a look at common threat vectors and how you can counter them.
	The remainder is structured into individual modules which can be attended separately. They give practical insights into everyday research-related IT challenges.
	The "Linux Basics" modules offer an introduction to the Linux landscape and show how to work on the shell by using command line tools. The first part provides a basic understanding of Linux systems and their components. It introduces commands essential to working with local and remote machines. The second part focuses on more advanced tools and workflows and provides guidelines to scripting, automation and customization.
	The "Python Ecosystem" modules present various aspects of the environment around Python. Without teaching the Python programming language itself, it aims at providing understanding of various concepts surrounding it. The first part focuses on getting ready to run code. It discusses the management of Python interpreters, packages and virtual environments. The second part presents tools for writing Python code and interacting with strings. From development environments (IDE, Jupyter), over code formatters and linters, to string formatting and parsing with regular expressions. The third part sits at the interface between Python code and external data files. We explain how to read or write files, discuss data types and file formats. We show how to handle configuration parameters and mention tools to automate the data analysis.
	The "System Aspects module" deals with the hardware-related side of Scientific Computing. To get the best performance out of your scientific code, you have to be aware of the underlying hardware and adapt to it.
Inhalt	Introduction: a. IT at D-PHYS (IT service providers and IT services at D-PHYS) - not a module b. IT and Information Security (how to deal with common threats on "the internet") - not a module
	Modules: 1. Linux Basics I (system components, basic shell usage) 2. Linux Basics II (advanced tools, scripting) 3. Python Ecosystem I (packages, virtual environments) 4. Python Ecosystem II (development environments, formatter and linter, string formatting, regexp) 5. Python Ecosystem III (external data files, config parameters and automation) 6. System Aspects (how the hardware affects your scientific code and vice versa)
Voraussetzungen / Besonderes	Modules can be booked individually and separately.
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen
	Konzepte und Theorien Problemlösung Kritisches Denken
	gefördert gefördert gefördert

<b>402-0620-00L</b>	<b>Current Topics in Accelerator Mass Spectrometry and E-Its Applicatons</b>	<b>E</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Christl, S. Willett</b>
Kurzbeschreibung	Das Seminar richtet sich an Studierenden, Doktorierenden und Wissenschaftler die sich im Rahmen ihrer Ausbildung/Forschung mit der Technik und den Anwendungen der Beschleuniger Massenspektrometrie oder verwandten hochsensitiven Nachweistechiken beschäftigen. Es werden die Grundlagen der Methodik, neuesten Entwicklungen und spezielle aktuelle Beispiele aus dem breiten Anwendungsspektrum diskutiert.				
Lernziel	Das Seminar vermittelt den Teilnehmern einen Überblick über neueste Trends und Entwicklungen der Beschleuniger Massenspektrometrie und deren Anwendungen. Die Teilnehmer setzen sich in Vorträgen und anschließenden Diskussionen intensiv mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinander und erlangen so ein breites Verständnis, sowohl der physikalischen Grundlagen der Beschleuniger Massenspektrometrie als auch deren Anwendungen, welches weit über den Tellerrand der eigenen Studien hinaus geht.				

<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				

Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
Kompetenzen	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Projektmanagement			gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>This course is only for doctoral students.</i>				
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Sensibilität für Vielfalt			gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>376-1792-00L</b>	<b>Introductory Course in Neuroscience II (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. Knecht, Uni-Dozierende</b>
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i>				
	<i>UZH Modulkürzel: SPV0Y020</i>				

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.
Lernziel	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.
Voraussetzungen / Besonderes	Für Doktorierende des Zentrums für Neurowissenschaften Zürich.

## ► Überfachliche Kompetenzen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				



Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.			
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.			
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b> Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>			
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.			
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.			
<b>851-0373-00L</b>	<b>Learning to Teach ■</b> <i>This programme is designed for ETH Doctoral Teaching Assistants with current teaching responsibilities.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2U</b> <b>M. Lehner</b> , B. Volk, Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course imparts a variety of teaching skills which will help Doctoral Teaching Assistants with their teaching tasks.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basics of student learning processes</li> <li>- Active student engagement</li> <li>- Assessing students' progress</li> </ul>			
Inhalt	<p>Three live sessions: Kick-Off (mandatory, online): 1 March 2024, 11:30-13:00.</p> <p>Consolidation Workshop (mandatory, in person - on site): Friday, 19th of April, one workshop in the morning 9:15-12:00 or workshop in the afternoon from 13:15-16:00. For those participants who cannot attend in person on the 16th of April: We offer an online alternative on the 17th of April from 09:15-12:00. You need to register for one of the workshops in Moodle (during the semester).</p> <p>You will work in groups and by your own.</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	This programme is designed for ETH Doctoral Teaching Assistants with current teaching responsibilities (exercises, excursions, supervision of practicals, lectures, etc.) or those who will assume teaching tasks in the semester following the programme. No previous teacher training is required.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>402-0180-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students in Physics</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b> <b>N. Beisert</b> , V. Bondar
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a context specific to research in physics.			
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.			
Inhalt	<p>Part I: A self-paced e-learning course in Moodle consisting of several modules on the foundations of ethics in research:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to moral theory</li> <li>- introduction to ethical issues that occur within scientific research (authorship, cooperation, data use and sharing as well as other aspects that are subject to scientific integrity and good scientific practice).</li> <li>- collecting resources: presentation of a variety of tools and resources that help identify ethical issues</li> <li>- setting up a strategy: example examination of a case regarding its ethical scope</li> <li>- making decisions: presentation of different ways of addressing ethical issues by making hard choices, solving ethical dilemmas and seeking advice.</li> </ul> <p>Part II: Two face-to-face workshops focus on applications and physics-specific aspects providing an interactive learning environment. Participants get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students. The workshops consist of several modules on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ethics introduction</li> <li>- dilemma discussions</li> <li>- case analyses</li> <li>- group work and discussions</li> <li>- role plays</li> <li>- sustainability aspects</li> <li>- dialogues with supervisor</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students of D-PHYS only.			

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0150-DRL	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0151-DRL	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0152-DRL	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
900-0153-DRL	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0154-DRL	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0155-DRL	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
900-0156-DRL	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				

<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

### Doktorat Physik - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Doktorat Umweltsystemwissenschaften

Mehr Informationen unter: <https://www.ethz.ch/de/doktorat.html>

## ► Vertiefung Fachwissen

Courses designed for doctoral students, regular Master's degree courses, Bachelor's degree courses (from the 3 year):

[https://www.vorlesungen.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/sucheLehrangebot.view?lang=de&search=on&semkez=2024S&studiengangTyp=MSC&deptId=25&studiengangAbschnittId=&lernheitstitel=&lernheitstitel=&lernheitstitel=&famname=&rufname=&wahlinfo=&lehrsprache=&periodizitaet=&kpRange=0%2C999&katalogdaten=&\\_strukturAus=on&search=Suchen](https://www.vorlesungen.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/sucheLehrangebot.view?lang=de&search=on&semkez=2024S&studiengangTyp=MSC&deptId=25&studiengangAbschnittId=&lernheitstitel=&lernheitstitel=&lernheitstitel=&famname=&rufname=&wahlinfo=&lehrsprache=&periodizitaet=&kpRange=0%2C999&katalogdaten=&_strukturAus=on&search=Suchen)

## ►► Agrarwissenschaft

### ►►► Ausbildungsangebote

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1704-01L	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	W	3 KP	2V	M. Winkler
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				

### ►►► Graduate Programme in Plant Sciences

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-4003-02L	<b>Current Topics in Grassland Sciences (FS)</b>	W	2 KP	2S	N. Buchmann
Kurzbeschreibung	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Lernziel	Students will be able to understand and evaluate experimental design and data interpretation of on-going studies, be able to critically analyze published research results, practice to present and discuss results in the public, and gain a broad knowledge of recent research and current topics in agro- and forest ecosystem sciences.				
Inhalt	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Skript	none				
Voraussetzungen / Besonderes	Useful: Attendance of the courses "Öko- und Ertragsphysiologie", "Crop Science, Part Futterbau", "Graslandssysteme" in the Bachelor or similar courses. Language will be English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
751-5127-01L	<b>Microbiomics II: Metabarcoding - From Bioinformatics to Statistics</b>	W	1 KP	2P	M. Hartmann
	<i>The course 751-5127-00 Microbiomics I: The microbiome of the plant-soil system is a prerequisite of this course (only for MSc students).</i>				
	<i>Master and PhD-students from the ETH Zurich should register through myStudies. All other PhD-students should register via the <a href="https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html">https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html</a> (&gt; Select Plant Sciences)</i>				
Kurzbeschreibung	This computer block course provides a thorough introduction to the application of next-generation sequencing techniques for analyzing diversity of microbial communities. Using a combination of theoretical lectures and hands-on computer exercises, the participants learn the computational steps from bioinformatic processing of sequencing reads down to the final statistical evaluations.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to 1) understand the concept, potential and limitation of microbial NGS applications 2) analyze metabarcoding data to obtain meaningful information 3) use multivariate statistical methods evaluate and visualize microbial community data 4) make informed decisions on best practices for their own data				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some background in microbial ecology and understand the basics of next-generation sequencing techniques as a tool to study microbes in the environment. Participants that are not familiar with these topics are encouraged to take the course unit «The Microbiome of the Plant-Soil System: Part I» as preparatory class (mandatory for master students). No programming or scripting expertise is required, but some basic experience with using command line applications is of advantage since not all the basics can be thoroughly covered in that short amount of time. However, some basic introduction to UNIX-based command line applications will be provided on the first day. All hands-on exercises will be run on UNIX-environments (Linux, Mac) and participants are expected to bring their own UNIX-based laptop (please consult your IT representative if necessary). All statistical analyses will be run in R using RStudio (any operating system). Participants should have installed the following software packages on their computers: Miniconda, R and RStudio, all other software tools will be installed on site using the Miniconda package manager.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

## ►► Umweltwissenschaften

### ►►► Atmosphäre und Klima

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1211-01L	<b>Master's Seminar: Atmosphere and Climate 1</b> ■	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Joos, R. Knutti, A. Merrifield</b> Kőnz, M. A. Wüest
Kurzbeschreibung	In this seminar, the process of writing a scientific proposal is introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, are outlined and class exercises train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Lernziel	Scientific writing skills How to effectively write a scientific proposal.				
Inhalt	In this seminar, the process of writing a scientific proposal will be introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, will be outlined and class exercises will train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Voraussetzungen / Besonderes	Please register for the seminar 1 in the semester BEFORE writing your MSc thesis. Attendance is mandatory.				
701-1216-00L	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
701-1224-00L	<b>Mesoscale Atmospheric Systems - Observation and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Wernli, U. Germann, S. Schemm</b>
Kurzbeschreibung	Mesoscale meteorology focusing on processes relevant for the evolution of precipitation systems. Discussion of empirical and mathematical-physical models for, e.g., fronts and convective storms. Consideration of oceanic evaporation, transport and the associated physics of stable water isotopes. Introduction to weather radar being the widespread instrument for observing mesoscale precipitation.				
Lernziel	Basic concepts of observational and theoretical mesoscale meteorology, including precipitation measurements and radar. Knowledge about the interpretation of radar images. Understanding of processes leading to the formation of fronts and convective storms, and basic knowledge on ocean evaporation and the physics of stable water isotopes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
701-1226-00L	<b>Inter-Annual Phenomena and Their Prediction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Appenzeller</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an overview of the current ability to understand and predict intra-seasonal and inter-annual weather and climate variability in the tropical and extra-tropical region and provides insights on how operational weather and climate services are organized.				
Lernziel	Students will acquire an understanding of the key atmosphere and ocean processes involved, will gain experience in analyzing and predicting weekly to inter-annual variability and learn how operational weather and climate services are organised and how scientific developments can improve these services.				

Inhalt	The course covers the following topics:				
	Part 1:				
	- Introduction, some basic concepts and examples of sub-seasonal and inter-annual variability				
	- Weather and climate data and the statistical concepts used for analysing weather and climate variability (e.g. correlation analysis, teleconnection maps, EOF analysis)				
	Part 2:				
	- Inter-annual variability in the tropical region (e.g. ENSO, MJO)				
	- Inter-annual variability in the extra-tropical region (e.g. Blocking systems, NAO, PNA, regimes)				
	Part 3:				
	- Prediction of sub-seasonal and inter-annual variability (statistical methods, probabilistic ensemble prediction systems, weekly, monthly and seasonal forecasts, seamless forecasts)				
	- Verification and interpretation of probabilistic forecast systems				
	- Climate change and inter-annual variability				
	Part 4:				
	- Scientific challenges for operational weather and climate services				
	- A visit to the forecasting centre of MeteoSwiss				
Skript	A pdf version of the slides will be available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html</a>				
Literatur	References are given during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Permission from lecturers required for students with limited background in atmosphere and climate				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>701-1228-00L</b>	<b>Cloud Dynamics: Hurricanes</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>U. Lohmann</b>
Kurzbeschreibung	Hurricanes are among the most destructive elements in the atmosphere. This lecture will discuss the physical requirements for their formation, life cycle, damage potential and their relationship to global warming. It also distinguishes hurricanes from thunderstorms and tornadoes.				
Lernziel	At the end of this course students will be able to distinguish the formation and life cycle mechanisms of tropical cyclones from those of extratropical thunderstorms/cyclones, project how tropical cyclones change in a warmer climate based on their physics and evaluate different tropical cyclone modification ideas.				
Inhalt	see course outline at: <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306</a>				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	A literature list can be found on moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one introductory lecture in Atmospheric Science or Instructor's consent. This lecture will build on some concepts of atmospheric dynamics and their governing equations. Thus, mathematical knowledge will be needed to use the equations to understand the material of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				
Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.				
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	As announced in the course				
<b>701-1234-00L</b>	<b>Tropospheric Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. W. Brunner, I. El Haddad</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of tropospheric chemistry addressing issues from global to urban scale. It provides a basic understanding of processes and discusses recent laboratory studies, field and satellite measurements, and numerical modelling. The topics include photochemistry and aerosols, emissions and deposition, and fundamentals of the atmospheric nitrogen, sulfur and methane cycles.				
Lernziel	Based on the presented material the students are expected to understand the most relevant processes responsible for the anthropogenic disturbances of tropospheric chemical composition. The competence of synthesis of knowledge will be improved by paper reading and student's presentations. These presentations relate to a particular actual problem selected by the candidates.				

Inhalt	Starting from the knowledge acquired in lecture 701-0471, the course provides a more profound view on the the chemical and dynamical process governing tropospheric composition and the impacts of air pollutants like aerosol and ozone, at the Earth's surface and the free troposphere. Specific topics covered by the lecture are: laboratory and ambient measurements in polluted and pristine regions, determination of emissions of a variety of compounds, numerical modelling across scales, regional air pollution - aerosol, and photooxidant in relation to precursor emissions, impacts (health, vegetation, climate), the global cycles of tropospheric ozone, CH <sub>4</sub> , sulfur and nitrogen components.				
Skript	Lecture presentations are made available on moodle.				
Literatur	D. Jacob, Introduction to Atmospheric Chemistry <a href="http://acmg.seas.harvard.edu/publications/jacobbook">http://acmg.seas.harvard.edu/publications/jacobbook</a>  Mark Z. Jacobson: Fundamentals of Atmospheric Modelling, Cambridge University Press  John Seinfeld and Spyros Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics, from air pollution to Climate Change, Wiley, 2006.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basics in physical chemistry are required and an overview equivalent to the bachelor course in atmospheric chemistry (lecture 701-0471-01) is expected.				
Kompetenzen	Having attended the lecture "Atmosphäre" 701-0023-00 or equivalent is an advantage.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-1235-00L</b>	<b>Cloud Microphysics</b> <i>The lecture takes place if a minimum of 7 students register for it.</i>  <i>Priority is given to PhD students majoring in Atmospheric and Climate Sciences, and remaining open spaces will be offered to the following groups:</i> - MSc in Atmospheric and Climate Science - MSc in Environmental Sciences - Fachstudent, University of Bern / MSc in Climate Sciences, University of Bern - Mobility-Students: Earth and Climate Sciences - Mobility-Students: Environmental Sciences  <i>All participants will be on the waiting list at first. All students will be informed at the beginning of March, if they can participate in the lecture.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>U. Lohmann, J. Chen, C. Marcolli</b>
Kurzbeschreibung	Clouds are a fascinating atmospheric phenomenon central to the hydrological cycle and the Earth's climate. Interactions between cloud particles can result in precipitation, glaciation or evaporation of the cloud depending on its microstructure and microphysical processes.				
Lernziel	The learning objective of this course is that students understand the formation of clouds and precipitation and can apply learned principles to interpret atmospheric observations of clouds and precipitation.				
Inhalt	see: <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307</a>				
Skript	This course will be designed as a reading course in 1-2 small groups of 10 students maximum. It will be based on the textbook below. The students are expected to read chapters of this textbook prior to the class so that open issues, fascinating and/or difficult aspects can be discussed in depth.				
Literatur	Lamb and Verlinde: PHYSICS AND CHEMISTRY OF CLOUDS, Cambridge University Press, 2011				
Voraussetzungen / Besonderes	Target group: Doctoral and Master students in Atmosphere and Climate				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-1244-00L</b>	<b>Aerosols II: Applications in Environment and Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Gysel Beer, D. Bell, J. Slowik</b>
Kurzbeschreibung	The life-cycle of atmospheric aerosols, the evolution of their physical and chemical properties, and their impacts on climate, atmospheric chemistry and health are studied in detail using examples from current research.				
Lernziel	The students achieve a profound knowledge of atmospheric aerosols and their climate and health impacts including the underlying physical and chemical processes. The students know and understand advanced experimental methods and are able to design experiments to study aforementioned impacts and processes.				
Inhalt	Atmospheric aerosols: important sources and sinks, wet and dry deposition, chemical composition and transformation processes, importance for men and environment, interaction with the gas phase, influence on health and climate.				
Skript	Information is distributed during the lectures				
Literatur	Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds up on the lecture "Aerosols I: Physical and Chemical Principles"				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>701-1266-00L</b>	<b>Weather Discussion</b> <i>Limited number of participants. Preference will be given to students on the masters level in Atmospheric and Climate Science and Environmental Sciences and doctoral students in Environmental Sciences.</i>  <i>Prerequisites: Basic knowledge in meteorology is required for this class, students are advised to take courses 702-0473-00L and/or 701-1221-00L before attending this course.</i>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>2P</b>	<b>H. Wernli</b>
Kurzbeschreibung	This three-parts course includes: (i) concise units to update the students knowledge about key aspects of mid-latitude weather systems and numerical weather prediction, (ii) a concrete application of this knowledge to predict and discuss the "weather of the week", and (iii) an in-depth case study analysis, performed in small groups, of a remarkable past weather event.				
Lernziel	Students will learn how to elaborate a weather prediction and to cope with uncertainties of weather (probabilistic) prediction models. They will also learn how to apply theoretical concepts from other lecture courses on atmospheric dynamics to perform a detailed case study of a specific weather event, using state-of-the-art observational and model-derived products and datasets.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>651-4095-01L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 1</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate science				
Inhalt	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		

## ►►► Biogeochemie und Schadstoffdynamik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0998-00L</b>	<b>Environmental and Human Health Risk Assessment of W Chemicals</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Scheringer, B. Escher</b>
Kurzbeschreibung	Anwendungen der Methoden zur Produktrisikobewertung für Mensch und Umwelt gemäss EU-Leitfäden; Gefährdung und Risiko; Expositions- und Effektanalyse am Beispiel verschiedener Chemikalien. Abschätzung fehlender Stoffeigenschaften (QSAR-Methoden); Diskussion der Bewertungsmethoden; Vorstellung alternativer Methoden zur Risikobewertung von Chemikalien				
Lernziel	Kenntnis der Methoden der Risikobewertung (Umwelt und menschliche Gesundheit) für chemische Produkte und ihrer Möglichkeiten und Grenzen; Diskussion neuer Ansätze zur Risikobewertung: 1. Vermittlung des politischen und rechtlichen Zusammenhangs, in dem die Bewertung chemischer Produkte stattfindet, mit besonderem Fokus auf REACH (Chemikaliengesetzgebung der EU) 2. Vermittlung der Bewertungsverfahren und der benötigten Methoden zur Abschätzung von Emission, Exposition von Mensch und Umwelt sowie toxischen Wirkungen. Umgang mit Datenlücken und Unsicherheit, Bewertung der Resultate.				
Inhalt	Regulatory methods for environmental risk assessment of chemicals (industrial chemicals, pesticides, pharmaceuticals), European regulation REACH, Swiss regulations, international approaches - Human vs. environmental risk assessment - Classification and labelling of chemicals - PBT assessment (persistence, bioaccumulation, toxicity) - Exposure analysis: emission patterns, multimedia fate and transport models for quantifying environmental exposure, Long range transport and persistence, predicted and measured exposure concentration for the environment and humans - Effect analysis: estimation of hazard potential for ecotoxicity and human health, extrapolation methods, classification of chemicals according to modes of toxic action, predictive models (QSAR) - Risk assessment methods (deterministic vs. probabilistic), risk assessment vs. hazard assessment, risk management - uncertainty and sensitivity analyses, precautionary principle - Environmental Quality Assessment (water, sediment, biota), Water Framework Directive) - New methods in environmental risk assessment: mixtures, temporally and spatially explicit risk assessment				
Skript	Es werden Kopien der Folien und weiteres Material verteilt.				
Literatur	- Van Leeuwen, C.J., Vermeire, T. (Eds.) (2007) Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar. - Hungerbühler, K., Boucher, J., Pereira, C., Roiss, T., Scheringer, M. (2021) Chemical Products and Processes. Foundations of Environmentally Oriented Design. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture and accompanying exercise where students conduct a comprehensive risk assessment for one selected chemical each according to the European regulation for industrial chemicals. The risk assessment will be presented in class and has to be compiled in a written technical report (Chemical dossier) that will be graded.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

<b>701-1310-00L</b>	<b>Environmental Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, H. Bürgmann, M. Schoelmerich</b>
Kurzbeschreibung	Microorganisms catalyze a large number of reactions that are of great importance to terrestrial and aquatic environments. To improve our understanding of the dynamics of a specific environment, it is important to gain a better understanding of microbial structures and their functions under varying environmental conditions.				
Lernziel	Students will learn basic concepts in microbial ecology. Qualitative and quantitative concepts will be presented to assess microbial communities and associated processes in terrestrial and aquatic environments. Microbial diversity in such ecosystems will be illustrated in discussions of selected habitats.				
Inhalt	Lectures will cover general concepts of environmental microbiology including (i) quantification of microbial processes, (ii) energy fluxes in microbial ecosystems, (iii) application of state-of-the-art microbiological and molecular tools, and (iv) use of isotope methods for identification of microbial structures and functions. Topics to illustrate the microbial diversity of terrestrial and aquatic ecosystems will include (i) interactions between microbes and mineral/metallic solid phases, (ii) microbial carbon and nutrient cycling, (iii) microbial processes involved in the turnover of greenhouse gases, (iv) biofilms and microbial mats, (v) bioremediation, (vi) microorganisms in extreme habitats, and (vii) microbial evolution and astrobiology.				
Skript	available at time of lecture - will be distributed electronically as pdf's				
Literatur	Brock Biology of Microorganisms, Madigan M. et al., Pearson, 14th ed., 2015				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

<b>701-1312-00L</b>	<b>Ecotoxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>K. Schirmer, E. Janssen</b>
Kurzbeschreibung	This course will take up the principles of environmental chemistry and ecotoxicology from the bachelor courses and deepen the understanding on selected topics. Linkages will be made between i) bioavailability and effects, ii) structures of compounds and modes of toxic action, iii) effects over various biological levels, moderated by environmental factors, iv) chemical and biological assessments				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the key processes involved in fate, behavior and the bioaccumulation of (mainly) organic contaminants</li> <li>• demonstrate overview on and understanding of mechanisms of toxicity</li> <li>• relate structures and characteristics of compounds with effects</li> <li>• explain processes in hazard assessment and risk assessment</li> <li>• obtain further insight in integrative approaches in ecotoxicology</li> </ul>				
Inhalt	Units 1-4: Interactions of chemicals with the (a)biotic environment - physico-chemical properties - partitioning processes in environmental compartments - chemical analysis and effect directed analysis - partitioning to biological phases - uptake and elimination (Toxicokinetics part 1) - exercise: personal student chemicals and their environmental behavior  Units 5-7: Toxicokinetics and Toxicodynamics - toxicokinetic mechanisms: biotransformation and elimination - baseline toxicity, internal concentrations, molecular targets - specific molecular mechanisms of toxic actions – classification - consequences for organism/population function - Exercise: databases and estimation of toxicity  Unit 8-10: Toxic effects: from molecular to ecosystems - biological analysis and -omics approaches - level of complexity: molecules–cells–organisms–ecosystems - stress- and adaptive responses - multiple species concept - metal ecotoxicology  Unit 11-14: Stressor and exposure scenarios - mixtures and multiple stressors - targets and non-targets - dynamic exposures, time and dose, risk assessment - (inter) national case studies and linkage of learned concepts with approaches in practice - Exercise: linking compounds with modes of toxic action				
Skript	Material will be in the form of copies of lecture slides, selected publications and exercise material.				

Literatur	R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, third edition, Wiley, 2005				
Voraussetzungen / Besonderes	Principles of ecotoxicology, CH Walker, RM Sibly, SP Hopkin, DB Peakall, fourth edition, CRC Press, 2012 Required: 1. Basics in environmental chemistry 2. Basics in environmental toxicology				
<b>701-1314-00L</b>	<b>Environmental Organic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Hofstetter, M. Sander</b>
Kurzbeschreibung	This course is focused on environmental transformation reactions of organic chemical contaminants. An overview of important fate processes of organic pollutants will be given, along with a discussion of the factors that determine pathways and rates of transformation reactions. Special emphasis will be given to redox transformations, photochemical reactions, and enzyme-catalyzed processes.				
Lernziel	The students will - further their knowledge of important classes of environmentally relevant organic compounds - become familiar with the tools for studying reaction mechanisms - learn the fundamentals of environmental photochemistry - obtain a detailed understanding of redox reactions of pollutants and biogeochemically important species - get a survey of important enzymatic transformations - learn to critically evaluate published data				
Inhalt	- Methods and tools used in the study of reaction mechanisms and kinetics - Environmental photochemistry, including direct and indirect photolysis - Redox properties of important environmental phases and redox reactions of organic pollutants - Enzyme-catalyzed reactions involved in environmentally important enzymatic processes				
Skript	Materials that are needed beyond the required text will be distributed in the lecture.				
Literatur	Schwarzenbach, R.P., P.M. Gschwend, and D.M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 3rd Ed. Wiley, New York (2016).				
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Environmental Organic Chemistry, Bachelor 5th semester, M. Sander, K. McNeill				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				
<b>701-1342-00L</b>	<b>Agriculture and Water Quality</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. H. Stamm, E. Frossard, H. Singer</b>
Kurzbeschreibung	Linking scientific basics of different disciplines (agronomy, soil science, aquatic chemistry) with practical questions in the context of real-world problems of diffuse pollution due to agricultural production.				
Lernziel	This course discusses the application of scientific understanding in the context of real-world situations of diffuse pollution caused by agricultural production. It aims at understanding the relevant processes, analysing diffuse pollution and developing mitigation strategies starting from legal requirements regarding water quality.				
Inhalt	- Diversity of diffuse agrochemical pollution - Agronomic background on the use of agrochemicals - Transport of agrochemicals from soils to water bodies - Development of legal requirements for water quality - Monitoring strategies in water bodies - Mitigation strategies - Relevant spatial and temporal scales - Exercises including all major topics - 1 field excursion - 2 - 3 external guest speakers				
Skript	Handouts will be provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some exercises require R ( <a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a> ) and a laptop during the class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-4000-00L</b>	<b>Summer School on Blue-Green Biodiversity</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	This summer school highlights how an integrated approach that considers the ecological, evolutionary, and social dimensions of freshwater (blue) and terrestrial (green) ecosystems benefits the maintenance and restoration of biodiversity. It is aimed primarily for PhD students to bring themselves up to date with the latest research and to reflect on their own work with an interdisciplinary lens.				
Lernziel	Students will be able to: • describe and discuss the linkages between aquatic and terrestrial ecosystems and the interdependencies between social and ecological systems. • analyze the current and future blue and green ecosystems from a scientific, nature conservation, management, and socioeconomic perspective. • assess their own scientific work with respect to other disciplinary methods and the benefits of interdisciplinary approaches in their field.				

Inhalt	The course will cover a diverse set of topics, from the ecology and evolution of blue-green ecosystems to ecosystem services and governance. It will combine lectures, field excursions and group work to present and discuss state-of-the-art knowledge and practices. The content of the summer school will be based around these questions: <ul style="list-style-type: none"> <li>•How do evolutionary and ecological processes differ in aquatic and terrestrial ecosystems?</li> <li>• What are the characteristics of species interactions and ecosystem processes, such as carbon recycling or toxin production, across aquatic and terrestrial ecosystems?</li> <li>• How will blue-green ecosystems and their biodiversity respond to climate change and other anthropogenic drivers? How will the differences in ecological processes lead to divergent responses to human impacts across ecosystems?</li> <li>•How should conservation strategies and urban development be aligned to best preserve both aquatic and terrestrial biodiversity in Switzerland?</li> <li>•How should socio-ecological interdependencies and existing knowledge and attitudes of stakeholders and the public be considered to optimize the outcome of ecological restorations?</li> <li>•How can an evidence-based understanding of biodiversity be used to improve policy and decision making?</li> </ul>
Literatur	Course materials (e.g. scientific papers, news articles, videos) are provided for preparatory reading and during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	The Summer School is co-organized by the WSL Biodiversity Center and the Blue-Green Research Initiative (Eawag and WSL). It accommodates ca. 20 highly motivated students. It is open to PhD students enrolled at ETH and other universities in Switzerland and abroad. Applications will be evaluated according to their fitting to the summer school topic, the applicants' interdisciplinary interest, their evidence of academic quality, and their expected benefits from this summer school. Fee: 700 Swiss Francs (exclusive of VAT). This includes accommodation (shared rooms) at the Hotel Shima ( <a href="https://www.shima-davos.ch/">https://www.shima-davos.ch/</a> ) and meals, course materials and excursions. Accepted participants are expected to bear travel costs to Davos.

<b>529-0135-00L</b>	<b>Cook and Look: Watching Functional Materials in Situ</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>M. Nachtegaal, D. Ferri, O. Safonova, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	Hands-on course on in situ spectroscopies (x-ray, infrared, Raman) and x-ray diffraction for understanding the structure of functional materials.				
Lernziel	Thorough understanding of available state-of-the-art spectroscopies for the characterization of the structure of functional materials under in situ conditions. Problem solving strategies and reporting in a scientific format. To learn the basics of spectroscopic data analysis.				
Inhalt	This course will introduce state-of-the-art synchrotron techniques (x-ray absorption and emission spectroscopies, x-ray diffraction) as well as complementary infrared and Raman spectroscopies for the characterization of functional materials, such as catalysts, under operating (in situ) conditions. On the 'cook' days, each technique will be introduced by a lecture, after which samples will be 'cooked' (sample preparation, building in situ setup, and measurement). This will be followed by a 'look' day where the collected data will be analyzed. Principles of x-ray data treatment, including Fourier transformation, will be introduced.				
Skript	A course manual with in depth background information will be distributed before the course.				
Literatur	Will be suggested in the course manual and made available during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place at the Swiss Light Source, at the Paul Scherrer Institut. Students will be housed for several nights in the guest house. You are required to contact the organizers upon registration since beamtime and housing has to be reserved well in advance.				

## ►►► Umweltsysteme und Politikanalyse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1522-00L</b>	<b>Multi-Criteria Decision Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Lienert</b>
Kurzbeschreibung	This introduction to "Multi-Criteria Decision Analysis" combines prescriptive Decision Theory (Multi-Attribute Value and Utility Theory) with practical application and computer-based decision support systems. Aspects of descriptive (behavioral) Decision Theory (psychology) are introduced. Participants apply the theory to an environmental decision problem (group work).				
Lernziel	The main objective is to learn "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT) and apply it step-by-step to an environmental decision problem. Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) is shortly introduced. At the end, participants should be able to carry out MCDA on their own, in research projects and in practice (e.g., working as consultant). The participants learn how to structure complex decision problems and break them down into manageable parts. An important aim is to integrate the objectives and preferences of different decision-makers or stakeholders. The participants will practice how to elicit subjective (personal) preferences from stakeholders with structured interviews. They will learn to include uncertainty in decision models and test assumptions with sensitivity analyses. Participants should have an understanding of people's limitations to decision-making, based on insights from descriptive Decision Theory. They will use formal computer-based tools to integrate "objective / scientific" data with "subjective / personal" preferences to find consensus solutions that are acceptable to different stakeholders.				
Inhalt	<b>GENERAL DESCRIPTION</b> Multi-Criteria Decision Analysis is an umbrella term for a set of methods to structure, formalize, and analyze complex decision problems involving multiple objectives (aims, criteria), many different alternatives (options, choices), and different stakeholders which may have conflicting preferences. Uncertainty (e.g., of environmental data) adds to the complexity of environmental decisions. MCDA helps to make decision problems more transparent and guides stakeholders into making rational choices. Today, MCDA-methods are being applied to many complex decision situations. This class is designed for participants interested in transdisciplinary approaches that help to better understand real-world decision problems and that contribute to finding sustainable solutions. The course focuses on "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT). It gives a short introduction to "Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) and behavioral Decision Theory, the psychological field of decision-making.  <b>STRUCTURE</b> The course consists of a combination of lectures, exercises and discussion in the class, exercises in small groups, and reading. Some exercises are computer assisted, applying the ValueDecisions app, a browser-based MCDA software in a user-friendly R-shiny interface. For the analyses, participants need a laptop. The participants will choose an environmental case study to work on in small groups throughout the semester. They will summarize this work in a graded report. Additional reading of selected sections in the textbook Eisenführ et al. (2010) is required to understand the theory. Participants' individual learning of MCDA will be tested in one mandatory quiz.  <b>GRADING</b> The grade for the course is determined by one mandatory quiz at a fixed date that is individually completed during class (30%) and a semester-long group project with a final written group report to be delivered at the end of the semester (70%). There is no possibility to repeat the quiz! If participants miss the mandatory quiz, it is graded 1.  Last cancellation / deregistration date for this graded semester performance: second Tuesday in March! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail" / unsatisfactory grade.  <b>Skript</b> No script (see below) <b>Literatur</b> Theory is supported by reading selected sections in: Eisenführ, Franz; Weber, Martin; and Langer, Thomas (2010) Rational Decision Making. 1st edition, 447 p., Springer Verlag, ISBN 978-3-642-02850-2.  Additional reading material will be recommended during the course. Lecture slides will be made available for download.				

Voraussetzungen / Besonderes	The course requires some understanding of (basic) mathematics. The "formal" parts are not too complicated and we will guide students through the mathematical applications and use of the ValueDecisions app (software). Participants should bring their own laptop (let us know if this is not possible).				
Kompetenzen	The course is limited to 30 participants (first come, first served).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
Soziale Kompetenzen	Problemlösung		geprüft		
	Kommunikation		gefördert		
	Kooperation und Teamarbeit		gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Verhandlung		gefördert		
	Kreatives Denken		geprüft		
	Kritisches Denken		geprüft		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert		
<b>102-0348-00L</b>	<b>Prospective Environmental Assessments</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Hellweg, N. Heeren, A. Spörri</b>
	<i>Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.</i>				
Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.</li> <li>- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.</li> <li>- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.</li> <li>- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies</li> <li>- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scenario analysis</li> <li>- Dynamic material flow analysis</li> <li>- Temporal differentiation in LCA</li> <li>- Systems dynamics tools</li> <li>- Agent based models</li> <li>- Assessment of future and present environmental impact</li> <li>- Case studies</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		gefördert	
		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
Problemlösung			geprüft		
Soziale Kompetenzen	Projektmanagement		gefördert		
	Kommunikation		geprüft		
	Kooperation und Teamarbeit		geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert		
	Kreatives Denken		geprüft		
	Kritisches Denken		geprüft		
<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
Kundenorientierung			geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		geprüft		
	Kritisches Denken		geprüft		
	<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>				
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				

Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>• the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>• the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>• the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>• empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>																																													
Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>																																													
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.																																													
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.																																													
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project.</p> <p>Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.</p>																																													
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																												
	Verfahren und Technologien	geprüft																																												
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																												
	Entscheidungsfindung	geprüft																																												
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																												
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																												
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																												
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft																																												
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																												
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																												
	Kreatives Denken	gefördert																																												
	Kritisches Denken	geprüft																																												
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																												
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																												
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																												

## ►►► Ökologie und Evolution

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1401-00L</b>	<b>Ecology and Evolution: Interaction Seminar ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Hall</b>
Kurzbeschreibung	Interaction seminar. Student-mediated presentations, guests and discussions on current themes in ecology, evolutionary and population biology.				
Lernziel	Getting familiar with scientific arguments and discussions. Overview of current research topics. Making contacts with fellow students in other groups.				
Inhalt	Scientific talks and discussions on changing subjects.				
Skript	None				
Literatur	None				
Voraussetzungen / Besonderes	For information and details: <a href="https://pe.ethz.ch/education/zis.html">https://pe.ethz.ch/education/zis.html</a> or contact: Lehre-eve@env.ethz.ch				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>		
<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einführung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.				

Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugaenglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.		
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>		
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugaenglich, und enthaelt weitere relevante Informationen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nuetzlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nuetzlich, aber keine Voraussetzung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert

<b>701-1424-00L</b>	<b>Guarda-Workshop in Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>S. Bonhoeffer</b>
	<i>Der Kurs hat eine Teilnehmerbeschränkung. Um sich für den Kurs anzumelden, müssen Sie sich sowohl über mystudies als auch über die Webseite der Universität Basel <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> einschreiben.</i>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist fuer Studenten mit grossem Interesse an evolutionärer Biologie. Das Ziel des Kurses ist es in kleinen Teams von 4-5 Studenten eigenstaendig wissenschaftliche Projekte zu entwickeln. Die Studenten werden angeleitet von Prof. D. Ebert (Basel) und Prof. S. Bonhoeffer (ETHZ). Zusätzlich werden jedes Jahr zwei international angesehene Experten eingeladen.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist es, in kleinen Teams zu arbeiten, um zunächst eine Forschungsfrage zu identifizieren, dann einen Forschungsplan zu entwickeln und schließlich einen kurzen Förderantrag zu schreiben. Was Sie über das einzelne Forschungsprojekt hinaus lernen werden, sind äußerst übertragbare Fähigkeiten, wie z. B. die Entwicklung von Ideen in einem Team, die kritische Reflexion Ihrer eigenen Ideen sowie der Ideen anderer, und die Ausarbeitung einer Idee zu einem Forschungsantrag. Für weitere Informationen siehe <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Inhalt	Siehe link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Skript	keines				
Literatur	keine				
Voraussetzungen / Besonderes	Da der Kurs nur eine begrenzte Teilnehmerzahl erlaubt, ist die Anmeldung fuer den Kurs notwendig. Bitte melden Sie sich ueber die Kurs-Website (siehe Link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> ) an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		

<b>701-1425-00L</b>	<b>Genetic Diversity: Analysis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J.-C. Walser, N. Zemp</b>
Kurzbeschreibung	The course offers practical training to masters, doctoral, and postdoctoral students in genomic data management and analysis. The emphasis is specifically on high throughput sequencing applications and data analysis, with a focus on reproducibility and report writing. Theoretical understanding will be aided by exercises, and active participation is encouraged rather than just passively listening.				
Lernziel	The course is divided into several sub-areas. The overall learning objective is to understand the analysis of high throughput molecular sequencing data in a reproducible manner. However, each subfield has specific learning objectives.				
Inhalt	The course Genetic Diversity: Analysis is organised by the Genetic Diversity Centre (GDC). You can find out more about the content directly from the course website ( <a href="https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/">https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/</a> ).				
Skript	Teaching materials and exercises will be made available on the course web site in due course. ( <a href="https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/">https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/</a> )				
Literatur	We will provide links to scientific literature and textbooks.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students need to have their own computer and be able to install scientific software. We will provide a list of requirements and links a few weeks before the course starts. More details are available on the course website: <a href="https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/">https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/</a> .				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
Integrität und Arbeitsethik				gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert	
<b>701-1432-00L</b>	<b>Ecology Lab: Field Course</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Kempel, A. C. Risch</b>
Kurzbeschreibung	Fünftägiger Blockkurs im Engadin: Einführung in die Ökologie des Schweizerischen Nationalparks. Diskussion aktueller Forschungsarbeiten im Schweizerischen National Park und seiner Umgebung. Während 2,5 Tagen werden Felderhebungen, Feldmessungen und Auswertungen durchgeführt. Die Arbeiten werden mit einer Präsentation abgeschlossen.				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen in der Versuchsplanung und des Stichprobendesigns für die Erhebung ökologischer, populationsbiologischer und vegetationskundlicher Daten. Im Workshop wird der Weg von der Fragestellung bis zur auf datenbasierten Berichtsgestaltung bzw. Berichterstattung geübt.				
Inhalt	Tag 1: Anreise; Exkursion Schweizerischer Nationalpark				
	Tag 2: Inputvortrag Versuchsplanung, Planung eines eigenen Projekts in kleinen Gruppen (2 Personen)				
	Tag 3: Datenerhebung für Projekt				
	Tag 4: Inputvortrag Auswertung, Auswertung der eigenen Daten, Erstellen einer Präsentation				
	Tag 5: Präsentationen, Diskussion, Feedback, Heimreise				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Kursgebühr von ca. CHF 230 muss von den Teilnehmenden übernommen werden. Die Einzahlung muss bis 8. April 2024 erfolgt sein - Informationen zum Konto werden an die eingeschriebenen Personen versandt. Die Teilnehmerzahl ist auf 14 beschränkt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1450-00L</b>	<b>Conservation Genetics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Holderegger, M. Fischer, F. Gugerli</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with conservation genetics and its practical applications. It introduces the genetic theories of conservation genetics, such as inbreeding depression, adaptive genetic diversity or fragmentation. The course also shows how genetic methods such as eDNA and metabarcoding are used in conservation management, and it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics.				
Lernziel	Genetic and evolutionary argumentation is an important feature of conservation biology. The course equips students with knowledge on conservation genetics and its applications in conservation management. The course introduces some of the main theories of conservation genetics and shows how genetic methods are used in conservation management. In addition, it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics. Practical examples dealing with animals and plants are presented.				



Inhalt There are 4 hours of lectures, presentations and group work per week. Students also have to spend about 3 hours per week on preparatory work for the following week. Every week, one subject will be presented by one of three lecturers.

Overview of themes:

Barcoding, eDNA metabarcoding and genetic monitoring; effects of small population size, genetic drift and inbreeding; neutral and adaptive genetic diversity; hybridization; gene flow, fragmentation and connectivity.

Specific topics:

- (1) Species and individual identification: barcoding; metabarcoding; eDNA; estimation of census population size and habitat use.
- (2) Inbreeding and inbreeding depression: small population size; bottlenecks; genetic drift; inbreeding and inbreeding depression; effective population size.
- (3) Adaptive genetic diversity: neutral and adaptive genetic variation; importance of adaptive genetic diversity; methods to measure adaptive genetic variation.
- (4) Hybridization and monitoring of genetic diversity: gene introgression; gene flow across species boundaries; demographic swamping; monitoring of genetic diversity.
- (5) Half day excursion: practical example of connectivity measures in fragmented landscape, in relation to conservation genetic inferences.
- (6) Discussion and evaluation of excursion; gene flow: historical and contemporary gene flow and dispersal; fragmentation and connectivity.
- (7) Written examination.

Skript No script; handouts and material for downloading will be provided.

Literatur There is no textbook for this course, but the following book is recommended:  
Allendorf F.W., Funk W.C., Aitken S.N., Byrne M., Luikart G. 2022. Conservation and the genomics of populations (3rd edition). Oxford University Press, Oxford.

The following book and booklets in German are targeted to conservation practitioners:  
Holderegger R., Segelbacher G. (eds.). 2016. Naturschutzgenetik. Ein Handbuch für die Praxis. Haupt, Bern.  
Csencsics D., Gugerli F. 2017. Naturschutzgenetik. WSL Berichte 60: 1-82. (free download at <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF>)

Voraussetzungen / Besondere Requirements:  
Students must have a good background in genetics as well as in ecology and evolution, e.g., courses "Population and Quantitative Genetics" or "Evolutionary Genetics".

Examination:  
A final written examination on the content of the course and of the excursion is an integral part of the course.

Teaching forms:  
The course needs the active participation of students! It consists of lectures, group work, presentations, discussions, reading and a half-day excursion.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert

**701-1708-00L Infectious Disease Dynamics W 4 KP 2V R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen**

Kurzbeschreibung This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.

Lernziel Attendees will learn about:  
\* the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations  
\* the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination  
\* the impact of population structure on disease transmission

Attendees will learn how:  
\* the emergence spread of infectious diseases is described mathematically  
\* the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models  
\* population biological models are parameterized from empirical data  
\* genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease

The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").

Inhalt After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.

Skript Slides and script of the lecture will be available online.

Literatur The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material:  
\* Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008  
\* Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990  
\* Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3  
\* Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000  
\* Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009

Voraussetzungen / Besondere Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>701-4000-00L</b>	<b>Summer School on Blue-Green Biodiversity</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>
Kurzbeschreibung	This summer school highlights how an integrated approach that considers the ecological, evolutionary, and social dimensions of freshwater (blue) and terrestrial (green) ecosystems benefits the maintenance and restoration of biodiversity. It is aimed primarily for PhD students to bring themselves up to date with the latest research and to reflect on their own work with an interdisciplinary lens.			
Lernziel	Students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and discuss the linkages between aquatic and terrestrial ecosystems and the interdependencies between social and ecological systems.</li> <li>• analyze the current and future blue and green ecosystems from a scientific, nature conservation, management, and socioeconomic perspective.</li> <li>• assess their own scientific work with respect to other disciplinary methods and the benefits of interdisciplinary approaches in their field.</li> </ul>			
Inhalt	The course will cover a diverse set of topics, from the ecology and evolution of blue-green ecosystems to ecosystem services and governance. It will combine lectures, field excursions and group work to present and discuss state-of-the-art knowledge and practices. The content of the summer school will be based around these questions: <ul style="list-style-type: none"> <li>•How do evolutionary and ecological processes differ in aquatic and terrestrial ecosystems?</li> <li>• What are the characteristics of species interactions and ecosystem processes, such as carbon recycling or toxin production, across aquatic and terrestrial ecosystems?</li> <li>• How will blue-green ecosystems and their biodiversity respond to climate change and other anthropogenic drivers? How will the differences in ecological processes lead to divergent responses to human impacts across ecosystems?</li> <li>•How should conservation strategies and urban development be aligned to best preserve both aquatic and terrestrial biodiversity in Switzerland?</li> <li>•How should socio-ecological interdependencies and existing knowledge and attitudes of stakeholders and the public be considered to optimize the outcome of ecological restorations?</li> <li>•How can an evidence-based understanding of biodiversity be used to improve policy and decision making?</li> </ul>			
Literatur	Course materials (e.g. scientific papers, news articles, videos) are provided for preparatory reading and during the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	The Summer School is co-organized by the WSL Biodiversity Center and the Blue-Green Research Initiative (Eawag and WSL). It accommodates ca. 20 highly motivated students. It is open to PhD students enrolled at ETH and other universities in Switzerland and abroad. Applications will be evaluated according to their fitting to the summer school topic, the applicants' interdisciplinary interest, their evidence of academic quality, and their expected benefits from this summer school. Fee: 700 Swiss Francs (exclusive of VAT). This includes accommodation (shared rooms) at the Hotel Shima ( <a href="https://www.shima-davos.ch/">https://www.shima-davos.ch/</a> ) and meals, course materials and excursions. Accepted participants are expected to bear travel costs to Davos.			

### ►►► Wald- und Landschaftsmanagement

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1600-00L</b>	<b>Summer School on Forest Research and Global Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Gessler, J. E. Born, H. Bugmann</b>
	Please register on mystudies and on the SwissForestLab website: <a href="https://swissforestlab.wsl.ch/en/events-and-outreach/summer-schools/">https://swissforestlab.wsl.ch/en/events-and-outreach/summer-schools/</a>				
	<i>All registrations are put on a waiting list; manual selection of candidates is performed according to the criteria mentioned under "Prerequisites".</i>				
	<i>Students will be informed by mid of June if participation is possible.</i>				
Kurzbeschreibung	This summer school highlights various aspects of forest resilience, the provisioning of ecosystem services under changing environmental and socioeconomic boundary conditions, and the interactions between society and ecology. It is aimed primarily for PhD students to bring themselves up to date with the latest research, to share their research and to network with peers from all around the world.				
Lernziel	The goal of the Summer School is to provide an in-depth understanding of the concepts, approaches to maintain ecosystem services under changing environmental and societal boundary conditions. Students will obtain a deeper understanding of the interactions between, ecology, management and socio-economic boundary conditions. They will gain knowledge of novel modelling and monitoring approaches and they will be able to discuss them considering the expectations on future forests from a scientific, forest management, and socio-economic perspective. The participants will reflect on their own work (master, PhD studies) with respect to other disciplines and discuss possible benefits of interdisciplinary approaches in their field. Ultimately, the participants will get to know the interfaces of their own research with other methods and approaches. This will increase the impact and the relevance of their own work.				
Inhalt	The Summer School is organized around four major topics that address different aspects of long-term forest observation, monitoring, experimentation, and modelling: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The natural scientific basis of forest dynamics and ecosystem functioning; Plant physiology, atmospheric sciences, hydrology, soil science</li> <li>2. Management and socio-economic or socio-ecological perspectives; Interactions between management, biodiversity and ecosystem functioning, trade-offs between ecosystem services, stakeholder decisions and socioeconomic boundary conditions</li> <li>3. Cross-scaling: scaling over space and time; Modelling, remote sensing and long-term observational networks</li> <li>4. Interdisciplinary methods and approaches addressed with project examples</li> </ol> The programme comprises input lectures and discussions with various experts, assigned group work and two excursions. As an enrichment of the scientific scope of the Summer School and to foster interdisciplinarity, a workshop on stakeholder dialogue will be held.				
Literatur	Course materials (e.g. slides, articles) are provided for preparatory reading and during the course				

Voraussetzungen / Besonderes	The 2024 Summer School is organized under the umbrella of the SwissForestLab and the nfz.forestnet networks. It accommodates ca. 25 highly motivated students. Besides ETH students (PhD or MSc in their last year) it is open to PhD students, MSc in their last year and PostDocs from any country. Applications will be evaluated according to their fitting and interest in the research topic, their evidence of academic quality, and their expected benefits from this Summer School. The obligatory registration and additional information can be found on the SwissForestLab website. Students have to register under mystudies and on the SwissForestLab website ( <a href="http://www.swissforestlab.ch">www.swissforestlab.ch</a> ).		
	Fees: 1'000 Swiss Francs. This includes accommodation (shared rooms) at the Hotel Shima ( <a href="https://www.shima-davos.ch/">https://www.shima-davos.ch/</a> ) and meals (vegetarian – for the sake of our climate) for the duration of the course, course materials and excursions. Accepted participants are expected to bear travel costs to Davos.		
	Additional Registration: Registration must be done via mystudies and at the same time via the SwissForestLab website ( <a href="https://swissforestlab.wsl.ch/en/events-and-outreach/summer-schools/">https://swissforestlab.wsl.ch/en/events-and-outreach/summer-schools/</a> ).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>701-1674-00L</b>	<b>Spatial Analysis, Modelling and Optimisation</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>
	<i>Voraussetzung: Teilnahme an der Lehrveranstaltung 701-0951-00L "GIS - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien" oder eine gleichwertige Vorbildung.</i>	<b>4G</b>	<b>M. A. M. Niederhuber, V. Griess, A. Semiao Ramos Cordeiro Dias</b>
Kurzbeschreibung	Problems encountered in forest- and landscape management often have a spatial dimension. Methods and technics of geoinformation sciences GIS and/or optimization give support to identify good solutions. Students learn to conceptualize, implement and combine I) spatial analysis & modeling of geodata and, II) optimization techniques, based on theoretical inputs and practical work on small projects.		
Lernziel	Understand, search for, and manage various types of geospatial data; Carry out conceptual data modelling for a spatial and/or optimisation problem and translate it into a tangible form within a GIS software; Conceptualize spatial and/or optimisation problems and design a workflow that transitions from "data processing" through "advanced spatial analysis" to "presentation of results"; Implement such a workflow in standard GIS and/or optimisation software, verify and validate the procedures, then present the final results.		
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge and skills equal those of the course "GIS - Einführung in die räumliche Informationswissenschaften und Technologien"		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
<b>701-4000-00L</b>	<b>Summer School on Blue-Green Biodiversity</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
Kurzbeschreibung	This summer school highlights how an integrated approach that considers the ecological, evolutionary, and social dimensions of freshwater (blue) and terrestrial (green) ecosystems benefits the maintenance and restoration of biodiversity. It is aimed primarily for PhD students to bring themselves up to date with the latest research and to reflect on their own work with an interdisciplinary lens.		
Lernziel	Students will be able to: • describe and discuss the linkages between aquatic and terrestrial ecosystems and the interdependencies between social and ecological systems. • analyze the current and future blue and green ecosystems from a scientific, nature conservation, management, and socioeconomic perspective. • assess their own scientific work with respect to other disciplinary methods and the benefits of interdisciplinary approaches in their field.		
Inhalt	The course will cover a diverse set of topics, from the ecology and evolution of blue-green ecosystems to ecosystem services and governance. It will combine lectures, field excursions and group work to present and discuss state-of-the-art knowledge and practices. The content of the summer school will be based around these questions: •How do evolutionary and ecological processes differ in aquatic and terrestrial ecosystems? • What are the characteristics of species interactions and ecosystem processes, such as carbon recycling or toxin production, across aquatic and terrestrial ecosystems? • How will blue-green ecosystems and their biodiversity respond to climate change and other anthropogenic drivers? How will the differences in ecological processes lead to divergent responses to human impacts across ecosystems? •How should conservation strategies and urban development be aligned to best preserve both aquatic and terrestrial biodiversity in Switzerland? •How should socio-ecological interdependencies and existing knowledge and attitudes of stakeholders and the public be considered to optimize the outcome of ecological restorations? •How can an evidence-based understanding of biodiversity be used to improve policy and decision making?		
Literatur	Course materials (e.g. scientific papers, news articles, videos) are provided for preparatory reading and during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	The Summer School is co-organized by the WSL Biodiversity Center and the Blue-Green Research Initiative (Eawag and WSL). It accommodates ca. 20 highly motivated students. It is open to PhD students enrolled at ETH and other universities in Switzerland and abroad. Applications will be evaluated according to their fitting to the summer school topic, the applicants' interdisciplinary interest, their evidence of academic quality, and their expected benefits from this summer school. Fee: 700 Swiss Francs (exclusive of VAT). This includes accommodation (shared rooms) at the Hotel Shima ( <a href="https://www.shima-davos.ch/">https://www.shima-davos.ch/</a> ) and meals, course materials and excursions. Accepted participants are expected to bear travel costs to Davos.		

## ▶▶▶ Inter- und transdisziplinäre Kurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>151-0906-00L</b>	<b>Showcasing Doctoral Research in Modelling for Climate and Energy</b> <i>This course is only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. McKenna, J. Savelsberg, C. Schaffner</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Frontiers in Energy Research".</i>				
Kurzbeschreibung	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate with modelling, simulation and similar analytical methods. The students present their work to their colleagues, advisors and the scientific community. Each week two students gives a ~30 minute presentation of their research (a full introduction, background & findings) followed by discussion with the audience.				
Lernziel	The key objectives of the course are: (1) participants will gain knowledge of (new/other) advanced research in the area of energy and climate and identify collaboration opportunities; (2) participants will actively participate in discussion after each presentation and improve their feedback skills; (3) participants gain experience of different presentation styles; (4) to create a network amongst the energy research doctoral student community. (5) to recognise and reward outstanding research and presentations with Best Presentation Awards.				
Inhalt	Doctoral students at ETH Zurich working in the broad area of energy and climate present and discuss their research with their colleagues, advisors and the scientific community. There will be two presentations a week during the semester, each structured as follows: 30 min presentation followed by a 30 min discussion with the audience.				
Skript	Slides will be available on the Energy Science Center pages ( <a href="https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html">https://esc.ethz.ch/events/doctoral-research-in-modelling-for-climate-and-energy.html</a> ).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>860-0101-00L</b>	<b>Designing Public Policy Research</b> <i>Open to doctoral students from all departments. Permission from the lecturers is required.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Steffen, T. Bernauer, Y. Borofsky, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	PhD students in public policy (or related fields) get an introduction to epistemology and an overview of different methodological approaches. The course will help them design their own (interdisciplinary) research and create meaningful and policy-relevant insights.				
Lernziel	Students should be able to understand how (policy-relevant) knowledge can be created and what the potentials and limits of different research designs and methodologies are.				
Inhalt	After an introduction to epistemology and the philosophy of science, students will gain insights into different research approaches, including qualitative and quantitative empirical designs, computational modelling, and conceptual and analytical approaches.				
<b>► Überfachliche Kompetenzen</b>					
Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>Lehrangebot in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ</i>				
	<i>Sprachkurse ETH/UZH: siehe Wissenschaft im Kontext</i>				
<b>701-5001-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students</b> <i>The target group is the following: - PhD student Environmental sciences, Agricultural Sciences For PhD students in the PhD program in Plant Sciences: Students of University of Zurich and of University have full access. For these, please register only at: Please register at: <a href="https://www.ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html">https://www.ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html</a> Choose Plant Sciences</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Paschke, N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	This course raises awareness of doctoral students to ethical issues that may arise during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students use resources that can assist them with ethical decision-making. Students are given the opportunity to apply their knowledge and train their newly acquired skills in an interactive, discipline specific context.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. Furthermore, they are encouraged to reflect on their professional role as scientific researchers.				

Inhalt	This course consists of two parts. Part I must be finished before the start of the Part II.				
	Part I is a self-paced e-learning course with 5 modules on (1) Introduction into ethics, (2) Ethics in scientific research, (3) Collecting resources, (4) Setting up a strategy, and (5) Making decisions.				
	Part II is a face-to-face interaction which focuses on discipline-specific aspects in the general area of Agricultural and Environmental Sciences. It provides an interactive learning environment. Students get to apply their knowledge, and they are encouraged to reflect on ethical problems and to critically discuss them with fellow doctoral students.				
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students only. Part I has to be finished before attending Part II.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
<b>851-0178-00L</b>	<b>Ethics and Scientific Integrity for Doctoral Students ■ W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Bobst, G. Achermann</b>	
	<i>This course is interdisciplinary and open for all. Please check whether your department or doctoral school offers this course. If so, we suggest that you enrol there.</i>				
	<i>The second part (face-to-face workshop) will be offered on three separate dates for a maximum of 24 students per session. You only need to attend one group session (one date only!). Please register in myStudies for one group session only.</i>				
Kurzbeschreibung	This course sensitises doctoral students to ethical issues that may occur during their doctorate. After an introduction to ethics and good scientific practice, students are familiarised with resources that can assist them with ethical decision-making. Students get the chance to apply their knowledge in a discipline specific context.				
Lernziel	Doctoral students learn how to identify, analyse and address ethical issues in their own scientific research. In addition, they will reflect on their professional role as scientific researchers.				
Inhalt	This course introduces doctoral students to ethical issues that may occur during their research activities. After an introduction to ethics and good scientific practice, participants are familiarised with resources that can assist them with ethical decision- making (e- learning module on Moodle). In the second, face- fo-face part, participants will have the opportunity to critically discuss their knowledge and share their experiences with fellow doctoral students in a discipline specific context.				
	The first part is a self-paced e-learning module. The second part provides an interactive learning environment face-to-face.				
Voraussetzungen / Besonderes	For doctoral students only				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
<b>900-0100-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0101-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0102-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0103-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1-3 days, with Poster or Talk)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Only for doctoral students.</i>				
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer</i>				

	<i>and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0104-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0105-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of short courses or workshops with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0106-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0107-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0108-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0109-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0110-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

<b>900-0111-DRL</b>	<b>Transferable Skills Course III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6S</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Acquisition of transferable skills and cross-disciplinary competences in the range of courses or workshops with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0112-DRL</b>	<b>Participation in Commission I (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0113-DRL</b>	<b>Participation in Commission II (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in commissions or university bodies, like associations of scientific staff, the university assembly or similar for at least 1 year.				
<b>900-0114-DRL</b>	<b>Member of Executive Board (min 1 year)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				
Lernziel	Active participation in the presidium or executive board of a university group for at least 1 year.				

### ► Integration wissenschaftliche Gemeinschaft

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>701-1446-00L</b>	<b>Forest and Landscape Conservation and Management (Field Course)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Priority is given to Master students in Environmental Sciences with the Majors Forest and Landscape Management, Ecology and Evolution, and the Environmental Systems and Policy. PhD students in Environmental Sciences count also as target group.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>J. Ghazoul, T. Crowther</b>
Kurzbeschreibung	Landscape restoration and conservation is subject to biophysical, socio-economic, and political constraints, demanding socio-ecological systems understanding. Drawing on existing initiatives, and the perspectives of a range of stakeholders, students will explore how restoration might be implemented across social and environmental priorities in Scotland, a country undergoing rapid landscape change.				
Lernziel	Specific learning objectives include: Natural science focus 1. Experience different management approaches to restoration, and evaluate their social and environmental costs and benefits. 2. Identify important biophysical components and their dynamics, and consider how they can be objectively measured. 3. Identify ecological and biophysical interactions and constraints across landscapes, and consider how these can be managed given conservation/restoration objectives. 4. Understand risks and uncertainties of conservation and restoration actions, and how these are perceived by different actors. 5. Evaluate how technologies might inform the implementation of restoration. Social science focus 6. Identify alternative visions for future landscapes across different stakeholder groups, given differing stakeholder perspectives and priorities. 7. Consider how values are attributed to natural resources or landscape elements, as perceived by different stakeholders. 8. Identify conflicts that arise, and how these are addressed across different stakeholder interests. 9. Explore how alternative governance structures influence restoration decision making pathways. 10. Consider financial mechanisms to leverage funding for restoration projects. Integrative focus 11. Construct conceptual models of socio-ecological systems. 12. Develop and evaluate ecosystem management strategies using a multi-functional landscape approach.				
Inhalt	Students will visit multiple sites and programmes that are implementing different forms of conservation and restoration objectives. These cases encompass different scales, priorities, land uses, and governance structures. Students will collect information and data from a variety of stakeholders, sources, and settings, and use this information to build a socio-ecological systems understanding of conservation and restoration in Scotland. Students will be responsible for running interviews, and securing the further qualitative and quantitative information they need for a systems modelling approach. Proposed field excursion schedule included in the Annex.  Related videos: Conservation Management (student reflections on earlier field course in Scotland) Living Landscapes in the Scottish Highlands (provides context)				

Literatur	A full literature list will be provided, but key references include: Beckert, M., et al. (2016). Of trees and sheep: Trade-offs and synergies in farmland afforestation in the Scottish Uplands. Burton, V., et al. (2019). "Green Gold to Wild Woodlands; understanding stakeholder visions for woodland expansion in Scotland." Landscape Ecology 34(7): 1693-1713. Duckett, D., et al. (2016). "Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland." Landscape and Urban Planning 154: 44-56. Fischer, A. and K. Marshall (2010). "Framing the landscape: Discourses of woodland restoration and moorland management in Scotland." Journal of Rural Studies 26(2): 185-193. Hobbs, R. (2009). "Woodland restoration in Scotland: Ecology, history, culture, economics, politics and change." Journal of Environmental Management 90(9): 2857-2865. Munoz-Rojas, J., et al. (2015). "Synergies and conflicts in the use of policy and planning instruments for implementing forest and woodland corridors and networks; a case study in NE Scotland." Forest Policy and Economics 57: 47-64. Thomas, H. J. D., et al. (2015). "Towards a research agenda for woodland expansion in Scotland." Forest Ecology and Management 349: 149-161.		
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students should have taken the following courses: Conservation and Restoration (Crowther, Ghazoul, Maynard) – Bachelor Foundations of Ecosystem Management (Ghazoul, Dray) – Master Other relevant courses from the Masters programme include Multifunctional Forest Management, Landscape Modelling of Biodiversity, Policy and Economics of Ecosystem Services, Environmental Governance.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

<b>701-4002-00L</b>	<b>Beyond the Lab: Addressing Global Challenges as Scientists - Summer School</b> <i>Number of participants limited to 30.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Patt</b>
	<i>Registering for course units: Students will be able to send an application to participate to the summer school from 01.04. until 15.05.2024 at this <a href="https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfJsmOBXvjVr5gC5eiksrWq0TcrCkVF0gam23DW84uJuV8PaA/viewform">https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfJsmOBXvjVr5gC5eiksrWq0TcrCkVF0gam23DW84uJuV8PaA/viewform</a>. In the application procedure students will be asked to provide information on their studies (degree pursued, area of study, CV) and a brief letter of motivation. Afterwards, applicants will be contacted by email to inform them whether they have been accepted or not to take part to the school, details will then be provided on how to complete the registration procedure. Further details on the course preselection for registration, the course times and locations will be announced in mid March on the website <a href="https://beyondthelab2024.epfl.ch/">https://beyondthelab2024.epfl.ch/</a>. In case of questions students can send an email to the organizers at the following address: <a href="mailto:scienceandpolicy@ethz.ch">mailto:scienceandpolicy@ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	This summer school discusses the intersection between science and policy, demonstrating how scientists can tackle global challenges and have an impact outside of the lab while reflecting on challenges they might face in this endeavour. Through interactive workshops and role-playing, participants acquire new skills, ranging from negotiation skills to the writing of a policy brief.				
Lernziel	The aim of the summer school is to address the following questions: To what extent can science impact public decisions on local and international levels? How do scientists working on topics of high public interest interact with policymaking to get their voices and expertise both heard and properly represented in an ethically responsible manner? In which ways can scientists and engineers take direct action in their careers to shape society? How to quantitatively and qualitatively define and measure impact and reflect on the ethical implications of innovation? What are the most effective ways to engage with the general public and to communicate scientific findings and analyses to non-scientific audiences?				
Inhalt	Science and policymaking, tackling global challenges, taking action, ethics of innovation, communicating & engaging with the public				
Voraussetzungen / Besonderes	Must apply through the application form and will be able to enroll once accepted.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>900-0150-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0151-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0152-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days.				
<b>900-0153-DRL</b>	<b>Summer School I (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0154-DRL</b>	<b>Summer School II (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0155-DRL</b>	<b>Summer School III (1-3 days, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a maximum duration of 3 days. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0156-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen

	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0157-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0158-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week.				
<b>900-0159-DRL</b>	<b>Summer School I (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0160-DRL</b>	<b>Summer School II (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0161-DRL</b>	<b>Summer School III (1 week, with Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in summer or winter schools with a minimum duration of 1 week. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0162-DRL</b>	<b>External Conference I (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0163-DRL</b>	<b>External Conference II (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
Lernziel	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				
<b>900-0164-DRL</b>	<b>External Conference III (incl. Poster or Talk)</b> <i>Only for doctoral students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
	<i>Please select your doctoral thesis supervisor as a lecturer and prove your participation with the appropriate certificate.</i>				
Kurzbeschreibung	Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.				

Lernziel Participation in conferences outside ETH to foster scientific exchange. Participants need to present either a poster or a talk at this occasion.

---

#### Doktorat Umweltsystemwissenschaften - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

---

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Elektrotechnik und Informationstechnologie Bachelor

## ► 2. Semester

### ►► Fächer der Basisprüfung

#### ►►► Basisprüfungsblock A

Die Fächer des Blocks A werden im Herbstsemester angeboten.

#### ►►► Basisprüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0232-10L</b>	<b>Analysis 2</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>F. Ziltener</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Analysis				
Inhalt	Differenzierbare Abbildungen, Maxima und Minima, der Satz ueber implizite Funktionen, mehrfache Integrale, Integration ueber Untermannigfaltigkeiten, die Saetze von Gauss und Stokes.				
Skript	Christian Blatter: Ingenieur-Analysis (Kapitel 4-6). Konrad Koenigsberger, Analysis II.				
<b>252-0848-00L</b>	<b>Informatik I</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Schwerhoff, R. Sasse</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet eine Einführung in das Programmieren mit einem Fokus auf systematischem algorithmischem Problemlösen. Lehrsprache ist C++. Es wird keine Programmiererfahrung vorausgesetzt.				
Lernziel	Primäres Lernziel der Vorlesung ist die Befähigung zum Programmieren mit C++. Studenten beherrschen nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung die Mechanismen zum Erstellen eines Programms, sie kennen die fundamentalen Kontrollstrukturen, Datenstrukturen und verstehen, wie man ein algorithmisches Problem in ein Programm abbildet. Sie haben eine Vorstellung davon, was "hinter den Kulissen" passiert, wenn ein Programm übersetzt und ausgeführt wird. Sekundäre Lernziele der Vorlesung sind das Computer-basierte, algorithmische Denken, Verständnis der Möglichkeiten und der Grenzen der Programmierung und die Vermittlung der Denkart eines Computerwissenschaftlers.				
Inhalt	Wir behandeln fundamentale Datentypen, Ausdrücke und Anweisungen, (Grenzen der) Computerarithmetik, Kontrollanweisungen, Funktionen, Felder, zusammengesetzte Strukturen und Zeiger. Im Teil zur Objektorientierung werden Klassen, Vererbung und Polymorphie behandelt, es werden exemplarisch einfache dynamische Datentypen eingeführt. Die Konzepte der Vorlesung werden jeweils durch Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.				
Skript	Vorlesungsfolien und weiteres Material wird auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				
Literatur	Bjarne Stroustrup: Einführung in die Programmierung mit C++, Pearson Studium, 2010 Stephen Prata: C++ Primer Plus, Sixth Edition, Addison Wesley, 2012 Andrew Koenig and Barbara E. Moo: Accelerated C++, Addison-Wesley, 2000.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>401-0302-10L</b>	<b>Komplexe Analysis</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>M. Akveld, C. Urech</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Komplexen Analysis in Theorie und Anwendung, insbesondere globale Eigenschaften analytischer Funktionen. Einführung in die Integraltransformationen und Beschreibung einiger Anwendungen				
Lernziel	Erwerb von einigen grundlegenden Werkzeugen der komplexen Analysis.				
Inhalt	Beispiele analytischer Funktionen, Cauchyscher Integralsatz, Taylor- und Laurententwicklungen, Singularitäten analytischer Funktionen, Residuenkalkül. Fourierreihen und Fourier-Transformation, Laplace-Transformation.				
Literatur	J. Brown, R. Churchill: "Complex Analysis and Applications", McGraw-Hill 1995  T. Needham. Visual complex analysis. Clarendon Press, Oxford. 2004.  M. Ablowitz, A. Fokas: "Complex variables: introduction and applications", Cambridge Text in Applied Mathematics, Cambridge University Press 1997  E. Kreyszig: "Advanced Engineering Analysis", Wiley 1999  J. Marsden, M. Hoffman: "Basic complex analysis", W. H. Freeman 1999  P. P. G. Dyke: "An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series", Springer 2004  A. Oppenheim, A. Willsky: "Signals & Systems", Prentice Hall 1997  M. Spiegel: "Laplace Transforms", Schaum's Outlines, Mc Graw Hill				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Analysis I und II				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0002-00L</b>	<b>Netzwerke und Schaltungen II</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>J. Biela</b>
Kurzbeschreibung	Komplexe Wechselstromrechnung, Methoden und Sätze der Netzwerkberechnung; Netzwerke mit nicht sinusförmiger periodischer Erregung, Schaltvorgänge, Fourier- und Laplacetransformation; Übertragungsfunktion, Zweitore; Verstärkergrundschaltungen, Gegentakt- und Differenzverstärker; Operationsverstärker, Operationsverstärker-Grundschaltungen und Anwendungen.				
Lernziel	Methoden der komplexen Wechselstromrechnung und der Netzwerkberechnung anwenden können; Übergangs- und Übertragungsverhalten elektrischer Netzwerke im Zeit- und Frequenzbereich verstehen und berechnen können, Grundschaltungen mit Operationsverstärkern verstehen, dimensionieren und berechnen können.				

Inhalt	Komplexe Wechselstromrechnung, Methoden und Sätze der Netzwerkberechnung, Maschenstromverfahren, Kontenpotentialverfahren; Netzwerke mit nicht sinusförmiger periodischer Erregung, Fourierzerlegung, Zeit- und Frequenzbereich; Schaltvorgänge in elektrischen Netzwerken, Übergangverhalten, Fouriertransformation, Laplacetransformation; Übertragungsfunktion von Netzwerken, Zweitore; Verstärkergrundsaltungen, Gegentaktverstärker und Differenzverstärker; Operationsverstärker, Operationsverstärker-Grundsaltungen; Schaltungen mit Operationsverstärkern.
Skript	Skript zur Vorlesung ist im Moodle verfügbar. Daneben beschreibt die angegebene Literatur zum grössten Teil die Vorlesungsinhalte.
Literatur	Elektrotechnik; Manfred Albach; 2. Auflage; 688 Seiten; Pearson Studium 2020; ISBN: 9783868943986  Grundlagen der Elektrotechnik – Netzwerke; 2. Auflage; 384 Seiten; Schmidt / Schaller / Martius; Pearson Studium 2014; ISBN: 978-3-8689-4239-2  Microelectronic Circuits; 7. Auflage; 1472 Seiten; Sedra / Smith; Oxford University Press 2015; ISBN: 9780199339143

<b>402-0052-00L</b>	<b>Physik I</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Faist</b>
Kurzbeschreibung	Physik I ist eine Einführung in Kontinuumsmechanik, Wellenphänomene, und fundamentale Aspekte der Thermodynamik.				
Lernziel	Am Ende dieses Kurses sollen die Studierenden fähig sein, einfache Modelle der Dynamik in verformbaren Materialien zu erstellen und anzuwenden. Darüber hinaus sollen sie sich mit Zustandsgrössen in Gleichgewichtssystemen bei gegebenen realistischen Randbedingungen auskennen und sie miteinander in Relation setzen können.				
Inhalt	Die Vorlesung hat die folgende Themen:				
	Wellen				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein-dimensionale Wellengleichung</li> <li>- Planarwellen, sphärische Wellen</li> <li>- elastische Wellen, Schallgeschwindigkeit</li> <li>- stehende Wellen, Resonanz</li> <li>- Wellenausbreitung: Interferenz und Diffraktion</li> <li>- Dopplereffekt</li> </ul>				
	Thermodynamik				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinetische Gastheorie, perfekte Gase</li> <li>- Energieerhaltung, erster Hauptsatz</li> <li>- zweiter Hauptsatz, thermische Kreisprozesse</li> <li>- Entropie, thermodynamische und statistische Interpretation</li> <li>- Wärmestrahlung und Wärmeübertragung</li> </ul>				
Skript	Das Skript wird auf Moodle aufgeschaltet.				
Literatur	P .A. Tipler und G. Mosca, "Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure" (6. Auflage) Kapitel 14-20.				
Voraussetzungen / Besonderes	Technische Mechanik, Analysis				

### ►► Obligatorische Praktika im Basisjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0004-10L</b>	<b>Netzwerke und Schaltungen Praktikum</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1P</b>	<b>J. Biela</b>
Kurzbeschreibung	Experimentelle Vertiefung des in den Lehrveranstaltungen Netzwerke und Schaltungen I und II vermittelten Wissens am Beispiel induktiver Energieübertragungssysteme (Parameter von Ersatzschaltungen, Übertragungscharakteristiken, Resonanzkompensation, Hochspannungserzeugung) und der Photovoltaik (Charakteristika eines Solarmoduls, Leistungsanpassung mit DC-DC Wandlern, elektromech. Energiewandlung).				
Lernziel	In einem modernen Laborumfeld sollen verschiedene Kernthemen der Vorlesungen und Übungen zu Netzwerke und Schaltungen I und II praktisch erfahrbar gemacht und gefestigt werden. Die anschaulichen Versuche aus den Bereichen induktive Energieübertragung und Photovoltaik erlauben weiters das Erlernen einer methodischen experimentellen Vorgangsweise, des Umgangs mit modernen Messgeräten und einer klaren Dokumentation der Ergebnisse.				
Inhalt	Das Praktikum Netzwerke und Schaltungen behandelt Kernthemen der Vorlesungen und Übungen zu Netzwerke und Schaltungen I und II. Vorlesungsinhalte werden anschaulich praktisch dargestellt und im Kontext ausgewählter industrieller Anwendungen gezeigt:				
	Induktive Energieübertragung (Themen: Parameter von Ersatzschaltungen, Übertragungscharakteristiken, Resonanzkompensation, Hochspannungserzeugung).				
	Photovoltaik (Themen: Kennlinie und Leistungscharakteristik eines Solarmoduls, Leistungsanpassung mit leistungselektronischen Wandlern, elektromechanische Energiewandlung).				
	Nach der messtechnischen und experimentellen Untersuchung von Komponenten und Teilsystemen wird stets auch die Gesamtfunktion behandelt und analysiert, um das Abstraktionsvermögen zu fördern und neben der Analyse auch die Synthese zu thematisieren. Weitere wichtige Ziele sind das Kennenlernen moderner Messgeräte und deren Bedienung sowie die Vermittlung der Bedeutung einer methodischen Planung und Durchführung experimenteller Untersuchungen und einer klaren abschliessenden Dokumentation.				
Skript	Versuchsanleitung				
Literatur	Vorlesungsunterlagen Netzwerke und Schaltungen I und II				

### ► 4. Semester: Prüfungsblöcke

#### ►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0013-00L</b>	<b>Technische Informatik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U+1P</b>	<b>K. Razavi</b>
Kurzbeschreibung	The course provides knowledge on the inner working of computer systems by introducing basic concepts in the design of microprocessors and operating systems				
Lernziel	By the end of the course, the students should be able to analyze and think critically about the design and implementation of computer systems at the hardware and software boundary.				
Inhalt	On the hardware side, the course will show how microprocessors implement control and data paths before introducing microarchitectural optimizations such as pipelining, speculation and caching. On the software side, the course will show how to program a microprocessor before introducing fundamental concepts in the design of operating systems such as on physical and virtual memory management, process management and scheduling.				
	The lectures are complemented by theoretical exercises and six practical assignments that cover the core concepts of the course and allow students to gain a deeper understanding of the topics.				

Literatur	1) D.A. Patterson, J.L. Hennessy: Computer Organization and Design RISC-V Edition: The Hardware Software Interface (2nd Edition), ISBN-13: 978-0128203316				
	2) K. Razavi: Kernel Construction on Modern Hardware, online book provided as part of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Programming skills in systems languages such as C or C++, knowledge of digital design.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0046-10L</b>	<b>Signal- und Systemtheorie II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Lygeros</b>
Kurzbeschreibung	Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete lineare Systemtheorie, Zustandsraummethoden, Frequenzbereichsmethoden, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität.				
Lernziel	Einführung in die Grundkonzepte der Systemtheorie				
Inhalt	Modellierung und Typenbezeichnung von dynamischen Systemen.				
	Modellierung von linearen, zeitinvarianten Systemen durch Zustandsgleichungen. Lösung von Zustandsgleichungen durch Zeitbereich- und Laplacebereichsmethoden. Stabilitäts-, Steuerbarkeits- und Beobachtbarkeitsanalyse. Beschreibung im Frequenzbereich, Bode- und Nyquistdiagramm. Abgetastete und zeitdiskrete Systeme.				
	Weiterführende Themen: Nichtlineare Systeme, Chaos, Diskrete Ereignissysteme, Hybride Systeme.				
Skript	Kopie der Folien				
Literatur	Empfohlen: K.J. Astrom and R. Murray, "Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers", Princeton University Press 2009 <a href="http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/">http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/</a>				

### ►► Prüfungsblock 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0654-00L</b>	<b>Numerische Methoden</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>V. C. Gradinaru</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs gibt eine Einführung in numerische Methoden. Abgedeckt werden Methoden der Analysis (Nullstellensuche von Funktionen, Integration) und der gewöhnlicher Differentialgleichungen. Der Schwerpunkt liegt auf dem Erwerb von Fertigkeiten in der Anwendung von numerischen Verfahren.				
Lernziel	Die Hörer der Vorlesung sollen grundlegende numerische Methoden, die für Berechnungsverfahren in den Ingenieurwissenschaften wichtig sind, kennen, verstehen, beurteilen, implementieren und anwenden lernen. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der numerischen Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen. Ausserdem sollen sie mit wichtigen Konzepten und Techniken der numerischen Mathematik bekannt gemacht werden. Sie sollen dazu befähigt werden, gezielt geeignete numerische Methoden für ein Problem auszuwählen und unter Umständen an das Problem anzupassen.				
Inhalt	Quadratur, Newton-Verfahren, Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen:explizite Einschrittverfahren, Schrittweitensteuerung, Stabilitätsanalyse und implizite Verfahren, strukturerhaltende Verfahren				
Skript	Auf der Webseite der Vorlesung werden die Vorlesungsnotizen, Folien und der entstehende Skript so wie weitere relevante Links verfügbar.				
Literatur	Die Leseliste wird während der Vorlesung und auf der Web-Seite der Vorlesung bekannt gegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Erwartet werden solide Kenntnisse in Analysis (Approximation und Vectoranalysis: grad, div, curl) und linearer Algebra (Gauss-Elimination, Matrixzerlegungen, sowie Algorithmen, Vektor- und Matrizenrechnung: Matrixmultiplikation, Determinante, LU-Zerlegung nicht-singulärer Matrizen, Singularwertzerlegung).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0052-10L</b>	<b>Elektromagnetische Felder und Wellen</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Gegenstand dieser Vorlesung ist die Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Felder. Ausgehend von den Maxwell'schen Gleichungen werden die Wellengleichung und ihre Lösungen hergeleitet. Spezifische Themen sind: Felder im freien Raum, Brechung und Reflexion an Grenzflächen, Dipolstrahlung und Feldwinkelspektrum.				
Lernziel	Verständnis von elektromagnetischen Feldern und Anwendungsgebiete				
<b>227-0056-00L</b>	<b>Halbleiterbauelemente</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Bolognesi, T. Popovic</b>
Kurzbeschreibung	The course covers the basic principles of semiconductor devices in micro-, opto-, and power electronics. It imparts knowledge both of the basic physics and on the operation principles of pn-junctions, diodes, contacts, bipolar transistors, MOS devices, solar cells, photodetectors, LEDs and laser diodes.				
Lernziel	Understanding of the basic principles of semiconductor devices in micro-, opto-, and power electronics.				

Inhalt	Brief survey of the history of microelectronics. Basic physics: Crystal structure of solids, properties of silicon and other semiconductors, principles of quantum mechanics, band model, conductivity, dispersion relation, equilibrium statistics, transport equations, generation-recombination (G-R), Quasi-Fermi levels. Physical and electrical properties of the pn-junction. pn-diode: Characteristics, small-signal behaviour, G-R currents, ideality factor, junction breakdown. MOS devices: Band diagram, MOSFET operation, CV- and IV characteristics, frequency limitations and non-ideal behaviour. Bipolar transistor: Operation principles, modes of operation, characteristics, models, simulation.			
Skript	Lecture slides.			
Literatur	The course follows the book Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits by Chenming Hu. More detailed book: Neamen, Semiconductor Physics and Devices, ISBN 978-007-108902-9, Fr. 89.00			
Voraussetzungen / Besonderes	Qualifications: Physics I+II			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>401-0604-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Wahrscheinlichkeitsmodelle und Anwendungen, Einführung in Schätztheorie und statistische Testtheorie				
Lernziel	Fähigkeit, die behandelten wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden und Modelle zu verstehen und anzuwenden. Fähigkeit, einfache statistische Tests selbst durchzuführen und die Resultate zu interpretieren				
Inhalt	Der Begriff Wahrscheinlichkeitsraum und einige klassische Modelle: Axiome von Kolmogorov, einfache Folgerungen, diskrete Modelle, Dichtefunktionen, Produktmodelle, Zusammenhang zwischen den bisher betrachteten Modellen, Verteilungsfunktionen, Transformation von Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Bedingte Wahrscheinlichkeiten: Definition und Beispiele, Berechnung von absoluten aus bedingten Wahrscheinlichkeiten, Bayes'sche Regel, Anwendung auf Nachrichtenquellen, bedingte Verteilungen. Erwartungswert einer Zufallsvariablen, Varianz, Kovarianz und Korrelation, lineare Prognosen, Gesetz der grossen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz. Einführung in die Statistik: Schätzung von Parametern, Tests				
Skript	ja				
Literatur	Textbuch: P. Brémaud: 'An Introduction to Probabilistic Modeling', Springer, 1988				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert gefördert	

## ► 6. Semester: Kernfächer des 3. Jahres

*Kurswahl kann frei zusammengestellt werden, eine Liste von Empfehlungen findet sich unter [www.ee.ethz.ch/bachelor-kernfaecher](http://www.ee.ethz.ch/bachelor-kernfaecher)*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0104-00L</b>	<b>Communication and Detection Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				
Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseband representation of passband signals.</li> <li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li> <li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li> <li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li> <li>- Sampling passband signals.</li> <li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li> <li>- Nyquist Pulses.</li> <li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li> <li>- Hypothesis testing.</li> <li>- The Bhattacharyya Bound.</li> <li>- The multivariate Gaussian distribution</li> <li>- Gaussian stochastic processes.</li> <li>- Detection in white Gaussian noise.</li> </ul>
Skript	n/a
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)

<b>227-0111-00L</b>	<b>Communication Electronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>H. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Electronics for communications systems, with emphasis on realization. Low noise amplifiers, modulators and demodulators, transmit amplifiers and oscillators are discussed in the context of wireless communications. Wireless receiver, transmitter and frequency synthesizer will be described. Importance of and trade offs among sensitivity, linearity and selectivity are discussed extensively.				
Lernziel	Foundation course for understanding modern electronic circuits for communication applications. We learn how theoretical communications principles are reduced to practice using transistors, switches, inductors, capacitors and resistors. The harsh environment such communication electronics will be exposed to and the resulting requirements on the sensitivity, linearity and selectivity help explain the design trade offs encountered in every circuit block found in a modern transceiver.				
Inhalt	<p>Accounting for more than two trillion dollars per year, communications is one of the most important drivers for advanced economies of our time. Wired networks have been a key enabler to the internet age and the proliferation of search engines, social networks and electronic commerce, whereas wireless communications, cellular networks in particular, have liberated people and increased productivity in developed and developing nations alike. Integrated circuits that make such communications devices light weight and affordable have played a key role in the proliferation of communications.</p> <p>This course introduces our students to the key components that realize the tangible products in electronic form. We begin with an introduction to wireless communications, and describe the harsh environment in which a transceiver has to work reliably. In this context we highlight the importance of sensitivity or low noise, linearity, selectivity, power consumption and cost, that are all vital to a competitive device in such applications.</p> <p>We shall review bipolar and MOS devices from a designer's perspectives, before discussing basic amplifier structures - common emitter/source, common base/gate configurations, their noise performance and linearity, impedance matching, and many other things one needs to know about a low noise amplifier.</p> <p>We will discuss modulation, and the mixer that enables its implementation. Noise and linearity form an inseparable part of the discussion of its design, but we also introduce the concept of quadrature demodulator, image rejection, and the effects of mismatch on performance. When mixers are used as a modulator the signals they receive are usually large and the natural linearity of transistors becomes insufficient. The concept of feedback will be introduced and its function as an improver of linearity studied in detail.</p> <p>Amplifiers in the transmit path are necessary to boost the power level before the signal leaves an integrated circuit to drive an even more powerful amplifier (PA) off chip. Linearized pre-amplifiers will be studied as part of the transmitter.</p> <p>A crucial part of a mobile transceiver terminal is the generation of local oscillator signals at the desired frequencies that are required for modulation and demodulation. Oscillators will be studied, starting from stability criteria of an electronic system, then leading to criteria for controlled instability or oscillation. Oscillator design will be discussed in detail, including that of crystal controlled oscillators which provide accurate time base.</p> <p>An introduction to phase-locked loops will be made, illustrating how it links a variable frequency oscillator to a very stable fixed frequency crystal oscillator, and how phase detector, charge pump and programmable dividers all serve to realize an agile frequency synthesizer that is very stable in each frequency synthesized.</p>				
Skript	Script is available online under <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course Analog Integrated Circuits is recommended as preparation for this course.				

<b>227-0112-00L</b>	<b>High-Speed Signal Propagation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Bolognesi, T. Popovic</b>
Kurzbeschreibung	Understanding of high-speed signal propagation in microwave cables and integrated circuits and printed circuit boards.				
	As clock frequencies rise in the GHz domain, there is a need grasp signal propagation to maintain good signal integrity in the face of symbol interference and cross-talk.				
Lernziel	The course is of high value to all interested in high-speed analog (RF, microwave) or digital systems.				
	Understanding of high-speed signal propagation in interconnects, microwave cables and integrated transmission lines such as microwave integrated circuits and/or printed circuit boards.				
	As system clock frequencies continuously rise in the GHz domain, a need urgently develops to understand high-speed signal propagation in order to maintain good signal integrity in the face of phenomena such as inter-symbol interference (ISI) and cross-talk.				
	Concepts such as Scattering parameters (or S-parameters) are key to the characterization of networks over wide bandwidths. At high frequencies, all structures effectively become "transmission lines." Unless care is taken, it is highly probable that one ends-up with a bad transmission line that causes the designed system to malfunction.				
	Filters will also be considered because it turns out that some of the problems associated by lossy transmission channels (lines, cables, etc) can be corrected by adequate filtering in a process called "equalization."				
Inhalt	Transmission line equations of the lossless and lossy TEM-transmission line. Introduction of current and voltage waves. Representation of reflections in the time and frequency domain. Application of the Smith chart. Behavior of low-loss transmission lines. Attenuation and impulse distortion due to skin effect. Transmission line equivalent circuits. Group delay and signal dispersion. Coupled transmission lines. Scattering parameters. Butterworth-, Chebychev- and Bessel filter approximations: filter synthesis from low-pass filter prototypes.				
Skript	Skript: Leitungen und Filter (DE) Lecture notes in English Exercise slides and problems in English				
Literatur	David M. Pozar, Microwave Engineering				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>227-0117-10L</b>	<b>Mess- und Versuchstechnik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck, P. Simka</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Versuchs- und Messtechnik, wie sie Grundlage in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften ist. Die Vorlesung ist stark praxis- und anwendungsorientiert, und beinhaltet mehrere praktische Versuche. Die Inhalte «Mess- und Versuchstechnik» sind für alle Fachgebiete der Elektrotechnik relevant, und werden an Beispielen aus verschiedenen Bereichen eingeführt.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende elektrische Versuche durchführen und Messdaten, insbesondere mit dem Oszilloskop, erheben.</li> <li>• ein sinnvolles Messprotokoll führen, ein klares Versuchsprotokoll erstellen und die Messgenauigkeit des Versuchs abschätzen.</li> <li>• grundlegende Ursachen elektromagnetischer Störungen sowie Methoden zur Vermeidung, Reduktion oder Abschirmung beschreiben und anwenden.</li> <li>• verschiedene Methoden zur Erzeugung und Messung von (hohen) Spannungen erklären und anwenden, sowie dazugehörige Größen berechnen.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messtechnik, Messunsicherheit, Messprotokolle</li> <li>- Erzeugung und Messung hoher Spannungen</li> <li>- Elektromagnetische Verträglichkeit</li> <li>- Laborpraktika</li> </ul>				
Skript	Vorlesungsunterlagen				
Literatur	J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser Verlag, 7. Auflage, 2015 (ISBN: 978-3446442719) A. Schwab, Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 6. Auflage, 2010 (ISBN: 978-3642166099)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to:				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.</li> </ul>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like network infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).</li> </ul> <p>The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.</p> <p>For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a></p>				

Skript	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>			
Literatur	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross.			
Voraussetzungen / Besonderes	No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.			
<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b> <b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.			
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be thought. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, copplers (MMI-couplers,...), Holograms,....			
Inhalt	Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser			
Skript	Lecture notes will be handed out.			
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Problemlösung		gefördert
<b>227-0156-00L</b>	<b>Power Semiconductors</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b> <b>U. Grossner, C. Martinella</b>
Kurzbeschreibung	Power semiconductor devices are the core of today's energy efficient electronics. In this course, an understanding of the functionality of modern power devices is developed. Typical device concepts for power rectifiers and transistors are discussed. In addition to silicon-based devices, wide bandgap semiconductors such as silicon carbide (SiC) and gallium nitride (GaN) are considered.			
Lernziel	The goal of this course is to develop an understanding of modern power device concepts. After following the course, the student will be able to choose a power device for an application, know the basic functionality, and is able to describe the performance and reliability related building blocks of the device design. Furthermore, the student will have an understanding of current and future developments in power devices.			
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic semiconductor physics concepts</li> <li>• Device design/conceptual thinking</li> <li>• Device simulation (TCAD)</li> <li>• Device processing</li> <li>• Diodes</li> <li>• BJT and JFET</li> <li>• Thyristor</li> <li>• MOSFET and power MOSFET</li> <li>• IGBT and HEMT</li> <li>• Packaging and Applications</li> </ul>			
Skript	Script will be made available via Moodle, printouts of the slides will be distributed during the lectures.			
Literatur	The course follows a collection of different books; more details are being listed in the script.			
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesungen Halbleiterbauelemente, Leistungselektronik			
<b>227-0160-00L</b>	<b>Fundamentals of Physical Modeling and Simulations</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1P</b> <b>J. Smajic</b>
Kurzbeschreibung	Mathematical description of different physical phenomena and numerical methods for solving the obtained equations are discussed. The course presents the fundamentals of mathematical modeling including ordinary and partial differential equations along with boundary and initial conditions. Finite Difference Method and Finite Element Method for solving boundary value problems are shown in detail.			
Lernziel	After completing this course a student will understand the main idea of representing physical phenomena with mathematical equations, will be able to apply an appropriate numerical method for solving the obtained equations, and will possess the knowledge to qualitatively evaluate the obtained results.			
Inhalt	a. Introduction to physical modeling and simulations b. Numerical methods for solving boundary (initial) value problems b.i. Finite difference method (FDM) b.ii. Finite element method (FEM) c. Boundary (initial) value problems of different physical phenomena c.i. Static and dynamic electric current distribution in solid conductors c.ii. Static und dynamic electric charge transport in semiconductors c.iii. Induced eddy currents in low frequency range (with numerous examples from the area of electrical energy technology) c.iv. Wave propagation in the RF-, microwave-, and optical frequency range (with numerous examples relevant for communication technology) c.v. Static and dynamic temperature distribution in solid bodies (with numerous examples relevant for electrical energy technology) c.vi. Static and dynamic mechanical structural analysis (with numerous examples from the area of MEMS technology)			
Skript	Lecture notes, Matlab programs, exercises and their solutions will be handed out.			
Literatur	J. Smajic, "How To Perform Electromagnetic Finite Element Analysis", The International Association for the Engineering Modelling, Analysis & Simulation Community (NAFEMS), NAFEMS Ltd., Hamilton, UK, 2016.			
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields, and Bachelor Lectures on Physics.			
<b>227-0395-00L</b>	<b>Neural Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b> <b>R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.			

Lernziel	<p>This course introduces</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).</p> <p>As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.</p>

## ► Praktika, Projekte, Seminare

*Es müssen mindestens 15 KP aus der Kategorie "Praktika, Projekte, Seminare" erworben werden.*

### ►► Allgemeines Fachpraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0095-10L</b>	<b>Allgemeines Fachpraktikum I</b> <i>Einschreibung über das Online-Tool (EE-Website: Studies -&gt; Bachelor -&gt; Third Year -&gt; Laboratory Courses)</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Im Fachpraktikum wird der Lehrstoff der ersten vier Semester und des dritten Studienjahres im Labor erprobt und gefestigt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, sich in so genannten Softwarekursen spezifische Kenntnisse von Programmpaketen anzueignen (MATLAB etc.).				
Lernziel	Praktische Anwendung der im Grundstudium erworbenen Kenntnisse.				
Voraussetzungen / Besonderes	Einschreibung über das Online-Tool, <a href="https://fpapp.ee.ethz.ch/en/no_cache/primary-navi-row-3/laboratory-courses/registration.html">https://fpapp.ee.ethz.ch/en/no_cache/primary-navi-row-3/laboratory-courses/registration.html</a>				
<b>227-0096-10L</b>	<b>Allgemeines Fachpraktikum II</b> <i>Einschreibung über das Online-Tool (EE-Website: Studies -&gt; Bachelor -&gt; Third Year -&gt; Laboratory Courses)</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4P</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Im Fachpraktikum wird der Lehrstoff der ersten vier Semester und des dritten Studienjahres im Labor erprobt und gefestigt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, sich in so genannten Softwarekursen spezifische Kenntnisse von Programmpaketen anzueignen (MATLAB etc.).				
Lernziel	Praktische Anwendung der im Grundstudium erworbenen Kenntnisse.				
Voraussetzungen / Besonderes	Einschreibung über das Online-Tool, <a href="https://fpapp.ee.ethz.ch/en/no_cache/primary-navi-row-3/laboratory-courses/registration.html">https://fpapp.ee.ethz.ch/en/no_cache/primary-navi-row-3/laboratory-courses/registration.html</a>				

### ►► Projekte & Seminare

*Die Belegung ist ausschliesslich für Studierende im BSc Elektrotechnik und Informationstechnologie ab Freitag vor Semesterbeginn möglich. Plätze werden über das P&S-Bewerbungstool (<https://psapp.ee.ethz.ch/>) zugeteilt. Bitte belegen Sie nur P&S für die Sie sich über das Tool bewerben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0085-01L</b>	<b>P&amp;S: Amateurfunk-Kurs ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1P</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	<p>Der Amateurfunk ermöglicht es, drahtlos über weite Distanzen zu kommunizieren. Doch darf eine Amateurfunk-Station nicht ohne Weiteres betrieben werden. Voraussetzung ist das Ablegen der Amateurfunkprüfung HB3 oder HB9 beim BAKOM.</p> <p>In diesem Kurs werden wir einen Überblick über die wichtigsten Themengebiete des Amateurfunks bieten. Im praktischen Teil werdet ihr unter anderem die Gelegenheit haben, das Funkgerät selbst in die Hand zu nehmen. In einem Portabel-Ausflug (nicht testatpflichtig) werden wir zudem draussen eine mobile Funkstation aufbauen und bedienen.</p> <p>Nach dem Kurs habt ihr die Möglichkeit, die HB9-Prüfung abzulegen. Mit der Prüfung in der Tasche könnt ihr dann auch die Funkbude des AMIV auf dem ETZ-Dach verwenden oder auch eure eigene Anlage aufbauen und betreiben.</p> <p>Voraussetzung für das Testat ist eine aktive Teilnahme am Kurs, nicht das Bestehen der BAKOM-Prüfung. Eine erfolgreiche Funkverbindung zu einer anderen Station ist ebenfalls Teil der Testatbedingung. Das Lernmaterial wird in der ersten Kursstunde ausgegeben.</p>				
<b>227-0085-03L</b>	<b>P&amp;S: COMSOL Design Tool – Design of Optical Components ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				

Lernziel	Simulation tools are becoming an essential accessory for scientists and engineers for the development of new devices and study of physical phenomena. More and more disciplines rely on accurate simulation tools to get insight and also to accurately design novel devices.  COMSOL is a powerful multiphysics simulation tool. It is used for a wide range of fields, including electromagnetics, semiconductors, thermodynamics and mechanics. In this P&S we will focus on the rapidly growing field of integrated photonics.  During hands-on exercises, you will learn how to accurately model and simulate various optical devices, which enables high-speed optical communication. At the end of the course, students will gain practical experience in simulating photonic components by picking a small project in which certain photonic devices will be optimized to achieve required specifications. These simulated devices find applications in Photonic Integrated Circuits (PICs) on chip-scale.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course website: <a href="https://blogs.ethz.ch/ps_comsol">https://blogs.ethz.ch/ps_comsol</a> No previous knowledge of simulation tools is required. A basic understanding of electromagnetics is helpful but not mandatory. The course will be taught in English.				
<b>227-0085-04L</b>	<b>P&amp;S: Microcontrollers for Sensors and Internet of Things ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Magno, P. Mayer</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Ultra Low Power Microcontroller (MCU) – Firmware Programming and Sensors Interfacing using an Arm Cortex-M (STM32) Microcontroller  Microprocessors are used to execute big and generic applications, while microcontrollers are low cost and low power embedded chips with program memory and data memory built onto the system which are used to execute simple tasks within one specific application (i.e. sensor devices, wearable systems, and IoT devices). Microcontrollers demand very precise and resource-saving programming, therefore it is necessary to know the processor core, and particular importance has the investigation of the microcontroller's hardware components (ADC, clocks, serial communication, timers, interrupts, etc.).  The STM32 from STMicroelectronics has gained in popularity in recent years due to its low power and ease of use. The goal of this course is the development of understanding the internal processes in the microcontroller chip from TI. This will enable you to conduct high-level-firmware-programming of microcontrollers, to learn about the STM32 MCU features, benefits, and programming and how they can be connected with sensors, acquire the data, processing them and send the information to other devices. The course will also include an introductory lecture on machine learning and artificial intelligence on the embedded system and in particular microcontrollers. The C language will be used to program the microcontroller.  The course will be taught in English.				
<b>227-0085-05L</b>	<b>P&amp;S: FPGA in Quantum Computing with Superconducting Qubits ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Magno, K. Akin</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	FPGAs are used in wide range of applications including video processing, machine learning, cryptography and radar signal processing, thanks to their flexibility and massive parallel processing power. Recently FPGAs have become important in quantum signal processing where high amount of data should be analyzed in a short time to use quantum setups most efficiently. In addition, FPGAs are used for quantum state detection and feedback generation, which have to be performed in the scale of hundreds of nanoseconds. The goal of this course is to understand the FPGA based signal processing for superconducting circuits based quantum experiments. The course participants will learn the implementation techniques of the modules for fast quantum signal acquisition and processing, the electronics supporting quantum experiments, and FPGA programming. You will implement quantum signal processing and quantum state detection modules using Xilinx FPGA, Verilog HDL, and high speed ADC. The course will be taught in English. No prior knowledge in quantum physics or FPGA is required, still a good knowledge in any coding language (for example C or Java) is required.				
<b>227-0085-06L</b>	<b>P&amp;S: Neural Network on Low Power FPGA: A Practical W Approach ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Artificial Intelligence and in particular neural networks are inspired by biological systems, such as the human brain. Through the combination of powerful computing resources and novel architectures for neurons, neural networks have achieved state-of-the-art results in many domains such as computer vision. FPGAs are one of the most powerful platform to implement neural networks as they can handle different algorithms in computing, logic, and memory resources in the same device. Faster performance comparing to competitive implementations as the user can hardcore operations into the hardware. This course will give to the student the basis of Machine Learning to understand how they work and how they can be trained and giving hand-on experiences with the training tools such as Keras. Moreover the course will focus in deploy algorithms in low power FPGA such as the Lattice sensAI platform to have energy efficient running algorithms. The course will provide to the students the tools and know-how to implement neural network on an FPGA, and the student will challenge theirself in a 5 weeks piratical project that they will present at the end of the course. Experience in FPGA programming is desirable but not mandatory.  The course will be taught in English.				
<b>227-0085-08L</b>	<b>P&amp;S: Bluetooth Low Energy Programming for IoT Sensing System ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	

Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Bluetooth Low Energy System on Chip – Firmware Programming and sensors Interfacing using an Arm Cortex-M (Nordic nrf52838) Microcontroller				
	With the introduction of the BLE 5.0 standard, Bluetooth has achieved high data bandwidth with low power consumption. This makes the technology an ideal match for many applications, i.e., IoT sensor application or audio streaming, by addressing two of the greatest bottlenecks of these devices. This course offers the chance for participants to do hands-on programming of microcontrollers. In particular, the focus will be laid on interfacing with sensors, acquisition of data, on-board event-driven data processing with ARM-Cortex-M4 processors and BLE or other wireless transmissions. The programming will be performed in C. Today's microcontrollers offer a low power, efficient and cost-effective solution of tackling a nearly infinite number of task-specific applications. Ranging from IoT devices, wearable systems, sensor (mesh) devices, all the way to be integrated as submodules for the most complex system such as cars, planes, and rockets. Microcontrollers derive their advantages from the efficient use of resources and as such require very efficient and resource-saving programming. Therefore, it is mandatory to understand hardware components such as processor cores, ADC, clocks, serial communication, wireless communication, timers, interrupts, etc. The P&S includes five weeks project where the student will setup an IoT sensor node to monitor electric power transmission and distribution system.				
	The course will be taught in English by the ITET center for project based learning.				
<b>227-0085-09L</b>	<b>P&amp;S: Spiking Neural Network on Neuromorphic Processors ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>G. Indiveri</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Machine Learning – Spiking Neural Network – DVS Cameras - Programming Neuromorphic processors – Intel Loihi - Final Project with a presentation.				
	Compared to the “traditional” artificial neural network, the spiking neural network (SNN) can provide both latency and energy efficiency. Moreover, SNN has demonstrated in previous works a better performance in processing physiological information of small sample size, and only the output layer of the spiking neural network needs to be trained, which results in a fast training rate. This course focuses on giving the bases of spiking neural networks and neuromorphic processors. Students will learn the tools to implement SNN algorithm in both academic processors and Intel Loihi using data from Event-based Vision camera and biomedical sensors (i.e. ECG and EEG). The course will end with 4 weeks project where the students can target a specific application scenario.				
	The course will be taught in English.				
<b>227-0085-12L</b>	<b>P&amp;S: Electronic Circuits &amp; Signals Exploration Laboratory ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
	<i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	As electronic circuits have transitioned into integrated circuits, they have become increasingly difficult to examine and tinker with. As a result, students become less exposed to basic analog electronic circuits and their fundamental operating principles. At university level, bachelor classes in analog circuits and electronics provide rigorous theoretical insights but are typically focused on linearised operating behaviour.				
	The goal of this lab course is for the students to enhance their understanding on how basic analog electronic circuits work, or perhaps don't work, and provide enough practical experience for the students to feel at ease using transistors, resistors, capacitances, diodes etc., to create working circuits.				
	For example, students create circuits that make physical quantities audible. Students are encouraged to realise their own circuit ideas.				
<b>227-0085-14L</b>	<b>P&amp;S: Technical and Economic Aspects of Renewable Energy Supply ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>G. Hug</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	More and more sustainable and renewable energy technologies are used for electricity generation to cope with climate change. These distributed resources transform the electric power grid and impose major challenges.				
	In this seminar, students have the opportunity to glance at cutting-edge research in the field of power systems. Possible research questions might be:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- How to integrate distributed energy generation like PV plants and wind turbines into the electricity grid?</li> <li>- What challenges does the increasing share of electric vehicles and batteries impose on the power grid?</li> <li>- How to cope for the uncertain generation capacity of renewables and how to forecast it?</li> <li>- How does the electricity market work and how do the new sources of flexibility transform it?</li> </ul>				
	Students will prepare a presentation and a report on their individual research question, which is based on an assigned paper. The main objectives are to practice literature review, scientific writing and presenting. Students will learn to independently understand specific research results – a crucial skill for academic research including semester and master projects.				
	The language of instruction is English. Registrations for the seminar are binding.				
<b>227-0085-15L</b>	<b>P&amp;S: Python for Engineers - Get Productive in the Classroom, in the Lab and at Home ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Leuthold, N. Jimenez Olalla</b>

*Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.*

Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.			
Lernziel	Python is an interpreted high-level programming language which is becoming increasingly popular in the academic scientific community as well as in industry. The course will introduce the basics of the python programming language, and will cover some of the most useful Python modules, such as numpy, scipy and matplotlib. The classes will further cover simple GUIs, data analysis and linking with shared libraries or C code. They will further familiarize with the GIT version control system, with the linux shell and with the most common software licenses. Students are not required to have previous Python programming experience.			
<b>227-0085-16L</b>	<b>P&amp;S: Machine Learning for Brain-Computer Interfaces ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b> <b>L. Benini</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.			
Lernziel	A brain-computer interface (BCI) provides a communication and control channel based on the recognition of subject's intention from spatiotemporal activity of the brain. A typical method to acquire neural activity signals is electroencephalography (EEG), which is often used in BCI. In order to make these data usable and get useful information out of them, signal processing techniques play a crucial role. Moreover, feature extraction and machine learning methods are applied to obtain a highly accurate BCI. The aim of the Project and Seminars course is to give insights of signal processing and machine learning applied to brain-computer interfaces to undergraduate students, by having hands-on experience in brain signal acquisition, data processing, feature extraction, and machine learning.			
<b>227-0085-17L</b>	<b>P&amp;S: Bau eines drahtlosen Infrarot-Kopfhörers ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden			
Lernziel	In diesem P&S geht es um den Aufbau und die Funktionsweise eines optischen Infrarot-Audioübertragungssystems. Wir machen uns dazu mit wichtigen Labor- und Messgeräten (Oszilloskop, Spektrumanalyser) und Messmethoden (Frequenzgang aufnehmen, S/N-Verhältnis, nichtlineare Störungen) vertraut. Der Einfluss der Modulation zur Unterdrückung von Störungen wird in Experimenten untersucht.  Die Studierenden bauen für sich je einen Infrarot-Sender und -Empfänger. Beim Zusammenbau sammeln wir praktische Erfahrungen mit dem Löten von konventionellen und SMD-Bauteilen. Die fertigen Schaltungen werden in Betrieb genommen, abgeglichen und ausgemessen und können am Ende mit nach Hause genommen werden.			
<b>227-0085-18L</b>	<b>P&amp;S: Bits on Air ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b> <b>M. Lerjen</b>
	<i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden			
Lernziel	Digitale Nachrichtenübertragung ist längst Teil unseres Alltags geworden, sei es beim Versenden von E-Mails, beim Fernsehen und Radiohören oder beim Benutzen eines Mobiltelefons. In diesem P&S werden die Grundzüge der digitalen Kommunikationstechnik vermittelt.  Auf herkömmlichen PCs implementieren wir dazu selber Software-Modems zur Datenübertragung. Diese Modems bestehen genau wie die in der Wirklichkeit verwendeten digitalen Kommunikationssysteme aus einem Modulator, einem Demodulator und einem Algorithmus zur Synchronisation des Trägers der eintreffenden Nachricht. Einmal implementiert, können mit Hilfe dieser Modems akustisch beliebige Daten (z.B. kleine Textdateien) zwischen verschiedenen PCs übertragen werden.  Zum Programmieren wird MATLAB verwendet. Kenntnisse in dieser Programmiersprache werden nicht vorausgesetzt. Vielmehr ist das Ziel des Projekts, neben dem Kennenlernen der Digitalkommunikation auch das Programmieren mit MATLAB zu üben.			
<b>227-0085-19L</b>	<b>P&amp;S: Software Defined Radio ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b> <b>M. Lerjen</b>
	<i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden			
Lernziel	Drahtlose Übermittlung von Informationen ist heute allgegenwärtig. Je nach Anwendung und Frequenzbereich werden dazu verschiedene Modulationsarten benutzt, wobei digitale Verfahren weitgehend die alten analogen Verfahren abgelöst haben. Tools für Software Defined Radio (SDR) ermöglichen es, mit relativ kleinem Aufwand in diese Welt einzutauchen und "auf den Wellen zu surfen". Durch leistungsfähigere Computer wird es möglich, dass immer komplexere Signalverarbeitung in Sendern und Empfängern erfolgen kann. Dabei können die Algorithmen sehr schnell und flexibel angepasst und verändert werden.  In diesem P&S werden wir uns näher anschauen, wie dies funktioniert und was dahintersteckt. Dazu erarbeiten wir uns in einem ersten Teil Grundlagen zu Frequenzen, Spektren, Modulationsarten, Signalverarbeitung, u.s.w.  Im zweiten Teil werden wir in Gruppen verschiedene Projekte mit SDR-Tools erarbeiten. Dabei können auch eigene Ideen eingebracht werden. Am Schluss werden die Projekte in einer Präsentation den anderen Gruppen vorgestellt.			
<b>227-0085-21L</b>	<b>P&amp;S: Quad-Rotors: Control and Estimation ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b> <b>J. Lygeros</b>
	<i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			

Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	The objective of this P&S is to make a real-world quad-rotor fly autonomously by applying the control and estimation theory taught in class. Details of this P&S course can be found at:  <a href="https://www.dfall.ethz.ch/pands.php">https://www.dfall.ethz.ch/pands.php</a>  A video showing highlights from HS2018 can be seen here:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=PEg-XHSXd58">https://www.youtube.com/watch?v=PEg-XHSXd58</a> A video showing how we adapted to the online setting for COVID-19 can be seen here: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=nHcfb3OprB">https://www.youtube.com/watch?v=nHcfb3OprB</a>				
Inhalt	In the first half of the P&S, we will introduce the physical model for a quad-rotor and use this to apply the control and estimation techniques that are taught in the 5th semester in the Control Systems 1 (CS1) class. The students will then create their own control functions for a quad-rotor and test these in simulation.  The second half of the course will involve the students implementing the control and estimation algorithms they design in the real-world on our fleet of nano-quad-rotors. Once stable flight is achieved, the students will have the freedom to perform tasks with the quad-rotor. By implementing the control and estimation algorithms on a real quad-rotor, the students will gain experience in how decisions in the modelling and design stage affect real-world performance.  The simulations will be coded in MATLAB, and the real-world implementation in C++.  Important Information: Students must be in the third year of their Bachelor's. After the first meeting of the class, students will be divided into two groups and the classes for each group will take place on alternating weeks. It is preferable (though not mandatory) to have taken the Control Systems 1 (CS1) course; students who did not take CS1 will need some additional reading to understand some aspects of this P&S.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
<b>227-0085-24L</b>	<b>P&amp;S: RoboCup: Learning and Control ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1P</b>	<b>J. Lygeros, L. Van Gool, F. Yu</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	RoboCup: Learning and Control" is jointly offered by Prof. John Lygeros (IfA), Prof. Luc Van Gool (CVL) and Prof. Fisher Yu (CVL).  RoboCup is a tournament where teams of autonomous robots compete in soccer matches against each other. The ETH team NomadZ ( <a href="https://robocup.ethz.ch/">https://robocup.ethz.ch/</a> ) plays in the Standard Platform League with a team of humanoid NAO robots. The focus lies on developing robust and efficient algorithms for vision, control and behavior.  The main objective of this course is for students to become familiar with theoretical aspects currently in the spotlight of RoboCup. This is accomplished by a combination of theory sessions, related student exercise sets and programming projects in MATLAB and C++. The topics cover fundamental topics on data-driven learning and control.				
Voraussetzungen / Besonderes	Important information for candidates:  You are required to bring your own Laptop for the programing exercises. A basic knowledge of programming in MATLAB and C++ is required.  The course is taught in English and open to 5th or higher semester students. Prior exposure to control theory (e.g. by attending a Control Systems course) is desirable but not required. Students who are not familiar with control theory will need some extra study to understand some aspects of this P&S course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefordert geprüft gefordert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefordert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefordert gefordert gefordert gefordert		
<b>227-0085-25L</b>	<b>P&amp;S: Magnetresonanz: Vom Spektrum zum Bild ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1P</b>	<b>M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				

Lernziel	Das Phänomen der magnetischen Kernresonanz (NMR) und ihre Anwendung in der Spektroskopie und in der Bildgebung werden kennen gelernt. Der Kurs beginnt mit einer allgemeinen Einführung in die NMR. Danach werden Messungen an einem klinischen MRI-Gerät durchgeführt. Dabei werden die NMR-Experimente selbst entwickelt und programmiert. Vom einfachen spektroskopischen Experiment ausgehend werden schrittweise die Grundlagen der Bildgebung erarbeitet. So können schliesslich Schnittbilder von Testobjekten erstellt werden.			
	Bei Verbot von Präsenz-Unterricht muss die Veranstaltung entfallen. Der Kurs kann erst ab einer Mindestteilnehmerzahl von 2 durchgeführt werden.			
Voraussetzungen / Besonderes	Kenntnis der Fouriertransformation			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
		Verfahren und Technologien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
<b>227-0085-26L</b>	<b>P&amp;S: Biosignal Acquisition and Processing for IoT Wearable Devices ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.			
Lernziel	Biosignal acquisition and processing – Wearable sensor node design and analysis for bio-impedance sensor using an Arm Cortex-M (Nordic nrf52838) Microcontroller Wearable smart sensor electronics has the potential to revolutionize the medical field. Various body conformal flexible sensors have been used to monitor motion and physiological electrical signals such as electrocardiography (ECG), electroencephalography (EEG) and body composition analysis via body bio-impedance measurements. Smart sensor nodes not only provide accurate and continuous data in time but also automate the process of maintaining medical records, thereby lowering the workload of the health worker or clinician. This course offers an avenue for the students to understand the interdisciplinary principles that make it possible to interpret human physiology by utilizing discreet electronic components. Most importantly, participants will get a chance to do hands-on system design specific to electronically tracking a particular physiological phenomenon. In particular, the focus will be laid on programming of micro controllers, interfacing with sensors, acquisition of data and utilizing discreet analog elements for bio-signal processing. The programming will be performed in C.			
	The course will be taught in English and by the ITET center for project based learning.			
<b>227-0085-27L</b>	<b>P&amp;S: Android Application Development (AAD) ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3P</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.			
Lernziel	Android Applications – Programming and development of Application - Android Studio – Smart Phone Sensors – GPS and Google Maps.  Although the App-Industry is dominated by the giant Apps right now, it is still crucial that one knows how those Apps function and how those Apps are communicating with their hardware. This course offers the opportunity for the participants to understand the development of application using Android Studio. Most importantly, participants will get a chance to do hands-on software design specific to Android smartphone and the data acquisition from sensors, GPS, google maps and other internal devices. The main goal of the course is providing the students with the basic principle and software programming for build up every android application. The course include 4-5 weeks project where the students alone or in group will build up a working demo of a target application. The course will conclude with the presentation of the students work. Previous experience in C/Java or other languages is preferable but not mandatory. The students will program their own Android Smartphone.			
	The course will be taught in English by the new Project-based learning centre.			
<b>227-0085-28L</b>	<b>P&amp;S: iCEBreaker FPGA For IoT Sensing Systems ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>
	<i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>			
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.			
Lernziel	Ultra Low Lattice FPGA – High Level Programming – Peripherals Interfacing using an Lattice FPGA  Field-programmable gate array (FPGA) is an integrated circuit designed to be configured by a customer or a designer after manufacturing, so they are also "field-programmable". The FPGA configuration is generally specified using a hardware description language (HDL), similar to that used for an application-specific integrated circuit (ASIC). However more and more nowadays producers and open source community are providing higher level tools to program them similarly than processors. On the other side still it is important know the hardware architectures. This course will give to the students the opportunity to program FPGA in a high level way and use them to connect with external peripherals such as display, sensors, etc. In particular, the course will use the iCEBreaker FPGA boards that is specifically designed for students and engineers. They work out of the box with the latest open source FPGA development tools and next-generation open CPU architectures. The course will also iCEBreaker can be expandable through its Pmod connectors, so the students can make use of a large selection of third-party modules. The course will include a project where the students will learn how to build a full working system for the next generation of Internet of Things intelligent smart sensing.			
	The course will be taught in English by the new D-ITET center for Project-based learning.			
<b>227-0085-31L</b>	<b>P&amp;S: Vision Goes Vegas ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>
	<b>L. Van Gool, F. Yu</b>			



*Findet dieses Semester nicht statt.  
Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.*

Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.
Lernziel	Computer Vision beschäftigt sich unter anderem damit, Maschinen zu befähigen ihre Umwelt zu sehen und das wahrgenommene Bild zu verstehen. In unserem Projekt soll ein System entwickelt werden, das Spielkarten erkennen kann und, einer guten Strategie folgend, erfolgreich Black-Jack spielen kann. Die Teilnehmer des Projektes werden kleine Teams bilden und gemeinsam mit einem Assistenten die Aufgabe erarbeiten und eine Implementierung erstellen. Am Ende des Semesters sollen die Programme im öffentlichen Wettstreit gegeneinander antreten!
	Ziel des Projektes ist es, aktuelle Methoden der Computer Vision kennen zu lernen. Spielkarten, die von einer Digitalkamera in beliebiger Orientierung aufgenommen werden, müssen registriert und erkannt werden. Ein Strategiemodul kontrolliert dann die Spieltaktik aufgrund allgemeiner Regeln und dem Wissen über schon gefallene Karten. Da sehr viele verschiedene Möglichkeiten bestehen, solch ein System zu realisieren, sind der Phantasie der Teilnehmer keine Grenzen gesetzt.
	Als Voraussetzungen sollte Interesse an Computer Vision mitgebracht werden und die Bereitschaft, sich in einem Team von Mitstudierenden einzubringen. Kenntnisse in C++ sind notwendig.
	Dieses P&S wird in englischer Sprache durchgeführt.

<b>227-0085-33L</b>	<b>P&amp;S: Accelerating Genome Analysis with FPGAs, GPUs, and New Execution Paradigms ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Firtina</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Genome analysis is a cornerstone for groundbreaking scientific and medical advancements, including personalized healthcare. However, the field faces significant computational challenges, such as algorithmic bottlenecks and the handling of large datasets. This course aims to provide a comprehensive understanding of these computational facets, spanning across the computing stack from algorithms, software & tools, to microarchitecture & hardware accelerators.				
	The course will cover how advanced hardware solutions like FPGAs and GPUs can expedite genome analysis by reducing computational time and energy consumption. In parallel, it will delve into the use and development of heuristic algorithms & tools for accelerating genome analysis across various computational platforms. These algorithms, for example, can offer tradeoffs between computational intensity and accuracy. Students will engage in hands-on projects focused on optimizing existing methods or innovating new solutions for genome analysis. The curriculum's dual emphasis on hardware solutions and versatile algorithmic strategies offers students a holistic view of the current challenges and potential resolutions within the realm of genome analysis.				
	The course is conducted in English.				
Inhalt	Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=bioinformatics">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=bioinformatics</a> The students carry out a hands-on project under the supervision of their mentors. We also offer the following lectures that the students are encouraged to follow to make impactful progress on their projects.				
	Lecture 1a: P&S Course Introduction & Scope Lecture 1b: Project Overview and Q&A				
	Lecture 2: Introduction to Genome Analysis				
	Lecture 3: From Molecules to Data: An Overview of DNA Sequencing Technologies				
	Lecture 4a: Fundamentals of Sequence Alignment: Algorithms and Applications Lecture 4b: Optimizing Sequence Search: Hashing, Indexing, and Filtering Techniques				
	Lecture 5a: Building the Blueprint of Life: Genome Assembly Lecture 5b: Generating Insights from Genome Analysis: Variant Calling and Functional Genomics				
	Lecture 6a: GateKeeper Lecture 6b: SneakySnake Lecture 6c: GRIM-Filter				
	Lecture 7a: GenASM Lecture 7b: Scrooge				
	Lecture 8: SeGraM				
	Lecture 9: GenStore				
	Lecture 10a: GenPIP Lecture 10b: TargetCall				
	Lecture 11a: BLEND Lecture 11b: AirLift				
Skript	Lecture 12a: Raw Nanopore Signal Analysis & RawHash See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=bioinformatics">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=bioinformatics</a>				

Literatur	<p>Learning Materials  =====</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overview paper on co-designing hardware and software for genome analysis:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis_dac23.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis_dac23.pdf</a></li> <li>2. Survey on the main steps in the genome analysis pipeline and their bottlenecks:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/IntelligentGenomeAnalysis_csbj22.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/IntelligentGenomeAnalysis_csbj22.pdf</a></li> <li>3. Survey on accelerating genome analysis: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis_ieeemicro20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis_ieeemicro20.pdf</a></li> <li>4. Detailed survey on state-of-the-art algorithms for sequencing data: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/technology-dictates-algorithms_genome-read-alignment-overview_GenomeBiology21.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/technology-dictates-algorithms_genome-read-alignment-overview_GenomeBiology21.pdf</a></li> <li>5. Example of accelerating genomic sequence matching with FPGAs or GPUs:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SneakySnake_UniversalGenomePrealignmentFilter_bioinformatics20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SneakySnake_UniversalGenomePrealignmentFilter_bioinformatics20.pdf</a></li> <li>6. Example using different computing paradigms for read mapping and alignment, improving energy consumption:  - <a href="https://arxiv.org/pdf/1711.01177.pdf">https://arxiv.org/pdf/1711.01177.pdf</a>  - <a href="https://arxiv.org/pdf/2208.01243.pdf">https://arxiv.org/pdf/2208.01243.pdf</a></li> <li>7. Examples of software/hardware co-design for genomic sequence matching:  - <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenASM-approximate-string-matching-framework-for-genome-analysis_micro20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenASM-approximate-string-matching-framework-for-genome-analysis_micro20.pdf</a>  - <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SeGraM_genomic-sequence-mapping-universal-accelerator_isca22.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SeGraM_genomic-sequence-mapping-universal-accelerator_isca22.pdf</a>  - <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenStore_asplos22-arxiv.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenStore_asplos22-arxiv.pdf</a>  - <a href="https://arxiv.org/pdf/2209.08600.pdf">https://arxiv.org/pdf/2209.08600.pdf</a></li> <li>8. Example on analyzing raw nanopore signals: <a href="https://arxiv.org/pdf/2301.09200.pdf">https://arxiv.org/pdf/2301.09200.pdf</a></li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites of the course: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No prior knowledge in bioinformatics or genome analysis is needed.</li> <li>- An interest in optimizing efficiency and solving complex problems is essential.</li> <li>- Basic to good knowledge in C or C++ programming language is required.</li> <li>- Familiarity with accessing servers using SSH and proficiency in using the Linux terminal are essential.</li> <li>- Previous coursework in Digital Design and Computer Architecture, or an equivalent course, is desirable.</li> <li>- Experience in either FPGA implementation, GPU programming, or algorithm design is highly beneficial but not mandatory.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>227-0085-34L</b>	<b>P&amp;S: Exploration of Emerging Memory Systems ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>O. Mutlu</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.  Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	DRAM is predominantly used to build the main memory systems of modern computing devices. Emerging memory technologies (RRAM, PCM, STT-MRAM, FeRAM) provide an exciting opportunity to replace or complement DRAM. Simulation-based experimental studies are key for understanding the complex interactions between DRAM, emerging memory technologies, and modern applications. Ramulator is an extensible main memory simulator providing cycle-accurate performance models for a variety of commercial DRAM standards (e.g., DDR3/4, LPDDR3/4, GDDR5, HBM), emerging memory technologies, and academic proposals. Ramulator has a modular design that enables easy integration of additional standards, technologies and mechanisms. Ramulator is written in C++11 and can be easily integrated to full-system simulators such as gem5.				
	In this P&S, you will design new memory and memory controller mechanisms for improving overall system performance, energy consumption, reliability, security, scalability and cost. You will extend Ramulator with these new designs and evaluate their performance, energy consumption, and reliability using modern applications.				
	This will be the right P&S for you if you would like to learn about the state-of-the-art and future memory and memory controller designs and their interaction with modern applications.				
	This P&S will also enable you to hands-on simulate and understand the memory system behavior of modern workloads such as machine learning, graph analytics, genome analysis.				
	The course is conducted in English.				
	Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=ramulator">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=ramulator</a>				
Skript	See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=ramulator">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=ramulator</a>				

Literatur	<p>Learning Materials =====</p> <p>An old version of Ramulator: <a href="https://github.com/CMU-SAFARI/ramulator">https://github.com/CMU-SAFARI/ramulator</a></p> <p>Original Ramulator paper: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ramulator_dram_simulator-ieee-cal15.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ramulator_dram_simulator-ieee-cal15.pdf</a></p> <p>An example study of modern workloads and DRAM architectures using Ramulator: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Workload-DRAM-Interaction-Analysis_sigmetrics19_pomacs19.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Workload-DRAM-Interaction-Analysis_sigmetrics19_pomacs19.pdf</a></p> <p>An example recent study of a new DRAM architecture using Ramulator: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/CLR-DRAM_capacity-latency-reconfigurable-DRAM_isca20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/CLR-DRAM_capacity-latency-reconfigurable-DRAM_isca20.pdf</a></p> <p>An example recent study of a new virtual memory system architecture using Ramulator: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/VBI-virtual-block-interface_isca20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/VBI-virtual-block-interface_isca20.pdf</a></p> <p>Several examples of new ideas enabled by Ramulator based evaluation <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/rowclone_micro13.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/rowclone_micro13.pdf</a> <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/salp-dram_isca12.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/salp-dram_isca12.pdf</a> <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/raidr-dram-refresh_isca12.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/raidr-dram-refresh_isca12.pdf</a> <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/DR_STRANGE_EndtoEnd-DRAM-TRNG_hpca22.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/DR_STRANGE_EndtoEnd-DRAM-TRNG_hpca22.pdf</a></p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisites of the course: Digital Circuits (or equivalent course) and Computer Engineering. A good knowledge in C/C++ programming language. Interest in making things efficient and solving problems. Interest in understanding software development and hardware design, and their interactions.</p>
<b>227-0085-35L</b>	<p><b>P&amp;S: FPGA-based Exploration of DRAM and RowHammer ■</b></p> <p><i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i></p>
Kurzbeschreibung	<p>Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.</p>
Lernziel	<p>DRAM is predominantly used to build the main memory systems of modern computing devices. To improve the performance, reliability, and security of DRAM, it is critical to perform experimental characterization and analysis of existing cutting-edge DRAM chips.</p> <p>DRAM Bender is an FPGA-based DRAM testing infrastructure that enables the programmer to perform all low-level DRAM operations (i.e., DDR commands) in a cycle-accurate manner. DRAM Bender provides a simple and intuitive high-level programming interface (in C++ and Python) that completely hides the low-level details of the FPGA from programmers. Programmers implement test routines in C++, and the test routines automatically get translated into the low-level memory controller operations in the FPGA. DRAM Bender developers write low-level hardware description language code to enable new and faster studies.</p> <p>In this P&amp;S, you will have the chance to learn how DRAM is organized and operates in a low-level and gain practical experience in using DRAM Bender while developing SoftMC programs for new DRAM characterization studies related to performance, reliability, and security. You may also improve the FPGA-based testing infrastructure itself to enable new studies. And, who knows, you might discover new security vulnerabilities like RowHammer and RowPress.</p> <p>This will be the right P&amp;S for you if you are interested in DRAM technology and would like to learn more about it as well as FPGA technology and how it can be used for practical purposes such as understanding and mitigating RowHammer attacks, generating true random numbers, reducing memory latency, fingerprinting and identifying devices, and improving reliability.</p> <p>The course is conducted in English.</p>
Skript	<p>Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=softmc">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=softmc</a></p>
Literatur	<p>See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=softmc">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=softmc</a></p> <p>Learning Materials: =====</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DRAM Bender open source repository: <a href="https://github.com/CMU-SAFARI/DRAM-Bender">https://github.com/CMU-SAFARI/DRAM-Bender</a></li> <li>- DRAM Bender description: <a href="https://arxiv.org/pdf/2211.05838.pdf">https://arxiv.org/pdf/2211.05838.pdf</a></li> <li>- An old version (SoftMC) of DRAM Bender is here: <a href="https://github.com/CMU-SAFARI/SoftMC">https://github.com/CMU-SAFARI/SoftMC</a></li> <li>- SoftMC description: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/softmc_hpca17.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/softmc_hpca17.pdf</a></li> <li>- SoftMC lecture: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=tnSPEP3t-Ys">https://www.youtube.com/watch?v=tnSPEP3t-Ys</a></li> <li>- Example RowHammer study using SoftMC: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Revisiting-RowHammer_isca20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Revisiting-RowHammer_isca20.pdf</a></li> <li>- Example security attack study using SoftMC: Link</li> <li>- Example neural network acceleration study using SoftMC: Link</li> <li>- Example random number generation study using SoftMC: Link</li> <li>- Example physical unclonable function study using SoftMC: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/dram-latency-puf_hpca18.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/dram-latency-puf_hpca18.pdf</a></li> <li>- The original RowHammer study using SoftMC: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/dram-row-hammer_isca14.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/dram-row-hammer_isca14.pdf</a></li> </ul> <p>English translation</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisites of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digital Circuits (or equivalent course) AND Computer Engineering</li> <li>- Familiarity with programming (C++/Python) and common Linux tools (e.g., git, ssh, and gcc)</li> <li>- Familiarity with FPGA programming</li> <li>- Interest in low-level system exploration and memory</li> <li>- Interest in discovering why things do or do not work and solving problems</li> </ul>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Problemlösung				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement				geprüft
		Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Menschenführung und Verantwortung				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				geprüft
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft
<b>227-0085-36L</b>	<b>P&amp;S: Genome Sequencing on Mobile Devices ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>		<b>C. Firtina</b>
	<i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>					
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.					
Lernziel	Genome analysis is a cornerstone for groundbreaking scientific and medical advancements, including personalized healthcare. However, the field faces significant computational challenges, such as algorithmic bottlenecks and the handling of large datasets. This course aims to provide a comprehensive understanding of these computational facets, spanning across the computing stack from algorithms, software & tools, to microarchitecture & hardware accelerators.					
	The course will cover how advanced hardware solutions like FPGAs and GPUs can expedite genome analysis by reducing computational time and energy consumption. In parallel, it will delve into the use and development of heuristic algorithms & tools for accelerating genome analysis across various computational platforms. These algorithms, for example, can offer tradeoffs between computational intensity and accuracy. Students will engage in hands-on projects focused on optimizing existing methods or innovating new solutions for genome analysis. The curriculum's dual emphasis on hardware solutions and versatile algorithmic strategies offers students a holistic view of the current challenges and potential resolutions within the realm of genome analysis.					
	The course is conducted in English.					
Inhalt	Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=genome_seq_mobile">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=genome_seq_mobile</a>					
	The students carry out a hands-on project under the supervision of their mentors. We also offer the following lectures that the students are encouraged to follow to make impactful progress on their projects.					
	Lecture 1a: P&S Course Introduction & Scope Lecture 1b: Project Overview and Q&A					
	Lecture 2: Introduction to Genome Analysis					
	Lecture 3: From Molecules to Data: An Overview of DNA Sequencing Technologies					
	Lecture 4a: Fundamentals of Sequence Alignment: Algorithms and Applications Lecture 4b: Optimizing Sequence Search: Hashing, Indexing, and Filtering Techniques					
	Lecture 5a: Building the Blueprint of Life: Genome Assembly Lecture 5b: Generating Insights from Genome Analysis: Variant Calling and Functional Genomics					
	Lecture 6a: GateKeeper Lecture 6b: SneakySnake Lecture 6c: GRIM-Filter					
	Lecture 7a: GenASM Lecture 7b: Scrooge					
	Lecture 8: SeGraM					
	Lecture 9: GenStore					
	Lecture 10a: GenPIP Lecture 10b: TargetCall					
	Lecture 11a: BLEND Lecture 11b: AirLift					
Skript	Lecture 12a: Raw Nanopore Signal Analysis & RawHash See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=genome_seq_mobile">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=genome_seq_mobile</a>					

Literatur      Learning Materials  
 =====

1. Overview paper on co-designing hardware and software for genome analysis:  
[https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis\\_dac23.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis_dac23.pdf)
2. Survey on the main steps in the genome analysis pipeline and their bottlenecks:  
[https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/IntelligentGenomeAnalysis\\_csbj22.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/IntelligentGenomeAnalysis_csbj22.pdf)
3. Survey on accelerating genome analysis: [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis\\_ieeemicro20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/AcceleratingGenomeAnalysis_ieeemicro20.pdf)
4. Detailed survey on state-of-the-art algorithms for sequencing data: [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/technology-dictates-algorithms\\_genome-read-alignment-overview\\_GenomeBiology21.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/technology-dictates-algorithms_genome-read-alignment-overview_GenomeBiology21.pdf)
5. Example of accelerating genomic sequence matching with FPGAs or GPUs:  
[https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SneakySnake\\_UniversalGenomePrealignmentFilter\\_bioinformatics20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SneakySnake_UniversalGenomePrealignmentFilter_bioinformatics20.pdf)
6. Example using different computing paradigms for read mapping and alignment, improving energy consumption:  
 - <https://arxiv.org/pdf/1711.01177.pdf>  
 - <https://arxiv.org/pdf/2208.01243.pdf>
7. Examples of software/hardware co-design for genomic sequence matching:  
 - [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenASM-approximate-string-matching-framework-for-genome-analysis\\_micro20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenASM-approximate-string-matching-framework-for-genome-analysis_micro20.pdf)  
 - [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SeGraM\\_genomic-sequence-mapping-universal-accelerator\\_isca22.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SeGraM_genomic-sequence-mapping-universal-accelerator_isca22.pdf)  
 - [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenStore\\_asplos22-arxiv.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/GenStore_asplos22-arxiv.pdf)  
 - <https://arxiv.org/pdf/2209.08600.pdf>
8. Example on analyzing raw nanopore signals: <https://arxiv.org/pdf/2301.09200.pdf>

Voraussetzungen /  
 Besonderes

- Prerequisites of the course:
- No prior knowledge in bioinformatics or genome analysis is needed.
  - An interest in optimizing efficiency and solving complex problems is essential.
  - Basic to good knowledge in C or C++ programming language is required.
  - Familiarity with accessing servers using SSH and proficiency in using the Linux terminal are essential.
  - Previous coursework in Digital Design and Computer Architecture, or an equivalent course, is desirable.
  - Experience in either FPGA implementation, GPU programming, or algorithm design is highly beneficial but not mandatory.

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	gefördert
	Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**227-0085-37L      P&S: Data-Centric Architectures: Fundamentally Improving Performance and Energy ■      W      3 KP      3P      Noch nicht bekannt**

*Findet dieses Semester nicht statt.  
 Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.*

Kurzbeschreibung

Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.

Lernziel	<p>Data movement between the memory units and the compute units of current computing systems is a major performance and energy bottleneck. From large-scale servers to mobile devices, data movement costs dominate computation costs in terms of both performance and energy consumption. For example, data movement between the main memory and the processing cores accounts for 62% of the total system energy in consumer applications. As a result, the data movement bottleneck is a huge burden that greatly limits the energy efficiency and performance of modern computing systems. This phenomenon is an undesired effect of the dichotomy between memory and the processor, which leads to the data movement bottleneck.</p> <p>Many modern and important workloads such as machine learning, computational biology, graph processing, databases, video analytics, and real-time data analytics suffer greatly from the data movement bottleneck. These workloads are exemplified by irregular memory accesses, relatively low data reuse, low cache line utilization, low arithmetic intensity (i.e., ratio of operations per accessed byte), and large datasets that greatly exceed the main memory size. The computation in these workloads cannot usually compensate for the data movement costs. In order to alleviate this data movement bottleneck, we need a paradigm shift from the traditional processor-centric design, where all computation takes place in the compute units, to a more data-centric design where processing elements are placed closer to or inside where the data resides. This paradigm of computing is known as Processing-in-Memory (PIM).</p> <p>This is your perfect P&amp;S if you want to become familiar with the main PIM technologies, which represent "the next big thing" in Computer Architecture. You will work hands-on with the first real-world PIM architecture, will explore different PIM architecture designs for important workloads, and will develop tools to enable research of future PIM systems. Projects in this course span software and hardware as well as the software/hardware interface. You can potentially work on developing and optimizing new workloads for the first real-world PIM hardware or explore new PIM designs in simulators, or do something else that can forward our understanding of the PIM paradigm.</p> <p>The course is conducted in English.</p> <p>The course has two main parts:  Weekly lectures on processing-in-memory.  Hands-on project: Each student develops his/her own project.</p>
Skript Literatur	<p>Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/</a>  See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/</a>  Learning materials  Summary papers about recent research in PIM.  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ModernPrimerOnPIM_springer-emerging-computing-bookchapter21.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ModernPrimerOnPIM_springer-emerging-computing-bookchapter21.pdf</a>  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ProcessingDataWhereItMakesSense_micro19-invited.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ProcessingDataWhereItMakesSense_micro19-invited.pdf</a>  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/processing-in-memory_workload-driven-perspective_IBMjrd19.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/processing-in-memory_workload-driven-perspective_IBMjrd19.pdf</a></p> <p>PIM Simulators.  Ramulator-PIM: A version of Ramulator simulator for PIM.  <a href="https://github.com/CMU-SAFARI/ramulator-pim">https://github.com/CMU-SAFARI/ramulator-pim</a>  DAMOV simulator.  <a href="https://github.com/CMU-SAFARI/DAMOV">https://github.com/CMU-SAFARI/DAMOV</a></p> <p>UPMEM SDK documentation: The first real-world PIM architecture.  <a href="https://sdk.upmem.com/2021.3.0/">https://sdk.upmem.com/2021.3.0/</a></p> <p>An example recent study of 3D-stacked PIM for consumer workloads.  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Google-consumer-workloads-data-movement-and-PIM_asplos18.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Google-consumer-workloads-data-movement-and-PIM_asplos18.pdf</a></p> <p>An example recent study of lightweight PIM functionality on 3D-stacked memory:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/pim-enabled-instructions-for-low-overhead-pim_isca15.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/pim-enabled-instructions-for-low-overhead-pim_isca15.pdf</a></p> <p>An example recent study of a PIM accelerator for graph processing.  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/tesseract-pim-architecture-for-graph-processing_isca15.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/tesseract-pim-architecture-for-graph-processing_isca15.pdf</a></p> <p>An example recent study of a Processing-using-Memory system.  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ambit-bulk-bitwise-dram_micro17.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/ambit-bulk-bitwise-dram_micro17.pdf</a>  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SIMDRAM_asplos21.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SIMDRAM_asplos21.pdf</a></p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisites of the course:  - Digital Design and Computer Architecture (or equivalent course).  - Familiarity with C/C++ programming.  - Interest in future computer architectures and computing paradigms.  - Interest in discovering why things do or do not work and solving problems  - Interest in making systems efficient and usable</p>
227-0085-38L  Kurzbeschreibung	<p><b>P&amp;S: Controlling Biological Neuronal Networks Using W Machine Learning ■</b>  <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i></p> <p>Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.</p>

Lernziel	<p>The way memory and learning is achieved in the brain is an unsolved problem. Due to its relative simplicity, in-vitro neuroscience can help us discover the fundamentals of information processing in the brain. For this we can build a network of biological neurons on top of an array of microelectrodes. Such an approach allows us to record the electrical activity of the neurons when they get stimulated.</p> <p>Following this approach, we can investigate biological neural networks, that have about 5-50 neurons and a controlled network architecture. Still, their behavior remains highly unpredictable. Therefore, it is not yet clear how such networks need to be stimulated electrically in order to control their behavior. However, we can use machine learning to find a mapping between a stimulus and a desired response. More specifically, we can use reinforcement learning to find stimulation patterns that achieve a specified goal.</p> <p>This P&amp;S consists of two parts. In the first part we will introduce you to the way neurons can be cultured in vitro. You will learn how to seed and grow the culture of neurons on a multi-electrode array (MEA). Next you will stimulate given networks and record data. The second part will be about machine learning. We will discuss the basics of both artificial neural networks (ANN) and reinforcement learning (RL). As homework exercises you will design and train ANNs and develop reinforcement learning agents to control your biological networks. Your controlled biological networks will participate in a competition in performing a final challenge.</p>		
Inhalt	<p>This P&amp;S will be given in English. In total, the P&amp;S takes 10 afternoons and about 60 hours of homework (ANN implementation).          Important information to students:          - This P&amp;S will be given in English.          - In total, the P&amp;S takes 8 afternoons and about 40 hours of homework (ANN implementation).</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>- It is strongly recommended to have prior and basic experience with Python programming.          - It is strongly recommended to have interest in learning basic biolab methods.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>227-0085-39L</b>	<b>P&amp;S: Python for Science &amp; Machine Learning</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Magno</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	<p>This beginner course to programming with Python - with a focus on applications in science and technology - is an ideal starting point for later courses. We will start with an introduction to the dev environment and tools for effective development to get you started. Then we will learn the basics of Python with exercises, and discover popular modules for data processing and visualisation that will be useful for your later studies and career. We conclude with an introduction to popular machine learning techniques and some time for you to implement your own small free-style projects.</p> <p>By the end of the semester, you will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be familiar with your PC's command-line interface and know how to use available dev environments effectively.</li> <li>- have learned the basics of Python and be able to write basic programs that do what you want (most of the time) with the help of modules.</li> <li>- be able to process, visualize and analyze numerical data, e.g. lab measurements, images, etc.</li> <li>- have first experience with machine learning techniques</li> <li>- maintain your first git repository and know how to collaborate with others on coding projects.</li> </ul> <p>Language: English / German (if necessary)</p>				

<b>227-0085-41L</b>	<b>P&amp;S: Memory Design: From Architecture down to Basic Cells ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Luisier</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				

Lernziel Speicher sind wichtige Komponenten in allen modernen elektronischen Geräten (Beispiele: Computer, Smartphone, Tablet). Je nach Spezialisierungsrichtung und Aufgabenbereich betrachtet ein Ingenieur den Speicher aus unterschiedlichen Perspektiven. Dieses P&S gibt einen Überblick dieser verschiedenen Perspektiven und zeigt die Zusammenhänge auf. Da es diese verschiedenen Perspektiven nicht nur für Speicher sondern generell für alle integrierten Schaltungen gibt, wird dieses P&S dir helfen, weiteres spezialisiertes Wissen in einen breiteren Kontext einzuordnen. Während des Praktikums wirst du mit verschiedenen Simulationsprogrammen arbeiten. Darunter sind hoch entwickelte Programme, die von Ingenieuren in Forschung und Entwicklung eingesetzt werden. Du lernst also professionelle Software kennen, und im Rahmen von Simulationen (Praktikum Teil) und Gruppenarbeit/Vorträgen (Seminar Teil) erarbeitest du Grundwissen, das du später in spezialisierten Vorlesungen vertiefen kannst.

Entsprechend den verschiedenen Perspektiven besteht das P&S "Memory Design: From Architecture down to Basic Cells" aus drei etwa gleich langen Teilen:

1. System Design: In diesem Teil lernst du verschiedene aktuellen Speichertypen aus der Sicht des System-Entwicklers kennen. Was können sie? Wie werden sie in Schaltungen eingebaut um ein Speichersystem zu erhalten, das die richtige Grösse und Geschwindigkeit bei akzeptierbarem Energieverbrauch bietet? Mit einem einfachen Cache-Simulator wird der Einfluss von Design Parametern in einer Speicher Hierarchie untersucht. Im Seminar-Teil werden die Teilnehmer in kleinen Gruppen spezifische Speichertypen studieren und diese mit den P&S Partnern im Rahmen eines Referats diskutieren.
2. Circuit Design: In diesem Teil lernst du die Speicher als elektronische Schaltung kennen. Wie müssen Transistoren verschaltet werden um Daten schreiben, speichern und wieder auslesen zu können? Wie sollen diese Transistoren dimensioniert werden, um die gewünschte Geschwindigkeit oder Energieeffizienz zu erreichen? Mit Simulationen wirst Du erleben, wie der Ingenieur solche Schaltungen untersucht und optimiert.
3. Physical Design: Dieser Teil geht noch tiefer. Millionen von Transistoren auf einem kleinen Silizium Plättchen bilden einen modernen Speicher Chip. Wie werden die Speicherzellen auf dem Chip hergestellt? Wie sieht eine Speicherzelle aus? Wie wird die Speicherzelle optimiert? Du lernst mit Hilfe moderner Simulationswerkzeuge die Entwurfspraktiken kennen, die heutzutage in der Entwicklung angewendet werden. Ausserdem lernst du die Methoden und Technologien kennen, mit denen moderne integrierte Schaltungen hergestellt werden.

Das Seminar wird erst ab 12 Teilnehmern durchgeführt! Die Anmeldung verpflichtet zur Kursteilnahme.

<b>227-0085-42L</b>	<b>P&amp;S: Building a receive coil for MRI ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1.5P</b>	<b>K. P. Prüssmann</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Gegenstand dieses Praktikums ist die Signaldetektion in der Kernspintomographie, einem Verfahren der medizinischen Bildgebung. Das Verfahren beruht auf der magnetischen Resonanz (MR) von Atomkernen mit Frequenzen im Bereich der Radiowellen. Für die MR-Detektion werden abgestimmte HF-Spulen mit einer Vorverstärkerstufe eingesetzt. Ein solcher elementarer MR-Detektor wird im Rahmen des Praktikums entworfen, gebaut und getestet. Erfolgreiche Teams können ihren Detektor am Ende des Praktikums an einem 7-Tesla Tomographen erproben und Schnittbilder eines biologischen Objekts (z.B. einer Orange oder Kiwi) erzeugen. Zur Lösung der Aufgabe müssen Grundkenntnisse der Schaltungstechnik angewendet werden. Vorkenntnisse im Bereich der Hochfrequenztechnik sind von Vorteil.				
Inhalt	Dieser Kurs behandelt die Signaldetektion in der Magnetresonanztomographie (MRT/MRI), ein Verfahren der medizinischen Bildgebung. Die MRT basiert auf der magnetischen Resonanz von Atomkernen, wobei die entsprechenden Signalfrequenzen im Bereich von einigen Hundert MHz liegen. Um diese Signale zu empfangen, werden abgestimmte Hochfrequenz-Spulen verwendet. Das Ziel dieses Kurses ist, eine solche Spule zu bauen und mit dieser Schnittbilder von Früchten (z.B. Orange, Kiwi, ...) an einem 7-Tesla MRT-Gerät aufzunehmen. Für den Kurs ist ein grundlegendes Verständnis elektronischer Schaltungstechnik nötig; Vorkenntnisse in der Hochfrequenztechnik sind von Vorteil aber keine Voraussetzung.				
<b>227-0085-43L</b>	<b>P&amp;S: Clean Room Technology – Fabrication and Characterization of Photonic Materials ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	In der Nanophotonik wird die Wechselwirkung von Licht mit nanometergrossen Strukturen untersucht. So entstehen beispielsweise winzige und zugleich ultraschnelle optische Schaltkreise für eine neue Generation von Supercomputern.				
	Im P&S „Clean Room Technology“ erhalten die Teilnehmer einen ersten Einblick in das Hightech-Forschungslabor der ETH und IBM Zürich namens BRNC („Binnig and Rohrer Nanotechnology Center“). Nach einer allgemeinen Einführung in die Nanotechnologie und das Arbeiten im Reinraum, werden verschiedene nanophotonische Materialien abgeschieden. Im Anschluss werden die optischen Eigenschaften der Materialien mit Hilfe der sogenannte Ellipsometrie gemessen und anhand von Modellen am Computer analysiert. Abschluss des P&S ist eine Präsentation der Resultate und eine kurze schriftliche Zusammenfassung.				
	Das P&S wird für drei Gruppen à drei Teilnehmer an zehn Nachmittagen verteilt über das Semester angeboten. Wir empfehlen das P&S für Studierende im dritten Studienjahr. MATLAB Vorkenntnisse sind vorteilhaft, aber keine Voraussetzung. Das P&S findet teilweise in englischer Sprache statt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0085-44L</b>	<b>P&amp;S: Understanding and Designing Modern Storage Systems ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>S. Sadrosadati</b>



Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.		
Lernziel	<p>NAND flash memory is the de facto standard for architecting a storage device in modern computing systems. As modern computing systems process a large amount of data at an unprecedented scale, a storage device needs to meet high requirements on storage capacity and I/O performance. A NAND flash-based solid-state drive (SSD) can provide orders-of-magnitude higher I/O performance compared to traditional hard-disk drives (HDDs), with a much lower cost-per bit value over SSDs based on emerging non-volatile memory (NVM) technologies.</p> <p>NAND flash memory has several unique characteristics, such as the erase-before write property (i.e., a flash cell needs to be first erased before programming it), limited lifetime (i.e., a cell cannot reliably store data after experiencing a certain number of program/erase (P/E) cycles), and large operation units (e.g., modern NAND flash memory typically reads/writes data in a page (e.g., 16 KiB) granularity). To achieve high performance and large capacity of the storage system while hiding the unique characteristics of NAND flash memory, it is critical to design efficient SSD firmware, commonly called Flash-Translation Layer (FTL). An FTL is responsible for many critical management tasks, such as address translation, garbage collection, wear leveling, and I/O scheduling, which significantly affect the performance, reliability, and lifetime of the SSD.</p> <p>In this course, we will cover how a modern NAND flash-based SSD is organized and operates, from the basics of underlying NAND flash devices and various SSD-management tasks at the FTL level. We will also examine other emerging memory technologies for building SSDs, such as Phase Change Memory, 3D XPoint (e.g., Intel Optane SSD) and more.</p> <p>You will help build a practical SSD simulator by refactoring MQSim, a state-of-the-art simulator for high-end SSDs, to support advanced features of modern NAND flash chips and essential SSD-management tasks. This will allow you to have the chance to obtain a comprehensive background in modern storage systems and research experience on system optimization with rigorous evaluation.</p> <p>The course is conducted in English.</p> <p>The course has two main parts:  Weekly lectures on modern NAND flash-based SSDs  Hands-on project to refactor MQSim</p>		
Skript Literatur	<p>Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/</a>  See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/Learning_Materials">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/Learning Materials</a>  =====</p> <p>Inside NAND Flash Memories: <a href="https://search.library.ethz.ch/permalink/f/823s1o/ELENDING603606">https://search.library.ethz.ch/permalink/f/823s1o/ELENDING603606</a></p> <p>Inside Solid State Drives (SSDs):  <a href="https://search.library.ethz.ch/permalink/f/823s1o/ELENDING1030264">https://search.library.ethz.ch/permalink/f/823s1o/ELENDING1030264</a></p> <p>MQSim, an open-source multi-queue SSD simulator</p> <p>Source code: <a href="https://github.com/CMU-SAFARI/MQSim">https://github.com/CMU-SAFARI/MQSim</a></p> <p>Paper: <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/MQSim-SSD-simulation-framework_fast18.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/MQSim-SSD-simulation-framework_fast18.pdf</a></p> <p>An example of how to improve SSD performance by optimizing the I/O scheduling policy of the FTL:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/FLIN-fair-and-high-performance-NVMe-SSD-scheduling_isca18.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/FLIN-fair-and-high-performance-NVMe-SSD-scheduling_isca18.pdf</a></p> <p>Examples of how to improve SSD reliability by exploiting physical characteristics of modern NAND flash memory:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/3D-NAND-flash-lifetime-early-retention-loss-and-process-variation_sigmetrics18_pomacs18-twocolumn.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/3D-NAND-flash-lifetime-early-retention-loss-and-process-variation_sigmetrics18_pomacs18-twocolumn.pdf</a>  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/heatwatch-3D-nand-errors-and-self-recovery_hpca18.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/heatwatch-3D-nand-errors-and-self-recovery_hpca18.pdf</a>  <a href="https://arxiv.org/pdf/1706.08642.pdf">https://arxiv.org/pdf/1706.08642.pdf</a></p> <p>Examples of how to improve the security and privacy of stored data in SSDs:  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/evanescence-secure-data-sanitization-for-flash-memory_asplos20.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/evanescence-secure-data-sanitization-for-flash-memory_asplos20.pdf</a>  <a href="https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/flash-memory-programming-vulnerabilities_hpca17.pdf">https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/flash-memory-programming-vulnerabilities_hpca17.pdf</a></p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites of the course: - No prior knowledge of NAND flash-based storage systems is required. - Digital Design and Computer Architecture (or equivalent course) - Good knowledge of C/C++ programming language is required. - Interest in system optimizations		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft
227-0085-45L	<b>P&amp;S: Robotic Maze Solving with a TI-RSLK Robot (RMaze) ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.  Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>		

Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Microcontroller programming (C) – Peripherals Interfacing using a MSP433 MCU – Control of a Robot in a maze  The course will focus on teaching how to build and program a Texas Instrument robotic system learning kit (TI-RSLK). It is a robot kit, which includes a 2 wheeled robot, a line sensor to determine lines on the floor as well as sensors to recognize walls. The robot is driven by a MSP432 state of the art ARM Cortex M4 processor.  This course will give the students the opportunity to learn how to program the microcontroller of this robot to navigate in a small maze. For this, the students will learn how to control the motors and, consequently the movement of the robot with the peripherals of the microcontroller. Next to the movement, also the control and readout of the attached sensors will be part of the P&S course.  Once the students are able to read sensor values and control the motors of the robot, this course will conclude with a 4-week project. Within this project the students will design their own algorithm, such that the robot can navigate autonomously within a maze. A small competition at the end of the P&S will find the fastest robot of the group.  The course will be taught in English by the new D-ITET center for Project-based learning, the programming toolchain will be installed on the student's own laptop. Experience with microcontroller programming (C) is an advantage, however not required. A short introduction will be given during the course.  This course will be taught in English or in German if necessary.				
<b>227-0085-46L</b>	<b>P&amp;S: Embedded Systems With Drones ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Magno, T. Polonelli</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Microcontrollers - Programming in C – Drones – Autonomous Drones – Embedded System – Sensors.  Drones can be fun to use but understanding the hardware and software and building and programming them to be intelligent and autonomous is even better. This course gives the basis of the embedded systems having the drones as the primary target. The course will introduce embedded systems and, in particular, the microcontroller ARM Cortex-M, focusing on all the crucial blocks such as Interrupts, GPIO, ADC's, Timers, and Serial communication protocols. Apart from the core topics, real-time and power-efficient algorithms for attitude and motor control are also discussed, making the drone efficient. Finally, exciting drone exercises are supported in the course to experiment with the development kit. The course will end with a 4-5 weeks project where the students will make the drone fly with some specific goal. It is not required any previous knowledge except C language. The course will be taught in English and organized by the Center for Project-Based Learning.				
<b>227-0085-47L</b>	<b>P&amp;S: Machine Learning on Smart Phone ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Machine Learning with Smart Phone Sensors – Programming Android Phones – Neural Networks – Keras/Tensor Flow- Projects and App on smartphones  Smartphones have several sensors that can acquire much useful information, for instance where we are, what we are doing, with whom we are together, what is our constitution, what are our needs. Based on this information our 'smartphone' offers us the appropriate computational power to process them in loco without sending the sensor data to the cloud. This course focus on giving the bases of machine learning and embedded systems. The student will learn the tools to implement a machine learning algorithm, such as Tensor Flow and others in their android phones to have an advanced smartphone. The course will end with 4 weeks project where the students can target a specific application scenario. It is not required any previous experience In machine learning. Phyton is a plus but the basis of phyton will be given in the course to be able to complete the project. The course will be taught in English and organized by the new Project-based Learning center.				
<b>227-0085-48L</b>	<b>P&amp;S: Introduction to Program Nao Robots for Robocup Competition ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Magno, L. Pascarella</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	Programming Robots – Sensors- Humanoid Robot.  NAO robots from Softbank are the leading humanoid robot being used in research and education worldwide. Robotics is the fastest growing and most advanced technology used in education and research. The main goal of this course is to introduce and allowing the students to learn how to program an NAO humanoid robot to make him walk, talking, watching objects understanding the human, and reacting to external input. The Nao Robots used in this course are equipped with many sensors: Tactile Sensors, Ultrasonic sensors, A Gyro, An Accelerometer, Force Sensors, Infrared sensors, 2 HD Cameras, 4 Microphones, and high accuracy digital encoders on each joint. It has two processors on board: an Intel Atom 1.6Ghz (The main computer includes SSD drive, WiFi, Bluetooth, and wired network) and an additional ARM-9 processor in its chest. The course will introduce the software package and the full SDK and API. The students will learn how to program ( mainly in C and Phyton) the robot to access the full functionality. To improve the hands-on skills of students the course will end with a 5 weeks project where the students in the group will compete in a small soccer game where the robots will play the game following and kicking a red ball. It is not requested any previous knowledge but programming skills are a plus. The course will be taught in English and organized by the new Project-based Learning center.				
<b>227-0085-49L</b>	<b>P&amp;S: Smart Patch Projects ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4P</b>	

	<i>nicht anrechenbar.</i>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.
Lernziel	Wearable devices, PCB Design, Firmware developing, multi-sensors, Communication.  The Smart Patch project will design autonomous, low power and mesh enabled multi-sensor wearable smart patches. They will be based on the always-on smart sensing paradigm to continuously acquire process and stream physiological data in real-time. They can be trained to autonomously detect illness symptoms or other physical conditions, such as stress. The students will work in a team to design a sub-block of the smart patch. According to the students' background, they will be associated with designing the hardware or the firmware. Together in a team, they will learn how to structure problems and identify solutions, system analysis, and simulation, as well as presentation and documentation techniques. They will get access to D-ITET labs and state-of-the-art engineering tools (Matlab, Simulink, Firmware development IDE, PCB Design, etc.) The course will be done in collaboration with DZ Center at D-ITET.  The projects will be done under the Smart Patches: a flagship project for D-ITET students. (pbl.ee.ethz.ch)

<b>227-0085-51L</b>	<b>P&amp;S: Programming Heterogeneous Computing Systems with GPUs and other Accelerators ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>O. Mutlu</b> , Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	The increasing difficulty of scaling the performance and efficiency of CPUs every year has created the need for turning computers into heterogeneous systems, i.e., systems composed of multiple types of processors that can suit better different types of workloads or parts of them. More than a decade ago, Graphics Processing Units (GPUs) became general-purpose parallel processors, in order to make their outstanding processing capabilities available to many workloads beyond graphics. GPUs have been a critical key to the recent rise of Machine Learning and Artificial Intelligence, which took unrealistic training times before the use of GPUs. Field-Programmable Gate Arrays (FPGAs) are another example computing device that can deliver impressive benefits in terms of performance and energy efficiency. More specific examples are (1) a plethora of specialized accelerators (e.g., Tensor Processing Units for neural networks), and (2) near-data processing architectures (i.e., placing compute capabilities near or inside memory/storage).  Despite the great advances in the adoption of heterogeneous systems in recent years, there are still many challenges to tackle, for example: - Heterogeneous implementations (using GPUs, FPGAs, TPUs) of modern applications from important fields such as bioinformatics, machine learning, graph processing, medical imaging, personalized medicine, robotics, virtual reality, etc. - Scheduling techniques for heterogeneous systems with different general-purpose processors and accelerators, e.g., kernel offloading, memory scheduling, etc. - Workload characterization and programming tools that enable easier and more efficient use of heterogeneous systems.  If you are enthusiastic about working hands-on with different software, hardware, and architecture projects for heterogeneous systems, this is your P&S. You will have the opportunity to program heterogeneous systems with different types of devices (CPUs, GPUs, FPGAs, TPUs), propose algorithmic changes to important applications to better leverage the compute power of heterogeneous systems, understand different workloads and identify the most suitable device for their execution, design optimized scheduling techniques, etc. In general, the goal will be to reach the highest performance reported for a given important application.  The course is conducted in English.  The course has two main parts: Weekly lectures on GPU and heterogeneous programming. Hands-on project: Each student develops his/her own project.				
Inhalt	Course website: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=heterogeneous_systems">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=heterogeneous_systems</a>				
Skript	See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=heterogeneous_systems">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=heterogeneous_systems</a> for past examples. See: <a href="https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=heterogeneous_systems">https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/doku.php?id=heterogeneous_systems</a>				

1. An introduction to SIMD processors and GPUs:  
<http://www.youtube.com/watch?v=hOelkAYraTE>
2. An introduction to GPUs and heterogeneous programming: <http://www.youtube.com/watch?v=y40-tY5WJ8A>
3. Example recent studies of FPGA and GPU implementation for bioinformatics:  
 GateKeeper: FPGA for bioinformatics (Bioinformatics 2017): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/gatekeeper\\_FPGA-genome-prealignment-accelerator\\_bionformatics17.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/gatekeeper_FPGA-genome-prealignment-accelerator_bionformatics17.pdf)  
 SneakySnake: Pre-alignment filter on FPGA and GPU (Bioinformatics 2020):  
[https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SneakySnake\\_UniversalGenomePrealignmentFilter\\_bionformatics20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SneakySnake_UniversalGenomePrealignmentFilter_bionformatics20.pdf)
4. An example recent study of a suite of heterogeneous benchmarks:  
 Chai: heterogeneous benchmarks (ISPASS 2017): <https://chai-benchmarks.github.io/assets/ispass17.pdf>
5. An example recent study of a medical image application on GPU:  
 GPU for medical imaging (CMPB 2020): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/bsplines\\_interpolation\\_on\\_GPUs\\_compmethodsprogramms-biomedicine20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/bsplines_interpolation_on_GPUs_compmethodsprogramms-biomedicine20.pdf)
6. Example studies of programming tools and performance portability on heterogeneous systems:  
 Boyi: execution models for FPGAs (FPGA 2020): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/boyi-opencil-execution-model-selection-for-FPGAs\\_fpga20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/boyi-opencil-execution-model-selection-for-FPGAs_fpga20.pdf)  
 Zorua: hardware support for GPU performance portability (MICRO 2016): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/zorua-holistic-GPU-virtualization\\_micro16.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/zorua-holistic-GPU-virtualization_micro16.pdf)  
 Locality descriptor: Cross-layer abstraction to express data locality on GPUs (ISCA 2018):  
[https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/LocalityDescriptor-Cross-Layer-GPU-Data-Locality-Abstraction\\_isca18.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/LocalityDescriptor-Cross-Layer-GPU-Data-Locality-Abstraction_isca18.pdf)
7. Example studies of scheduling techniques for heterogeneous systems:  
 Thread scheduling (MICRO 2011): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/large-gpu-warps\\_micro11.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/large-gpu-warps_micro11.pdf)  
 DASH: memory scheduling (TACO 2016): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/dash\\_deadline-aware-heterogeneous-memory-scheduler\\_taco16.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/dash_deadline-aware-heterogeneous-memory-scheduler_taco16.pdf)

Voraussetzungen / Prerequisites of the course:  
 Besonderes - Digital Circuits AND Computer Engineering  
 - Familiarity with C/C++ programming and strong coding skills.  
 - Interest in future computer architectures and computing paradigms.  
 - Interest in discovering why things do or do not work and solving problems  
 - Interest in making systems efficient and usable

<b>227-0085-54L</b>	<b>P&amp;S: Optics and Spectroscopy Lab ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	The goal of this P&S is to learn the basics of working with optics and how to assemble optical systems. It is intended to show the practical side to the many optics lectures that are offered at D-ITET. The course will give a very brief introduction on laser safety, basic building blocks for optics and information on how to handle such elements. The following classes allow the students to test very basics properties of lenses and lasers and how the corresponding optomechanics can be used to arrange a simple setup. After this, the different student groups rotate through four different experiments where they get the chance to build and align different optical setups and perform various measurements. No prior knowledge is required.				
<b>227-0085-55L</b>	<b>P&amp;S: Our Daily Exposure to Electromagnetic Radiation ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	How strong is the electromagnetic radiation generated by base stations, mobile phones and TV towers? What can you do in order to minimize your daily exposure to electromagnetic fields? In this project you will learn the basic know-how required to deal and work with radio frequency electromagnetic fields. You will see our microwave laboratory and get familiar with the RF and microwave measurement equipment. Using ExpoM-RF, a personal exposure meter originally developed at the Institute of Electromagnetic Fields, you will be able to perform outdoor measurements and track your daily exposure to electromagnetic fields in the frequency range from 87.5 MHz to 5.8 GHz.  The complete project description can be found on: <a href="http://people.ee.ethz.ch/~mzahner/PPS-EMrad/">http://people.ee.ethz.ch/~mzahner/PPS-EMrad/</a>				
<b>227-0085-56L</b>	<b>P&amp;S: Intelligent Architectures via Hardware/Software Cooperation ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>O. Mutlu</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				

**Lernziel** Modern general-purpose processors are agnostic to an application's high-level semantic information. Hence, they employ prediction-based techniques to enable computational and memory optimizations, such as prefetching, cache management policies, memory data placement, instruction scheduling, and many others. As such, the potential of such optimizations is limited due to the limited information the underlying hardware can discover on its own and such optimizations come with large area, power and complexity overheads required by the hardware for prediction purposes. Purely-hardware optimizations cannot achieve their performance potential and waste power, complexity and hardware area, since they are not aware of the application characteristics. On the other hand, purely-software optimizations are fundamentally tied up and limited by the underlying hardware.

A promising way to increase the performance of modern applications is to co-design software and hardware. Hence, lately both industry and academia are making serious attempts to improve performance, energy and security using hardware/software cooperative schemes such as application-specific hardware accelerators (e.g., Google's Tensor Processing Unit) and application-specific extensions in general-purpose processors (e.g., Media Engine in Apple M1).

In this course, we will explore several different topics around hardware/software co-design such as: (i) new hardware/software interfaces (e.g., virtual memory, instruction set architecture) to enhance performance, energy and security, (ii) hardware/software co-design schemes to improve the performance of the memory subsystem in killer memory-intensive applications (e.g., sparse and irregular workloads), (iii) hardware/software cooperative machine-learning-based techniques for different microarchitectural components such as prefetchers, caches and branch predictors, which would continuously learn from the vast amount of memory accesses seen by a processor and adapt to the varying workload and system conditions.

If you are enthusiastic about working hands-on to design both software and hardware, this is your P&S. You will have the opportunity to study modern applications, propose software changes to better match the underlying hardware components, design new hardware components that better match the overlying software and come up with new machine-learning techniques to design efficient microarchitectural components. You will also learn how to program industry-supported microarchitectural simulators and study the performance of modern workloads after your hardware/software modifications.

Preferable:

- Hands-on experience with Machine Learning frameworks (depends on the topic you choose)

The course is conducted in English.

**Skript**  
**Literatur** Course website: [https://safari.ethz.ch/projects\\_and\\_seminars/](https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/)  
See: [https://safari.ethz.ch/projects\\_and\\_seminars/](https://safari.ethz.ch/projects_and_seminars/)  
Learning materials  
=====

[1] Onur Mutlu, "Intelligent Architectures for Intelligent Machines" Invited Keynote Paper in Proceedings of the 2020 International Symposia on VLSI (VLSI): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/intelligent-architectures-for-intelligent-machines\\_keynote-paper\\_VLSI20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/intelligent-architectures-for-intelligent-machines_keynote-paper_VLSI20.pdf)

[2] Kanellopoulos et al. "SMASH: Co-designing Software Compression and Hardware-Accelerated Indexing for Efficient Sparse Matrix Operations", Proceedings of the 52nd International Symposium on Microarchitecture (MICRO 2019): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SMASH-sparse-matrix-software-hardware-acceleration\\_micro19.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SMASH-sparse-matrix-software-hardware-acceleration_micro19.pdf)

[3] Bera et al. "Pythia: A Customizable Hardware Prefetching Framework Using Online Reinforcement Learning" Proceedings of the 54th International Symposium on Microarchitecture (MICRO 2021): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Pythia-customizable-hardware-prefetcher-using-reinforcement-learning\\_micro21.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/Pythia-customizable-hardware-prefetcher-using-reinforcement-learning_micro21.pdf)

[4] Hajinazar et al. "The Virtual Block Interface: A Flexible Alternative to the Conventional Virtual Memory Framework" Proceedings of the 47th International Symposium on Computer Architecture (ISCA 2020): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/VBI-virtual-block-interface\\_isca20.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/VBI-virtual-block-interface_isca20.pdf)

[5] Vijaykumar et al. "A Case for Richer Cross-layer Abstractions: Bridging the Semantic Gap with Expressive Memory", Proceedings of the 45th International Symposium on Computer Architecture (ISCA 2018): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/X-MEM\\_Expressive-Memory-for-Rich-Cross-Layer-Abstractions\\_isca18.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/X-MEM_Expressive-Memory-for-Rich-Cross-Layer-Abstractions_isca18.pdf)

[6] Vijaykumar et al. "MetaSys: A Practical Open-Source Metadata Management System to Implement and Evaluate Cross-Layer Optimizations" TACO 2022: <https://arxiv.org/abs/2105.08123>

[7] Vijaykumar et al. "The Locality Descriptor: A Holistic Cross-Layer Abstraction to Express Data Locality in GPUs" Proceedings of the 45th International Symposium on Computer Architecture (ISCA 2018): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/LocalityDescriptor-Cross-Layer-GPU-Data-Locality-Abstraction\\_isca18.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/LocalityDescriptor-Cross-Layer-GPU-Data-Locality-Abstraction_isca18.pdf)

[8] Besta et al. "SISA: Set-Centric Instruction Set Architecture for Graph Mining on Processing-in-Memory Systems", Proceedings of the 54th International Symposium on Microarchitecture (MICRO 2021): [https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SISA-GraphMining-on-PIM\\_micro21.pdf](https://people.inf.ethz.ch/omutlu/pub/SISA-GraphMining-on-PIM_micro21.pdf)

**Voraussetzungen /**  
**Besonderes** Prerequisites of the course:  
- Digital Circuits AND Computer Engineering  
- Familiarity with C/C++ programming and strong coding skills.  
- Interest in future computer architectures and computing paradigms.  
- Interest in discovering why things do or do not work and solving problems  
- Interest in making systems efficient and usable

---

**227-0085-61L** **P&S: Erneuerbare Energien und Netto-Null-Emissions-Ziel in der Schweiz** ■ **W** **2 KP** **2P** **C. Franck, G. Hug**

*Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.*

**Kurzbeschreibung** Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.

Lernziel	<p>Das Thema Energie ist aktueller denn je: Klimawandel, Versorgungssicherheit, Benzinpreise, Winterstromlücke, Energiestrategie, ..... die Liste ist lang. Aber was können und sollten wir als Gesellschaft tun? Ist es richtig auf Elektroautos umzusteigen und wo kommt der benötigte Strom her? Wären Autos mit Wasserstoffantrieb nicht viel besser? Und wenn ja, als Verbrennungsmotor oder mit Brennstoffzelle? Wieviel Fläche kann und muss in der Schweiz mit Solarzellen bedeckt werden um genügend grünen Strom zu erzeugen wenn die AKWs abgeschaltet sind? Und sind diese auf den Hausdächern im Mittelland, oder über und neben den Autobahnen, oder in den Alpenregionen? Ist nicht das Risiko eine Blackouts grösser je mehr erneuerbare Energien wir nutzen? Und warum sollen Atomkraftwerke davor schützen? Oder betrifft das eher die Winterstromlücke? Die Liste der Fragen ist lang und deren Beantwortung vielschichtiger als man denkt.</p> <p>In diesem Kurs beschäftigen wir uns mit verschiedenen Themen zur Frage «Energiewende in der Schweiz». Sie bearbeiten in Gruppen jeweils ihr eigenes Projekt und beantworten eine selber gewählte Fragestellung. Sie werden dabei sowohl experimentieren als auch abschätzende Berechnungen durchführen.</p> <p>Zum Abschluss des P&amp;S fassen die einzelnen Gruppen die Erkenntnisse aus ihren theoretischen und experimentellen Untersuchungen zusammen und präsentieren diese in Form eines Posters.»</p>				
<b>227-0085-63L</b>	<b>P&amp;S: Enabling Smart and Low Power IoT Sensor Nodes ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4P</b>	
	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>  <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.</p>				
Lernziel	<p>Enabling smart and low-power IoT sensor nodes – Firmware programming, sensor acquisition and signal processing, digital interfaces, wireless connectivity (Bluetooth and WiFi) combined with an onboard Neural Network (NN) classifier.</p> <p>Microprocessors (MCU) are everywhere today, from ultra-low power wearable devices to robots and embedded systems for the industry. In general, combining an MCU with sensors, a wireless interface, and onboard signal processing is the foundation for most electronic devices. In this practical course, the students will have the opportunity to improve their C programming skills on an actual device, with several sensors (microphones, accelerometers, vibrometers, temperature, humidity), a dual Bluetooth-WiFi wireless interface, and an AI accelerator for onboard data analysis and processing.</p> <p>The kit used in this course is directly provided by STMicroelectronics and can be found here: <a href="https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-stwink1.html">https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-stwink1.html</a>. Combining theory (20%) and practical implementation (80%) should enable students to conduct high-level firmware programming for microcontrollers.</p> <p>After seven practical exercises and hands-on lessons, students will have the opportunity to propose and implement their own idea making use of the previously acquired knowledge and the supervisor's support.</p> <p>The primary programming language will be C. A basic knowledge of Python is suggested but optional.  The course will be taught in English.</p>				
<b>227-0085-64L</b>	<b>P&amp;S: Gibbs? Clifford! ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>T. Zambelli</b>
	<p><i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.</p>				
Lernziel	<p>Python, an interpreted, high-level programming language, has arguably become the de facto standard for exploratory, interactive, and computation-driven scientific research. Free and universally available, Python comes prepackaged with a wealth of general-purpose libraries, popularizing the notion that it comes with “batteries included.”</p> <p>Geometric Algebra, based on the algebra of multivectors introduced by Clifford in 1878 and applied to the mathematical description of physics by Hestenes a century later, is a revelation, like the sun making its way through the fog: the Gibb's cross product in R3 with its troubling sides is merged into the more general vector product (inner and outer product) so that e.g. the electromagnetic field in the Maxwell equations as well as the imaginary unit in quantum mechanics suddenly acquire another (and hopefully more limpid) meaning.</p> <p>Objective of this practical course is to introduce the students to the power of Python by making them discover geometric algebra. Each of the seven sessions begins with an introduction about a geometric algebra aspect followed by corresponding exercises in Python.</p> <p>Students are thus expected to bring their own laptop for the activity with Python!</p>				
<b>227-0085-65L</b>	<b>P&amp;S: Image-guided digital twinning of cardiac anatomy and function ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>S. Kozerke</b>
	<p><i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.</p>				

Lernziel Digital twins are in-silico replica of physiological systems modelling anatomy and/or function. They are increasingly being used for data augmentation of partial data, biomarkers calculation and evaluation of multiple functional conditions [1,2]. This course will provide hands-on experience on the generation of digital twins for cardiac applications. It will cover an introduction of basics concepts of cardiac biomechanics, numerical modelling and physics-informed neural networks [2,3]. In the practical part, the students will apply these concepts for the generation of a cardiac digital twin from Magnetic Resonance Imaging data. These models will be used to extract clinical indices (ejection fraction, strains, myocardial mass) and simulate physiological and pathological function.

Learning objectives:

Upon completion of the course students are able to:

- understand physiological basis of cardiac mechanics and function and the clinical indices associated with its assessment
- understand the basics of neural networks and physics-informed neural networks
- build anatomical digital twins of cardiac anatomy from patient-specific magnetic resonance images
- personalize cardiac functional twins using physics-informed neural networks

References

- [1] Joyce, T., Buoso, S., Stoeck, C. and Kozerke, S. Rapid inference of personalised left-ventricular meshes by deformation-based differentiable mesh voxelization, *Medical Image Analysis*, 79, 102445 (2022), doi.  
 [2] Buoso, S., Joyce, T., and Kozerke, S. Personalising left-ventricular biophysical models of the heart using parametric physics-informed neural networks. *Medical Image Analysis* 71,102066 (2021). doi  
 [3] Buoso, S., Joyce, T., Schulthess, N. and Kozerke, S. MRXCAT2.0: Synthesis of realistic numerical phantoms by combining left-ventricular shape learning, biophysical simulations and tissue texture generation. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 25, 25 (2023). doi.

<b>227-0085-66L</b>	<b>P&amp;S: Coding Algorithms for a Scavenger Hunt ■</b> <i>Die Lerneinheit kann nur einmal belegt werden. Eine wiederholte Belegung in einem späteren Semester ist nicht anrechenbar.</i>	<b>W</b>	<b>0.5 KP</b>	<b>1P</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	Der Bereich Praktika, Projekte, Seminare umfasst Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten zum Erwerb von praktischen Kenntnissen und Fertigkeiten. Ausserdem soll selbstständiges Experimentieren und Gestalten gefördert, exploratives Lernen ermöglicht und die Methodik von Projektarbeiten vermittelt werden.				
Lernziel	This P&S provides insights into various topics and challenges in the form of a scavenger hunt. In a practical and interactive session, students solve challenging tasks by coming up with innovative approaches and algorithms. This will require them to think outside the box, to implement and test ideas in Python code, and to learn how to use technical tools for rapid development.				
Inhalt	To expose students to novel challenges that require both problem solving and technical expertise to solve the task in a practical way. The main objective of the course is to train students in problem solving and to introduce them to finding and applying appropriate technical tools to solve challenges efficiently. Students learn about various topics such as cryptography, game theory, algorithm design, and Python coding. After attending this course, students will be better equipped to tackle unfamiliar problems - gaining the necessary background and applying the right technical expertise to solve such problems in practice.				
Skript	Python Notebooks will be distributed to students before every session.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should be able to write python code. Attending the Computational Thinking lecture is enough.				

### ►► Gruppenarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0091-10L</b>	<b>Gruppenarbeit I</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Studierenden arbeiten in Gruppen an betreuten Projekten, im Umfang von 150 bis 180 Stunden. Die Themen der Gruppenarbeit sind frei wählbar und können sowohl rein technischer als auch genereller Natur im Rahmen des Ingenieurwesens sein.				
Lernziel	siehe oben				
<b>227-0092-10L</b>	<b>Gruppenarbeit II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Studierenden arbeiten in Gruppen an betreuten Projekten, im Umfang von 150 bis 180 Stunden. Die Themen der Gruppenarbeit sind frei wählbar und können sowohl rein technischer als auch genereller Natur im Rahmen des Ingenieurwesens sein.				
Lernziel	siehe oben				

### ►► Industriepraktikum

*Das Industriepraktikum kann nur im Bachelorstudium nach Reglement 2016 belegt werden. Nach Reglement 2018 kann ein Industriepraktikum auf Masterstufe absolviert werden.*

*Bitte beachten Sie die Bedingungen zum Industriepraktikum in den "Richtlinien für die Kategorie Projekte, Praktika, Seminare" ([https://www.ee.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/itet/department/Studies/Bachelor/Regulations/Richtlinien\\_Praktika-Projekte-Seminare\\_v5\\_final.pdf](https://www.ee.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/itet/department/Studies/Bachelor/Regulations/Richtlinien_Praktika-Projekte-Seminare_v5_final.pdf)).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0093-10L</b>	<b>Industriepraktikum ■</b> <i>Nur für Studierende im Bachelorstudienreglement 2016. Für Studierende im Bachelorstudienreglement 2018, siehe "227-1550-10L Internship in Industry" auf Masterstufe.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Es ist das Ziel der 12-wöchigen Praxis (Vollzeit), Bachelor-Studierenden die industriellen Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				
Lernziel	siehe oben				
Voraussetzungen / Besonderes	Bitte beachten Sie die Bedingungen zum Industriepraktikum in den "Richtlinien für die Kategorie Projekte, Praktika, Seminare" ( <a href="https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/itet/department/Studies/Bachelor/Regulations/Richtlinien_Praktika-Projekte-Seminare_v5_final.pdf">https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/itet/department/Studies/Bachelor/Regulations/Richtlinien_Praktika-Projekte-Seminare_v5_final.pdf</a> ).				

### ►► Weitere Angebote

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0651-00L</b>	<b>Applied Circuit and PCB-Design</b> <i>Although not strictly mandatory, attendance is of high</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Blanco Fontao</b>

importance and will be considered as part of the evaluation criteria. Students not willing to attend regularly to the lectures are not encouraged to register to it.

The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the course, will fail to get the credits.

Kurzbeschreibung	Teilnehmer lernen eine vorgegebene elektronische Schaltung zu entwickeln und die zugehörige Leiterplatte zu entwerfen. Als CAE/CAD Werkzeuge für Design und Simulation gelangt Altium Designer zur Anwendung.		
Lernziel	Das Lernziel besteht darin, sich anhand eines bescheidenen aber vollständig durchzuarbeitenden Beispiels mit den praktischen Aspekten des Entwurfs von elektronischen Schaltungen und Leiterplatten vertraut machen. Dazu gehören das Verstehen von Pflichtenheft und Spezifikationen, die Evaluation von Komponenten, Testbarkeit und effiziente Fehlersuche bei Prototypen, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), die Verwendung industrieller CAE/CAD Werkzeuge für Schaltungssimulation und PCB Konstruktion, die Erstellung von Fertigungsdaten für den Leiterplatten-Hersteller generieren, das Bestücken von Leiterplatten, das Testen und die Inbetriebnahme.		
Inhalt	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung - von der Idee zum fertigen Produkt</li> <li>- Arbeit mit Lasten- und Pflichtenheft</li>   <li>- Komponenten via Internet effizient suchen</li> <li>- Fehler bei der Komponentenwahl vermeiden</li>   <li>- Die Altium Designer Umgebung einrichten</li>   <li>- Aufbau von Bauteilebibliotheken</li> <li>- Aufbau eines Schema-Symbols für CAE</li> <li>- Aufbau eines Board-Symbols für CAD</li> <li>- Verknüpfung von Bauteilebibliotheken mit Datenbanken</li>   <li>- Einfuehrung in Altium Vault und Supply Chain Management.</li>   <li>- Aufbau von Schema und Schaltung</li> <li>- Umsetzung schematischer Funktion in physikalische Bauelemente</li> <li>- Eingabe einer Schaltung nach Vorlage</li> <li>- Hinweise und Tipps zur Testbarkeit und Fehlersuche</li>   <li>- Prüfen der Schemadaten</li> <li>- Simulation von Mixed Signal Schaltungen mit Spice</li>   <li>- Einführung in die Leiterplattenherstellung</li> <li>- Umsetzen der Schemadaten in ein brauchbares Layout mit Altium Designer</li>   <li>- Plazieren der Bauelemente auf der Leiterplatte</li> <li>- Manuelles und automatisches Verlegen der Leiterbahnen</li> <li>- EMV- und High-Speed-gerechtes Design von Leiterplattenschaltungen</li>   <li>- Erstellen der Fertigungsdaten für den Leiterplattenhersteller</li> <li>- Dokumentation für die Baugruppenfertigung</li> <li>- Baugruppenfertigung (Bestücken und Lötén)</li> <li>- Prüfen und Inbetriebnahme der Schaltung</li> </ul>		
Literatur	Alle notwendigen Unterlagen stehen als elektronische Dokumente zur Verfügung (PDF).		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>- Der Kurs wird allen Studenten empfohlen, welche beabsichtigen in einer Semester- oder Diplomarbeit eine Schaltung zu entwickeln oder eine Leiterplatte zu konstruieren. Damit sie optimal vorbereitet sind und sich ganz auf die eigentliche Projektarbeit konzentrieren können, ist es vorteilhaft den Kurs ein Semester zuvor zu belegen.</p> <p>- Die Anzahl Teilnehmer ist begrenzt.</p> <p>- Für Studenten und Mitarbeiter des Departements Informationstechnologie und Elektrotechnik trägt das Departement die Materialkosten. Andere Teilnehmer müssen diese Kosten im Wert von 200 CHF selber tragen.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert

<b>227-0085-59L</b>	<b>Hands-On Deep Learning</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	The lab introduces deep learning through the PyTorch framework in a series of hands-on exercises. You will learn about various network structures as building blocks and how to use them to solve introductory examples and course challenges. After attending the course, you will be familiar with multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, transformer encoders,				
Lernziel	The objective of this course is to expose students to both common and cutting-edge neural architectures and to build intuition about their inner working by the means of examples. Students learn about various network structures as building blocks and use them to solve worked examples and course challenges. After attending this course, students will be familiar with multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, transformer encoders, graph convolutional/isomorphism/attention networks, and autoencoders. After attending this course, students will be familiar with multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, transformer encoders, graph convolutional/isomorphism/attention networks, and autoencoders.				
Skript	Python Notebooks will be distributed to students before every session.				

► **Wahlfächer**

*Dies ist nur eine kleine Auswahl. Als Wahlfächer können aber auch weitere Fächer aus dem Angebot der ETH belegt werden, siehe dazu die "Richtlinien zu Projekten, Praktika, Seminare", [https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/itet/department/Studies/Bachelor/Regulations/Richtlinien\\_Praktika-Projekte-Seminare\\_final\\_v6.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/itet/department/Studies/Bachelor/Regulations/Richtlinien_Praktika-Projekte-Seminare_final_v6.pdf).*

►► **Wirtschafts-, Rechts und Managementwissenschaftliche Wahlfächer**



## ►► Ingenieurwissenschaftliche Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>Auch weitere Kernfächer des 3. Studienjahres sind als Wahlfach anrechenbar.</i>				
<b>101-0531-00L</b>	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>7.5P</b>	<b>C. De Wolf</b>
	<p><i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Enroll before 09.02.2024</i></li> <li><i>2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024</i></li> <li><i>3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents</i></li> </ol> <p><i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i></p>				
Kurzbeschreibung	The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.				
Lernziel	<p>By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures.</li> <li>2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.)</li> <li>3. Communicate the importance and urgency of circular construction.</li> <li>4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).</li> </ol>				
Inhalt	<p>Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own.</li> <li>• They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design &amp; construction, and filmmaking is expected from the students.</li> <li>• They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.</li> </ul>				
Skript	<p>Language: English</p> <p>Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.</p>				
Literatur	<p>Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348</p> <p>De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link</p> <p>Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9.</p> <p>Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Interest in Digitalisation and Construction.</p> <p>Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <p>The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place.</p> <p>All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024.</li> <li>2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.</li> </ol> <p>Collaborators: Wick upcycling GmbH baubüro insitu ag</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>227-0123-00L</b>	<b>Mechatronik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>T. M. Gempp</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Mechatronik. Sensoren und Aktoren. Elektronische und hydraulische Leistungsstellglieder. Prozessdatenverarbeitung und Grundlagen der Echtzeitprogrammierung. Multitasking und Multiprocessing. Modelle mechatronischer Systeme. Geometrische, kinematische und dynamische Elemente. Mechanik von Mehrkörpersystemen, systemtheoretische Grundlagen. Mechatronik-Beispiele aus der Industrie.				
Lernziel	Einführung in die theoretischen Grundlagen und die Technik mechatronischer Einrichtungen. Theoretische und praktische Kenntnisse der grundlegenden Elemente eines mechatronischen Systems.				
Inhalt	Einführung in die Mechatronik. Sensoren und Aktoren. Elektronische und hydraulische Leistungsstellglieder. Prozessdatenverarbeitung und Grundlagen der Echtzeitprogrammierung. Multitasking und Multiprocessing. Modelle mechatronischer Systeme. Geometrische, kinematische und dynamische Elemente. Mechanik von Mehrkörpersystemen, systemtheoretische Grundlagen. Mechatronik-Beispiele aus der Industrie.				
Skript	Lehrbuch empfohlen. Ergänzende Vorlesungsdokumentation, Firmendokumentation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundwissen in Elektrotechnik und technischer Mechanik				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
Literatur	All written documents in English. H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				

Voraussetzungen / Besonderes	<p><b>Highlight:</b> Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p><b>Prerequisites:</b> "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p><b>Further details:</b> <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>
---------------------------------	---

<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
	<i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>				
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
Kurzbeschreibung	This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to variable speed motor drive systems consisting of: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electromechanical unit</li> <li>- Power electronic unit</li> <li>- Control unit</li> <li>- Measurement unit</li> </ul> </li> <li>2. Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cascaded control</li> <li>- U/f control</li> <li>- Slip control</li> <li>- Field-oriented control</li> </ul> </li> <li>3. Dynamic operation of electric machines <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamic modeling of electromechanical system</li> <li>- Controller types and design</li> <li>- Current/torque control</li> <li>- Speed control (Voltage control / Flux weakening)</li> </ul> </li> <li>4. Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltage source inverter systems</li> <li>- Basic operation and pulse width modulation</li> </ul> </li> <li>5. Basic design principles of variable speed motor drives systems</li> </ol>				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines				

<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				

Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on Quality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>252-3800-00L</b>	<b>Advanced Topics in Mixed Reality</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Holz, A. Wang</b>
Kurzbeschreibung	In the recent years, there have been major technological advances in commercial virtual and augmented reality systems. Those advancements lead to many open challenges in terms of perception and interaction as well as technical challenges. In this course, students present and discuss papers from relevant top-tier research venues to extract techniques and insights from MR research.				
Lernziel	The objective of the seminar is for participants to collectively learn about the state-of-the-art research in Mixed Reality (primarily augmented and virtual reality) and closely related areas. This includes the ability to concisely present results of pioneering as well as state-of-the-art research. Another objective is to collectively discuss open issues in the field and developing a feeling for what constitutes research questions and outcomes in the field of technical Human-Computer Interaction.				
Inhalt	The seminar format is as follows: attendees individually read one full-paper publication, working through its content in detail and possibly covering some of the background if necessary, and present the approach, methodology, research question and implementation as well as the evaluation and discussion in a 20–25 min talk in front of the others. Each presenter will then lead a short discussion about the paper, which is also guided by questions posed to the audience.				
Literatur	24 papers will be provided by the lecturer and distributed in the first seminar on a first-come, first-served basis according to participants' preferences. The lecturer will also give a brief run-down across all 24 papers in a fast-forward style, covering each paper in a single-minute presentation, and outline the difficulties of each project. The schedule is fixed throughout the term with easier papers being presented earlier and more comprehensive papers presented later in the term.				
Voraussetzungen / Besonderes	All students (including students on waiting list) are welcome in the first seminar to see the overview over the papers we will discuss. After assigning papers, the seminar will be limited to 24 attendees, i.e., only enrolled students can participate in the presentations and discussions.				
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>

Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking. Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.

<b>227-2211-00L</b>	<b>Seminar in Computer Architecture ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Sadrosadati, Y. Liang</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar course covers fundamental and cutting-edge research papers in computer architecture. It has multiple components that are aimed at improving students' (1) technical skills in computer architecture, (2) critical thinking and analysis abilities on computer architecture concepts, as well as (3) technical presentation of concepts and papers in both spoken and written forms.				
Lernziel	The main objective is to learn how to rigorously analyze and present papers and ideas on computer architecture. We will have rigorous presentation and discussion of selected papers during lectures and a written report delivered by each student at the end of the semester.  This course is for those interested in computer architecture. Registered students are expected to attend every meeting, participate in the discussion, and create a synthesis report at the end of the course.				
Inhalt	Topics will center around computer architecture. We will, for example, discuss papers on hardware security; accelerators for key applications like machine learning, graph processing and bioinformatics; memory systems; interconnects; processing in memory; various fundamental and emerging paradigms in computer architecture; hardware/software co-design and cooperation; fault tolerance; energy efficiency; heterogeneous and parallel systems; new execution models; predictable computing, etc.				
Skript	All materials will be posted on the course website: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/</a> Past course materials, including the synthesis report assignment, can be found in the Fall 2020 website for the course: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php</a>				
Literatur	Key papers and articles, on both fundamentals and cutting-edge topics in computer architecture will be provided and discussed. These will be posted on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Digital Design and Computer Architecture OR Digital Circuits / Computer Engineering  Students should (1) have done very well in Digital Design and Computer Architecture, Digital Circuits or a similar course and (2) show a genuine interest in Computer Architecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.  In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ►► Mensch-Technik-Umwelt Wahlfächer (MTU)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0228-00L</b>	<b>Management &amp; Sustainability of Air Transport</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Wild</b>
Kurzbeschreibung	Providing an overview in management, planning, processes and operations in air transport, the lecture shall enable students to operate and lead a unit within that industry. In addition, the modules provide a good understanding for other transport modes and are a sort of "Mini MBA" (topics see below). Ideally, students complete first "Basics of Air Transport" yet there is no requirement for it.				
Lernziel	After completion of the course, they shall be familiar with tasks, processes and interactions and have the ability to understand implications of developments in the airlines industry and its environment. This shall enable them to work within the air transport industry.				
Inhalt	Overall concept: This lecture builds on the content of lecture "Basics of Air Transport" (151-0227-00L) and provides deeper insights into the airline industry and management practises. The lecture is taught by several different experts from Lufthansa, SWISS, and Federal Office of Civil Aviation.				
	Weekly: 1h independent preparation; 2h lectures and 1 h exercises with an expert in the respective field				
	Content: Strategy, Alliances & Joint Ventures, Negotiations with Stakeholder, Environmental Protection, Safety & Risk Management, Airline Economics, Network Management, Revenue Management & Pricing, Sales & Distribution, Airline Marketing, Scheduling & Slot Management, Fleet Management & Leasing, Continuing Airworthiness Management, Supply Chain Management, Operational Steering.				
	Excursion: Depending on COVID 19, we plan an excursion to the freight terminals at Zurich Airport and visits at SWISS Dispatch, Network Operations Control and Dispo.				
Skript	No official lecture notes. Lecturers' slides will be made available				
Literatur	Literature will be provided by the lecturers respective there will be additional information upon registration				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>227-0812-00L</b>	<b>Ethics and AI: The Film</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Kirchschräger, A. C. Notz</b>
Kurzbeschreibung	In this collaborative seminar for ZHdK and ETH Students, we aim to bring together the creative vision and the technical expertise of both of Film and Information Technology and Electrical Engineering students to collaboratively craft a plot for a short film that explores the intricate ethical questions posed by the use of AI technologies.				
Lernziel	The aim of this seminar is to guide students through a structured process, from initial concept development to scriptwriting, ensuring that the film not only captivates its audience but also fosters deeper reflections on the ethical dimensions of AI. The students will be encouraged to use AI tools (LLM's, text to image programs, et al) for script writing and mood boards.				
Skript	Peter G. Kirchschräger (2023). Ethical Decision-Making. Baden-Baden: Nomos-Verlag.				
Literatur	Simon Blackburn (2021). Ethics: A Very Short Introduction, Oxford: Oxford University Press.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>363-1191-00L</b>	<b>#AI4Impact: Machine Learning for Social Impact</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Boateng</b>
Kurzbeschreibung	How can AI be leveraged to make real-world impact? This course will introduce students to the fundamentals of machine learning (ML) in a hands-on manner with a focus on applying them to address challenges that will impact people's lives in areas such as health, education, legal, and the UN Sustainable Development Goals more broadly.				
Lernziel	This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Students will learn machine learning concepts such as classification, regression, deep learning, natural language processing, and generative AI, and apply them to real-world datasets in hands-on labs. Furthermore, students will learn to work together in teams to develop ML systems that make real-world impact. After taking this course, students will be able to explore and preprocess data, engineer and select relevant features, train relevant ML models, and conduct thorough experiments to evaluate model performance using appropriate metrics. The hope is that learners will leave the course adequately equipped and inspired to use their newly acquired ML superpowers to make the world a much better place!				
Inhalt	<p>This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Programming experience in Python is a requirement. No prior experience with machine learning is required.</p> <p>The course is structured in lectures, hands-on coding exercises, assignments, and course projects.</p> <p><b>Lectures</b> In the lectures, the students will be introduced to the fundamentals of ML along with relevant applications. Various topics include algorithms for classification, regression, deep learning, natural language processing, generative AI, and ML pipelines consisting of data exploration and preprocessing, feature extraction and engineering, model training, and evaluation. Lectures will include in-class coding exercises and discussions. It will also feature guest lecturers (e.g., practitioners) who will give talks on ML systems that they have developed and deployed for impact.</p> <p><b>Assignments</b> Students will work individually to apply the ML concepts introduced in the lectures on provided datasets for impact. Emphasis will be placed on facilitating an intuitive and hands-on understanding of ML models and how to make them work on messy real-world datasets and contexts.</p> <p><b>Course Projects</b> The course project will put everything together and will be the key deliverable. Students will work collaboratively in teams to implement an ML system for social impact, write a paper on the work with the caliber to be accepted at an applied ML conference in the relevant domain, and present it. Students will be responsible for finding relevant datasets for use. We will explore collaborations with NGOs and companies to make available relevant datasets to use for the project.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	(1) Programming experience in Python (2) Passionate about making social impact with technology				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Wissenschaft im Kontext

## ►► Wissenschaft im Kontext

Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ITET

siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten

## ►► Sprachkurse

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

## ► Bachelor-Projekt

Die Bachelor-Arbeit bildet den Abschluss des Bachelorstudiengangs und sollte daher erst in dem Semester belegt werden, in dem das Bachelor-Diplom erworben wird.

Mindestvoraussetzung für die Belegung ist das erfolgreiche Bestehen von:

- Basisprüfung (Prüfungsblöcke A+B) und
- Grundlagenfächer des zweiten Studienjahres (Prüfungsblöcke 1-3)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0100-00L	<b>Bachelor-Arbeit ■</b> <i>Die Bachelor-Arbeit dauert 14 Wochen und bildet den Abschluss des Bachelorstudiengangs. Sie soll daher erst in dem Semester belegt werden, in dem das Bachelor-Diplom erworben wird.</i>  <i>Eine Belegung setzt voraus, dass folgende Fächer erfolgreich bestanden sind:</i> - Basisprüfung (Prüfungsblöcke A+B) - Grundlagenfächer des zweiten Studienjahres (Prüfungsblöcke 1-3)  <i>Die Arbeit muss von einem Professor oder einer Professorin des D-ITET (oder assoziiert) betreut werden, siehe <a href="https://ee.ethz.ch/de/studium/bachelorstudiengang/drittes-studienjahr/bachelor-projekt.html">https://ee.ethz.ch/de/studium/bachelorstudiengang/drittes-studienjahr/bachelor-projekt.html</a></i>	O	12 KP	26D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In der Bachelor-Arbeit sammeln die Studierenden unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technisch-wissenschaftlichen Problems. Sie nimmt etwa die Hälfte der Arbeitszeit während des letzten Semesters ein (ca. 300-400h). Die Arbeit wird benotet und umfasst neben einer mündlichen Präsentation einen schriftlichen Bericht.				
Lernziel	siehe oben				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Bachelor-Arbeit dauert 14 Wochen und bildet den Abschluss des Bachelorstudiengangs. Sie soll daher erst in dem Semester belegt werden, in dem das Bachelor-Diplom erworben wird.  Eine Belegung setzt voraus, dass folgende Fächer erfolgreich bestanden sind: - Basisprüfung (Prüfungsblöcke A+B) - Grundlagenfächer des zweiten Studienjahres (Prüfungsblöcke 1-3)  Die Arbeit muss von einem Professor oder einer Professorin des D-ITET (oder assoziiert) betreut werden, siehe <a href="https://ee.ethz.ch/de/studium/bachelorstudiengang/drittes-studienjahr/bachelor-projekt.html">https://ee.ethz.ch/de/studium/bachelorstudiengang/drittes-studienjahr/bachelor-projekt.html</a>				
227-1101-00L	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	E-	0 KP		U. Koch
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.				
Lernziel	- You can write scientific texts using the correct structure - You can convincingly present scientific work - You can differentiate the scientific style from novels and news - You can adhere to citation rules and scientific integrity				
Inhalt	The block course cover the following topics: - Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary) - Structure of Scientific Presentations - Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables) - Citation Rules and Scientific Integrity				
Literatur	The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture. Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Medien und digitale Technologien Kommunikation Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert

### Elektrotechnik und Informationstechnologie Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	W	Wählbar für KP
Z	Zusatzangebot zum VLV	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Elektrotechnik und Informationstechnologie DZ

Weitere Informationen: <https://www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung/studienangebot-zulassung/didaktik-zertifikat.html>

## ► Erziehungswissenschaften

Das allgemeine Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0240-17L</b>	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Edelsbrunner</b>
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
<b>851-0240-25L</b>	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
<b>851-0242-06L</b>	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
<b>851-0242-07L</b>	<b>Menschliche Intelligenz</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>E. Stern</b>
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				

<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Findet in diesem Semester nicht statt. Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzesays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

## ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0858-00L</b>	<b>Fachdidaktik II für D-MAVT und D-ITET ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Q. Lohmeyer, R. Büchi</b>
Kurzbeschreibung	Die Fachdidaktik II behandelt die Möglichkeiten aktivierender Unterrichtselemente und diskutiert den didaktisch sinnvollen Einsatz neuer digitaler Technologien. Beide Themenschwerpunkte werden in Anwendungsbeispielen und Unterrichtsübungen vertieft.				
Lernziel	Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten, Lernende im Unterricht zu aktivieren. Sie können Fragen so stellen, dass die Lernenden zum Mitdenken und Mitarbeiten angeregt werden. Die Studierenden verstehen zudem wie Animationen und Simulationen eingesetzt werden, um den Aufbau von Konzeptverständnis zu unterstützen.				
Inhalt	- Didaktik und Digitalisierung - Animation und Simulation - Think-Pair-Share - Gruppenpuzzle - Fragetechnik - Unterricht als Praktikum				
Skript	Die Vorlesungsfolien werden auf Moodle bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung ist der erfolgreiche Abschluss der Fachdidaktik I.				
<b>227-0859-10L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Elektrotechnik und Informationstechnologie ■</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>R. Büchi</b>
Kurzbeschreibung	<i>Das Unterrichtspraktikum kann erst nach Abschluss aller anderen Lehrveranstaltungen des DZ absolviert werden. Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i> Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht.</li> <li>- Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln.</li> <li>- Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk.</li> <li>- Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen.</li> <li>- Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen.</li> <li>- Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.</li> </ul>
Inhalt	<p>Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen.</p> <p>Die Themen für die beiden Prüfungslektionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriums-basiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.</p>
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.

<b>227-0854-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Elektrotechnik und Informationstechnologie ■</b> <i>Voraussetzungen: erfolgreicher Abschluss von FD I und FD II</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>R. Büchi</b>
Kurzbeschreibung	Durch eine geeignete Aufgabenstellung werden in der mentorierten Arbeit theoretische Themen aus der didaktischen Ausbildung mit praxisrelevanten Aspekten verknüpft und das Ergebnis in schriftlicher Form präsentiert. Die Studierenden werden bei der Bearbeitung von erfahrenen Lehrpersonen betreut.				
Lernziel	Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> <li>- aufgrund von Modulbeschreibungen oder thematischen Vorgaben eine Unterrichtssequenz planen;</li> <li>- Inhalte, Schwerpunkte und Methoden sowie Leistungskontrollen basierend auf den Aspekten der didaktischen Analyse und der kompetenzorientierten Lernzielformulierung in einem wissenschaftlichen Bericht darlegen;</li> <li>- einen lernwirksamen Unterricht unter Einhaltung der spezifischen Vorgaben entwickeln.</li> </ul>				
Inhalt	Die Wahl des Themas und die Festlegung der Inhalte erfolgt in Absprache zwischen den Studierenden und dem Mentor bzw. der Mentorin. Mögliche Themen sind beispielsweise (nicht abschliessend): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung eines Semesterplanes für ein neues Fachhochschulmodul;</li> <li>- Überarbeitung von bestehenden Inhalten unter Berücksichtigung von technologischen oder methodischen Entwicklungen;</li> <li>- Konzipieren von eLearning Elementen für einen bestehenden Unterricht;</li> <li>- Erarbeitung einer Unterrichtseinheit mit besonderen Lernmethoden (z.B. projektorientiert, explorativ, Puzzle, ...).</li> </ul>				
Skript	Die mentorierte Arbeit basiert auf den vorgängigen Kursen und Lernmaterialien der didaktischen Ausbildung.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selbst (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Mentorierte Arbeit Fachdidaktik ist der erfolgreiche Abschluss von Fachdidaktik I (227-0857-00L) und Fachdidaktik II (227-0858-00L).				
	Die mentorierte Arbeit sollte vor Beginn des Unterrichtspraktikums (227-0859-10L) abgeschlossen werden.				

**Elektrotechnik und Informationstechnologie DZ - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Elektrotechnik und Informationstechnologie Master

## ► Master-Studium (Studienreglement 2018)

### ►► Vertiefung: Communication

The core courses and specialization courses below are a selection for students who wish to specialize in the area of "Communication", see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/areas-of-specialisation.html>.

The individual study plan is subject to the tutor's approval.

### ►►► Kernfächer

These core courses are particularly recommended for the field of "Communication". You may choose core courses from other fields in agreement with your tutor.

A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc EEIT.

### ►►►► Foundation Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0104-00L</b>	<b>Communication and Detection Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				
Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"><li>- Baseband representation of passband signals.</li><li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li><li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li><li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li><li>- Sampling passband signals.</li><li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li><li>- Nyquist Pulses.</li><li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li><li>- Hypothesis testing.</li><li>- The Bhattacharyya Bound.</li><li>- The multivariate Gaussian distribution</li><li>- Gaussian stochastic processes.</li><li>- Detection in white Gaussian noise.</li></ul>				
Skript	n/a				
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)				
<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to:				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"><li>- understand how the Internet works;</li><li>- build and operate Internet-like infrastructures;</li><li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.</li></ul> At the end of the course, the students will understand the fundamental concepts of communication networks and Internet-based communications. Specifically, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"><li>- understand how the Internet works;</li><li>- build and operate Internet-like network infrastructures;</li><li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).</li></ul> The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.				
Skript	For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Literatur	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross. No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.				
<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be taught. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, couplers (MMI-couplers,...), Holograms,...				
Inhalt	Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser				
Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert

### ▶▶▶▶ Advanced Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
Literatur	All written documents in English.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.</p> <p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				
<b>227-0418-00L</b>	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
Skript	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials. Lecture Notes (english)				
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				

Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.		
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.		
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds		
Skript	Available.		
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.		
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267		
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6		
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8		
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2		
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1		
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft

### ►►► Vertiefungsfächer

*These specialization courses are particularly recommended for the area of "Communication", but you are free to choose courses from any other field in agreement with your tutor.*

*A minimum of 40 credits must be obtained from specialization courses during the Master's Programme.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0111-00L</b>	<b>Communication Electronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>H. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Electronics for communications systems, with emphasis on realization. Low noise amplifiers, modulators and demodulators, transmit amplifiers and oscillators are discussed in the context of wireless communications. Wireless receiver, transmitter and frequency synthesizer will be described. Importance of and trade offs among sensitivity, linearity and selectivity are discussed extensively.				
Lernziel	Foundation course for understanding modern electronic circuits for communication applications. We learn how theoretical communications principles are reduced to practice using transistors, switches, inductors, capacitors and resistors. The harsh environment such communication electronics will be exposed to and the resulting requirements on the sensitivity, linearity and selectivity help explain the design trade offs encountered in every circuit block found in a modern transceiver.				
Inhalt	Accounting for more than two trillion dollars per year, communications is one of the most important drivers for advanced economies of our time. Wired networks have been a key enabler to the internet age and the proliferation of search engines, social networks and electronic commerce, whereas wireless communications, cellular networks in particular, have liberated people and increased productivity in developed and developing nations alike. Integrated circuits that make such communications devices light weight and affordable have played a key role in the proliferation of communications. This course introduces our students to the key components that realize the tangible products in electronic form. We begin with an introduction to wireless communications, and describe the harsh environment in which a transceiver has to work reliably. In this context we highlight the importance of sensitivity or low noise, linearity, selectivity, power consumption and cost, that are all vital to a competitive device in such applications. We shall review bipolar and MOS devices from a designer's perspectives, before discussing basic amplifier structures - common emitter/source, common base/gate configurations, their noise performance and linearity, impedance matching, and many other things one needs to know about a low noise amplifier. We will discuss modulation, and the mixer that enables its implementation. Noise and linearity form an inseparable part of the discussion of its design, but we also introduce the concept of quadrature demodulator, image rejection, and the effects of mismatch on performance. When mixers are used as a modulator the signals they receive are usually large and the natural linearity of transistors becomes insufficient. The concept of feedback will be introduced and its function as an improver of linearity studied in detail. Amplifiers in the transmit path are necessary to boost the power level before the signal leaves an integrated circuit to drive an even more powerful amplifier (PA) off chip. Linearized pre-amplifiers will be studied as part of the transmitter. A crucial part of a mobile transceiver terminal is the generation of local oscillator signals at the desired frequencies that are required for modulation and demodulation. Oscillators will be studied, starting from stability criteria of an electronic system, then leading to criteria for controlled instability or oscillation. Oscillator design will be discussed in detail, including that of crystal controlled oscillators which provide accurate time base. An introduction to phase-locked loops will be made, illustrating how it links a variable frequency oscillator to a very stable fixed frequency crystal oscillator, and how phase detector, charge pump and programmable dividers all serve to realize an agile frequency synthesizer that is very stable in each frequency synthesized.				

Skript Script is available online under <https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/>  
 Voraussetzungen / Besonderes The course Analog Integrated Circuits is recommended as preparation for this course.

<b>227-0112-00L</b>	<b>High-Speed Signal Propagation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Bolognesi, T. Popovic</b>
Kurzbeschreibung	Understanding of high-speed signal propagation in microwave cables and integrated circuits and printed circuit boards.				
	As clock frequencies rise in the GHz domain, there is a need grasp signal propagation to maintain good signal integrity in the face of symbol interference and cross-talk.				
Lernziel	The course is of high value to all interested in high-speed analog (RF, microwave) or digital systems.				
	Understanding of high-speed signal propagation in interconnects, microwave cables and integrated transmission lines such as microwave integrated circuits and/or printed circuit boards.				
	As system clock frequencies continuously rise in the GHz domain, a need urgently develops to understand high-speed signal propagation in order to maintain good signal integrity in the face of phenomena such as inter-symbol interference (ISI) and cross-talk.				
	Concepts such as Scattering parameters (or S-parameters) are key to the characterization of networks over wide bandwidths. At high frequencies, all structures effectively become "transmission lines." Unless care is taken, it is highly probable that one ends-up with a bad transmission line that causes the designed system to malfunction.				
	Filters will also be considered because it turns out that some of the problems associated by lossy transmission channels (lines, cables, etc) can be corrected by adequate filtering in a process called "equalization."				
Inhalt	Transmission line equations of the lossless and lossy TEM-transmission line. Introduction of current and voltage waves. Representation of reflections in the time and frequency domain. Application of the Smith chart. Behavior of low-loss transmission lines. Attenuation and impulse distortion due to skin effect. Transmission line equivalent circuits. Group delay and signal dispersion. Coupled transmission lines. Scattering parameters.				
	Butterworth-, Chebychev- and Bessel filter approximations: filter synthesis from low-pass filter prototypes.				
Skript	Skript: Leitungen und Filter (DE) Lecture notes in English Exercise slides and problems in English				
Literatur	David M. Pozar, Microwave Engineering				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>227-0128-00L</b>	<b>Synthesis of Digital Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Josipovic</b>
Kurzbeschreibung	This course covers theoretical and practical aspects of hardware compilation and synthesis. It provides a comprehensive view into the design flow of digital circuits and presents algorithms, tools, and methods to generate digital circuits from high-level descriptions. It discusses recent advancements and current challenges of high-level synthesis (HLS) for FPGAs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide students with an in-depth understanding of the hardware design process and hardware compilation techniques. The students will learn how to differentiate software and hardware design models. They will be able to apply high-level synthesis (HLS) concepts to design hardware from software specifications. They will be able to contrast various HLS methods, assess the area-performance tradeoffs of different HLS solutions, and identify challenges and limitations of current FPGA-oriented HLS approaches.				
Inhalt	The course will cover the following topics: - Hardware design flow and introduction to high-level synthesis (HLS) - Static code analysis and optimization - Classic HLS algorithms for scheduling (e.g., ASAP, ALAP, List scheduling) - Classic HLS algorithms for sharing and binding (e.g., Left-edge algorithm) - Pipelining and SDC modulo scheduling - Polyhedral code analysis and optimization - Applications of HLS for FPGAs - Challenges of modern HLS for FPGAs - Recent HLS advancements and alternative HLS approaches The course will be divided into two main blocks. The first block will consist of classical lectures, accompanied by exercises. The second block will interleave lectures with: (1) practical work that will introduce students to a standard HLS flow for FPGAs and (2) student presentations of recent research topics on HLS and FPGA design.				
Skript	Lecture notes will be provided on the course website.				
Literatur	Literature will be provided on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course requires a basic understanding of digital circuit design and computer architecture. A background in FPGA design is not required.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
	Kreatives Denken	gefördert	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>227-0148-00L</b>	<b>VLSI 4: Practical VLSI: Measurement and Testing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	In this revamped course, we will concentrate on practical aspects of modern integrated circuit testing with an emphasis on hands-on-experience on an IC tester. This will help students to better understand several aspects that have been highlighted in previous VLSI lecture series and allow them to test their own ICs designed during prior semester/bachelor theses.				
Lernziel	In this course, students will: - Get hands-on experience working in a modern IC Test laboratory and learn the steps needed to bring-up, characterize and test digital integrated circuits. - Develop problem solving skills and get experience in approaching issues that involve many different engineering steps. - Gather first hand experience how Design-For-Test (DFT) methodologies help for IC Design, and understand the trade-offs between performance and testability. - Learn about challenges of IC Manufacturing process, and what kind of failures can be encountered, and get a deeper understanding of IC Design process - For students that have worked on a prior bachelor/semester thesis on an IC design project, allow them to test their own IC.				
Inhalt	If you want to earn money by selling ICs, you will have to deliver a product that will function properly with a very large probability. This lecture will be discussing how this can be achieved.  The main point of emphasis will be hands-on-exercises on a state-of-the-art automated test equipment (Advantest SoC V93000) where students will work in groups of two (or maximum three). Students will be able to schedule their exercises so that it fits their individual schedule.  There will also be concentrated classroom lectures that will convey the necessary information that students will need for the exercises which will cover aspects of - Economics of testing - CMOS manufacturing and fault models, stuck at faults - Automated Test Equipment - Measuring timing and power - Testing of memories - Built in Self-Test (BIST)  There will be 10 lectures (some weeks will be lecture free, exact schedule to be communicated) and 8 exercises. The final exercise will involve individual work where students test an IC with the knowledge they gained from previous exercises. Students that complete this exercise and present a test report (4-10 pages) will pass the course.  Please note that the exercises in this class are involved and will require you to make preparations in advance. Expect to spend at least 4 hours of your own time for exercise preparations, and expect at least three individual half day sessions for the final exercise where you test the IC to qualify for a passing grade. It will be possible to finish the exercises until the end of July.				
Skript	The following book will accompany students during the lecture: "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits" by Michael L. Bushnell and Vishwani D. Agrawal, Springer, 2004. This book is available online within ETH through <a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406">http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406</a>				
Literatur	Course website: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	VLSI4 is meant for students interested in digital IC Design and especially for students that are planning or have already done a bachelor/semester thesis on IC Design.  Although not strictly necessary, VLSI2 would be quite helpful for students visiting this lecture, VLSI2 and VLSI4 can be visited at the same time.  Other lectures of the VLSI series (VLSI1, VLSI3) are not needed to follow VLSI4.  Course website for up to date information: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>				

<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	<i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i> The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				

Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: - hidden-Markov models - factor graphs and message passing algorithms - linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares - Gibbs sampling, particle filter - recursive local polynomial fitting for signal analysis - parameter learning by expectation maximization - linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps - binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.				
	We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.				
	H. Bölcskei and A. Bandeira				
<b>227-0438-00L</b>	<b>Wireless Communications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Studer</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the fundamentals of wireless communication as well as state-of-the-art technologies used in modern wireless systems. The main topics are wireless channels, data detection, multi-antenna and multi-user communication, information theory of wireless systems, and emerging technologies. The exercises cover theoretical aspects as well as modeling of wireless systems using MATLAB.				
Lernziel	After attending the lectures, participating in the exercise sessions, and working on the homework problems (which include MATLAB coding assignments), the students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the key principles and trade-offs of modern wireless system design</li> <li>• analyze wireless channels and existing wireless communication systems</li> <li>• apply the fundamental principles to design new wireless communication systems</li> <li>• create software-based simulation frameworks to model complex wireless systems</li> </ul>				

Inhalt	<p>This course focuses on the fundamentals of modern wireless communication systems. The course begins with the basics of wireless channels and discusses the main building blocks of modern wireless transceivers. The topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wireless channels, multi-path propagation, and de/modulation</li> <li>• Geometrical and statistical channel models</li> <li>• Delay spread and coherence bandwidth; Doppler spread and coherence time</li> <li>• Diversity techniques (time, frequency, space, and multi-user) and space-time coding</li> <li>• Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)</li> <li>• Multi-antenna and multiple-input multiple-output (MIMO) technologies</li> <li>• MIMO data detection and beamforming</li> <li>• Multi-user (MU) communication</li> <li>• Basic information theory for wireless channels</li> <li>• Basic forward error correction schemes</li> <li>• Emerging topics: millimeter-wave communication and massive MU-MIMO</li> </ul> <p>The exercises cover theoretical aspects as well as the basics of software-based communication-system-modeling in MATLAB and Monte-Carlo simulation techniques.</p>		
Skript	Lecture notes are written in English and will be provided at the beginning of semester.		
Literatur	<p>A set of handouts covering digital communication basics and mathematical preliminaries will be available on Moodle. For further reading, we recommend the following books:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Tse and P. Viswanath, "Fundamentals of Wireless Communication," Cambridge University Press, 2005</li> <li>• J. G. Proakis and M. Salehi, "Digital Communications," McGraw-Hill, 2008, 5th Ed.</li> <li>• T. M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of Information Theory," Wiley, 1991</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This class will be taught in English. The oral exam will be in English. The oral exam will include questions on the topics covered in all the lectures, supplementary reading material, and exercises.</p> <p>The prerequisites for this course are basic knowledge of digital communications, random processes, and detection theory.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert geprüft

<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Inhalt	<p>The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.</p> <p>PART I:</p> <p>- INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology</p> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation</p> <p>- APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</p> <p>PART 2:</p> <p>- PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</p>				
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.				
Literatur	<p>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009</p> <p>- Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required.</p> <p>Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.</p>				

<b>227-0478-00L</b>	<b>Acoustics II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Pieren</b>
Kurzbeschreibung	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Lernziel	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Inhalt	Electrical, mechanical and acoustical analogies. Transducers, microphones and loudspeakers, sound recording, sound reproduction, digital audio and auralization.				
Skript	available				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert

<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
---------------------	------------------------------------	----------	-------------	-----------------	----------------------

	<i>Takes place for the last time!</i>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.
Inhalt	- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing. <p>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</p> <p>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</p> <p>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</p>
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001. <p>L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.

### ►► Vertiefung: Computers and Networks

The core courses and specialization courses below are a selection for students who wish to specialize in the area of "Computers and Networks", see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/areas-of-specialisation.html>.

The individual study plan is subject to the tutor's approval.

### ►►► Kernfächer

These core courses are particularly recommended for the field of "Computers and Networks". You may choose core courses from other fields in agreement with your tutor.

A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc EEIT.

### ►►►► Foundation Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0104-00L</b>	<b>Communication and Detection Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				
Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseband representation of passband signals.</li> <li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li> <li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li> <li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li> <li>- Sampling passband signals.</li> <li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li> <li>- Nyquist Pulses.</li> <li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li> <li>- Hypothesis testing.</li> <li>- The Bhattacharyya Bound.</li> <li>- The multivariate Gaussian distribution</li> <li>- Gaussian stochastic processes.</li> <li>- Detection in white Gaussian noise.</li> </ul>				
Skript	n/a				
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)				
<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.</li> </ul>				
Lernziel	At the end of the course, the students will understand the fundamental concepts of communication networks and Internet-based communications. Specifically, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like network infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).</li> </ul> <p>The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.</p> <p>For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a></p>				
Skript	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Literatur	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross.				

Voraussetzungen / Besonderes No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.

### ▶▶▶▶ Advanced Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Skript	Available.				
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.				
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267				
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6				
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8				
	Dissemination of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2				
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1				
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	

### ▶▶▶ Vertiefungsfächer

*These specialization courses are particularly recommended for the area of "Computers and Networks", but you are free to choose courses from any other field in agreement with your tutor.*

*A minimum of 40 credits must be obtained from specialization courses during the Master's Programme.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0559-00L</b>	<b>Seminar in Deep Neural Networks</b> <i>Number of participants limited to 25.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar participating students present and discuss recent research papers in the area of deep neural networks.				
Lernziel	We aim at giving the students an in depth view on the current advances in the area by discussing recent papers as well as discussing current issues and difficulties surrounding deep neural networks. The students will learn to read, evaluate and challenge research papers, prepare coherent scientific presentations and lead a discussion on their topic.				

Inhalt	The seminar will cover a range of research directions, with a focus on Graph Neural Networks, Algorithmic Learning, Reinforcement Learning and Natural Language Processing. It will be structured in blocks with each focus area being briefly introduced before presenting and discussing recent research papers. Papers will be allocated to the students based on their preferences.			
	For more information see <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .			
Skript	Slides of presentations will be made available.			
Literatur	The paper selection can be found on <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .			
Voraussetzungen / Besonderes	It is expected that students have prior knowledge and interest in machine and deep learning, for instance by having attended appropriate courses.			
<b>227-0559-10L</b>	<b>Seminar in Sustainable Networking</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b> <b>L. Vanbever, R. Jacob</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, students review, present, and discuss recent research papers on computer networks, with a focus on sustainable networking.			
Lernziel	By the end of the seminar, students will be able to			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Read efficiently and assess critically scientific papers;</li> <li>2. Discuss technical topics with an audience of peers;</li> <li>3. Discuss the challenges of sustainable computing and networking.</li> </ol>			
Inhalt	<b>**The seminar will only start on the semester week 2 (Thurs. 29.02)**</b>			
	The seminar will start with one introductory session. From the third week, participating students will start reviewing, presenting, and discussing research papers. Two papers will be discussed every two weeks. Each student must choose a paper from a given list, prepare and give a (short) presentation on the paper's topic, and lead the follow-up discussion. In addition, all students submit one (short) review for the two papers presented every week in class.			
	Students will be evaluated based on their reviews, their presentation, and their leadership of and participation in the paper discussions.			
	The exact course content varies over time. For details, refers to the course website: <a href="https://seminar-net.ethz.ch/">https://seminar-net.ethz.ch/</a>			
Literatur	The paper selection will be made available on the course website.			
Voraussetzungen / Besonderes	Communication Networks (227-0120-00L) or equivalents.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b> <b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.			
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.			
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).			
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.			
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.			
	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b> <b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.			
	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.			

Lernziel	The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.		
	<p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>		
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p>		
Skript	<p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>  Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.</p>		
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		

---

<b>227-2211-00L</b>	<b>Seminar in Computer Architecture ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Sadrosadati, Y. Liang</b>
Kurzbeschreibung	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i> This seminar course covers fundamental and cutting-edge research papers in computer architecture. It has multiple components that are aimed at improving students' (1) technical skills in computer architecture, (2) critical thinking and analysis abilities on computer architecture concepts, as well as (3) technical presentation of concepts and papers in both spoken and written forms.				
Lernziel	The main objective is to learn how to rigorously analyze and present papers and ideas on computer architecture. We will have rigorous presentation and discussion of selected papers during lectures and a written report delivered by each student at the end of the semester.				
	This course is for those interested in computer architecture. Registered students are expected to attend every meeting, participate in the discussion, and create a synthesis report at the end of the course.				

Inhalt	Topics will center around computer architecture. We will, for example, discuss papers on hardware security; accelerators for key applications like machine learning, graph processing and bioinformatics; memory systems; interconnects; processing in memory; various fundamental and emerging paradigms in computer architecture; hardware/software co-design and cooperation; fault tolerance; energy efficiency; heterogeneous and parallel systems; new execution models; predictable computing, etc.		
Skript	All materials will be posted on the course website: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/</a> Past course materials, including the synthesis report assignment, can be found in the Fall 2020 website for the course: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php</a>		
Literatur	Key papers and articles, on both fundamentals and cutting-edge topics in computer architecture will be provided and discussed. These will be posted on the course website.		
Voraussetzungen / Besonderes	Digital Design and Computer Architecture OR Digital Circuits / Computer Engineering		
	Students should (1) have done very well in Digital Design and Computer Architecture, Digital Circuits or a similar course and (2) show a genuine interest in Computer Architecture.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

### ►► Vertiefung: Electronics and Photonics

The core courses and specialization courses below are a selection for students who wish to specialize in the area of "Electronics and Photonics", see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/areas-of-specialisation.html>.

The individual study plan is subject to the tutor's approval.

### ►►► Kernfächer

These core courses are particularly recommended for the field of "Electronics and Photonics".  
You may choose core courses from other fields in agreement with your tutor.

A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc EEIT.

### ►►►► Foundation Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0111-00L	<b>Communication Electronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>H. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Electronics for communications systems, with emphasis on realization. Low noise amplifiers, modulators and demodulators, transmit amplifiers and oscillators are discussed in the context of wireless communications. Wireless receiver, transmitter and frequency synthesizer will be described. Importance of and trade offs among sensitivity, linearity and selectivity are discussed extensively.				
Lernziel	Foundation course for understanding modern electronic circuits for communication applications. We learn how theoretical communications principles are reduced to practice using transistors, switches, inductors, capacitors and resistors. The harsh environment such communication electronics will be exposed to and the resulting requirements on the sensitivity, linearity and selectivity help explain the design trade offs encountered in every circuit block found in a modern transceiver.				
Inhalt	Accounting for more than two trillion dollars per year, communications is one of the most important drivers for advanced economies of our time. Wired networks have been a key enabler to the internet age and the proliferation of search engines, social networks and electronic commerce, whereas wireless communications, cellular networks in particular, have liberated people and increased productivity in developed and developing nations alike. Integrated circuits that make such communications devices light weight and affordable have played a key role in the proliferation of communications. This course introduces our students to the key components that realize the tangible products in electronic form. We begin with an introduction to wireless communications, and describe the harsh environment in which a transceiver has to work reliably. In this context we highlight the importance of sensitivity or low noise, linearity, selectivity, power consumption and cost, that are all vital to a competitive device in such applications. We shall review bipolar and MOS devices from a designer's perspectives, before discussing basic amplifier structures - common emitter/source, common base/gate configurations, their noise performance and linearity, impedance matching, and many other things one needs to know about a low noise amplifier. We will discuss modulation, and the mixer that enables its implementation. Noise and linearity form an inseparable part of the discussion of its design, but we also introduce the concept of quadrature demodulator, image rejection, and the effects of mismatch on performance. When mixers are used as a modulator the signals they receive are usually large and the natural linearity of transistors becomes insufficient. The concept of feedback will be introduced and its function as an improver of linearity studied in detail. Amplifiers in the transmit path are necessary to boost the power level before the signal leaves an integrated circuit to drive an even more powerful amplifier (PA) off chip. Linearized pre-amplifiers will be studied as part of the transmitter. A crucial part of a mobile transceiver terminal is the generation of local oscillator signals at the desired frequencies that are required for modulation and demodulation. Oscillators will be studied, starting from stability criteria of an electronic system, then leading to criteria for controlled instability or oscillation. Oscillator design will be discussed in detail, including that of crystal controlled oscillators which provide accurate time base. An introduction to phase-locked loops will be made, illustrating how it links a variable frequency oscillator to a very stable fixed frequency crystal oscillator, and how phase detector, charge pump and programmable dividers all serve to realize an agile frequency synthesizer that is very stable in each frequency synthesized.				
Skript	Script is available online under <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course Analog Integrated Circuits is recommended as preparation for this course.				
227-0112-00L	<b>High-Speed Signal Propagation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Bolognesi, T. Popovic</b>



Kurzbeschreibung	Understanding of high-speed signal propagation in microwave cables and integrated circuits and printed circuit boards.				
	As clock frequencies rise in the GHz domain, there is a need grasp signal propagation to maintain good signal integrity in the face of symbol interference and cross-talk.				
Lernziel	The course is of high value to all interested in high-speed analog (RF, microwave) or digital systems.				
	Understanding of high-speed signal propagation in interconnects, microwave cables and integrated transmission lines such as microwave integrated circuits and/or printed circuit boards.				
	As system clock frequencies continuously rise in the GHz domain, a need urgently develops to understand high-speed signal propagation in order to maintain good signal integrity in the face of phenomena such as inter-symbol interference (ISI) and cross-talk.				
	Concepts such as Scattering parameters (or S-parameters) are key to the characterization of networks over wide bandwidths. At high frequencies, all structures effectively become "transmission lines." Unless care is taken, it is highly probable that one ends-up with a bad transmission line that causes the designed system to malfunction.				
	Filters will also be considered because it turns out that some of the problems associated by lossy transmission channels (lines, cables, etc) can be corrected by adequate filtering in a process called "equalization."				
Inhalt	Transmission line equations of the lossless and lossy TEM-transmission line. Introduction of current and voltage waves. Representation of reflections in the time and frequency domain. Application of the Smith chart. Behavior of low-loss transmission lines. Attenuation and impulse distortion due to skin effect. Transmission line equivalent circuits. Group delay and signal dispersion. Coupled transmission lines. Scattering parameters.				
Skript	Butterworth-, Chebychev- and Bessel filter approximations: filter synthesis from low-pass filter prototypes.				
	Skript: Leitungen und Filter (DE)				
	Lecture notes in English				
Literatur	Exercise slides and problems in English				
	David M. Pozar, Microwave Engineering				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be thought. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, copulers (MMI-couplers,...), Holograms,...				
Inhalt	Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser				
Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert
<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				

Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.
Literatur	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>

<b>227-0160-00L</b>	<b>Fundamentals of Physical Modeling and Simulations</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1P</b>	<b>J. Smajic</b>
Kurzbeschreibung	Mathematical description of different physical phenomena and numerical methods for solving the obtained equations are discussed. The course presents the fundamentals of mathematical modeling including ordinary and partial differential equations along with boundary and initial conditions. Finite Difference Method and Finite Element Method for solving boundary value problems are shown in detail.				
Lernziel	After completing this course a student will understand the main idea of representing physical phenomena with mathematical equations, will be able to apply an appropriate numerical method for solving the obtained equations, and will possess the knowledge to qualitatively evaluate the obtained results.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introduction to physical modeling and simulations</li> <li>b. Numerical methods for solving boundary (initial) value problems <ul style="list-style-type: none"> <li>b.i. Finite difference method (FDM)</li> <li>b.ii. Finite element method (FEM)</li> </ul> </li> <li>c. Boundary (initial) value problems of different physical phenomena <ul style="list-style-type: none"> <li>c.i. Static and dynamic electric current distribution in solid conductors</li> <li>c.ii. Static und dynamic electric charge transport in semiconductors</li> <li>c.iii. Induced eddy currents in low frequency range (with numerous examples from the area of electrical energy technology)</li> <li>c.iv. Wave propagation in the RF-, microwave-, and optical frequency range (with numerous examples relevant for communication technology)</li> <li>c.v. Static and dynamic temperature distribution in solid bodies (with numerous examples relevant for electrical energy technology)</li> <li>c.vi. Static and dynamic mechanical structural analysis (with numerous examples from the area of MEMS technology)</li> </ul> </li> </ul>				
Skript	Lecture notes, Matlab programs, exercises and their solutions will be handed out.				
Literatur	J. Smajic, "How To Perform Electromagnetic Finite Element Analysis", The International Association for the Engineering Modelling, Analysis & Simulation Community (NAFEMS), NAFEMS Ltd., Hamilton, UK, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields, and Bachelor Lectures on Physics.				

**▶▶▶▶ Advanced Core Courses**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0148-00L</b>	<b>VLSI 4: Practical VLSI: Measurement and Testing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	In this revamped course, we will concentrate on practical aspects of modern integrated circuit testing with an emphasis on hands-on-experience on an IC tester. This will help students to better understand several aspects that have been highlighted in previous VLSI lecture series and allow them to test their own ICs designed during prior semester/bachelor theses.				
Lernziel	<p>In this course, students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Get hands-on experience working in a modern IC Test laboratory and learn the steps needed to bring-up, characterize and test digital integrated circuits.</li> <li>- Develop problem solving skills and get experience in approaching issues that involve many different engineering steps.</li> <li>- Gather first hand experience how Design-For-Test (DFT) methodologies help for IC Design, and understand the trade-offs between performance and testability.</li> <li>- Learn about challenges of IC Manufacturing process, and what kind of failures can be encountered, and get a deeper understanding of IC Design process</li> <li>- For students that have worked on a prior bachelor/semester thesis on an IC design project, allow them to test their own IC.</li> </ul>				

Inhalt	<p>If you want to earn money by selling ICs, you will have to deliver a product that will function properly with a very large probability. This lecture will be discussing how this can be achieved.</p> <p>The main point of emphasis will be hands-on-exercises on a state-of-the-art automated test equipment (Advantest SoC V93000) where students will work in groups of two (or maximum three). Students will be able to schedule their exercises so that it fits their individual schedule.</p> <p>There will also be concentrated classroom lectures that will convey the necessary information that students will need for the exercises which will cover aspects of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Economics of testing</li> <li>- CMOS manufacturing and fault models, stuck at faults</li> <li>- Automated Test Equipment</li> <li>- Measuring timing and power</li> <li>- Testing of memories</li> <li>- Built in Self-Test (BIST)</li> </ul> <p>There will be 10 lectures (some weeks will be lecture free, exact schedule to be communicated) and 8 exercises. The final exercise will involve individual work where students test an IC with the knowledge they gained from previous exercises. Students that complete this exercise and present a test report (4-10 pages) will pass the course.</p> <p>Please note that the exercises in this class are involved and will require you to make preparations in advance. Expect to spend at least 4 hours of your own time for exercise preparations, and expect at least three individual half day sessions for the final exercise where you test the IC to qualify for a passing grade. It will be possible to finish the exercises until the end of July.</p>
Skript	The following book will accompany students during the lecture: "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits" by Michael L. Bushnell and Vishwani D. Agrawal, Springer, 2004. This book is available online within ETH through <a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406">http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406</a>
Literatur	Course website: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>
Voraussetzungen / Besonderes	VLSI4 is meant for students interested in digital IC Design and especially for students that are planning or have already done a bachelor/semester thesis on IC Design.
	Although not strictly necessary, VLSI2 would be quite helpful for students visiting this lecture, VLSI2 and VLSI4 can be visited at the same time.
	Other lectures of the VLSI series (VLSI1, VLSI3) are not needed to follow VLSI4.
	Course website for up to date information: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>

227-0150-00L	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.				
Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.				
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).				
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.				
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.				
	Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required				
227-0159-00L	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emoras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	The following topics will be addressed:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to quantum transport modeling</li> <li>- Bandstructure representation and effective mass approximation</li> <li>- Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation</li> <li>- Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation</li> <li>- Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations</li> <li>- Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors</li> <li>- Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor</li> <li>- Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...)</li> <li>- Multi-band transport models</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				

Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft

<b>227-0655-00L</b>	<b>Nonlinear Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Nonlinear Optics deals with the interaction of light with matter. I.e. the response of insulators, metals, semiconductors or metamaterials to light and the mathematical framework (classical and quantum mechanical) to describe the phenomena. It is the goal to understand phenomena such as the refractive index, the electro-optic effect, rectification, harmonic generation, FWM, soliton propagation,...				
Lernziel	The important nonlinear optical phenomena are understood and can be classified. The effects can be described mathematical by means of the susceptibility. Participants will be able to design and invent novel photonic, plasmonic or quantum devices.				
Inhalt	Chapter 1: The Wave Equations in Nonlinear Optics Chapter 2: Nonlinear Effects - An Overview Chapter 3: The Nonlinear Optical Susceptibility - Classical and Quantummechanical Derivations Chapter 4: Second Harmonic Generation Chapter 5: The Electro-Optic Effect and the Electro-Optic Modulator Chapter 6: Acousto-Optic Effect Chapter 7: Nonlinear Effects of Third Order Chapter 8: Nonlinear Effects in Media with Gain				
Literatur	Lecture notes are distributed. For students enrolled in the course, additional information, lecture notes and exercises can be found on moodle ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> ).				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics				

<b>227-0663-00L</b>	<b>Nano-Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Frimmer, L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Nano-Optics is the study of light-matter interaction at the sub-wavelength scale. It is an flourishing field of fundamental and applied research enabled by the rapid advance of nanotechnology. Nano-optics embraces topics such as plasmonics, optical antennas, optical trapping and manipulation, and high/super-resolution imaging and spectroscopy.				
Lernziel	Understanding concepts of light localization and light-matter interactions on the sub-wavelength scale.				
Inhalt	We start with the angular spectrum representation of fields to understand the classical resolution limit. We continue with the theory of strongly focused light, the point spread function, and resolution criteria of conventional microscopy, before turning to super-resolution techniques, based on near- and far-fields. We introduce the local density of states and approaches to control spontaneous emission rates in inhomogeneous environments, including optical antennas. Finally, we touch upon optical forces and their applications in optical tweezers.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Electromagnetic fields and waves (or equivalent) - Physics I+II				

### ▶▶▶ Vertiefungsfächer

*These specialization courses are particularly recommended for the area of "Electronics and Photonics", but you are free to choose courses from any other field in agreement with your tutor.*

*A minimum of 40 credits must be obtained from specialization courses during the Master's Programme.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0117-10L</b>	<b>Mess- und Versuchstechnik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck, P. Simka</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Versuchs- und Messtechnik, wie sie Grundlage in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften ist. Die Vorlesung ist stark praxis- und anwendungsorientiert, und beinhaltet mehrere praktische Versuche. Die Inhalte «Mess- und Versuchstechnik» sind für alle Fachgebiete der Elektrotechnik relevant, und werden an Beispielen aus verschiedenen Bereichen eingeführt.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende elektrische Versuche durchführen und Messdaten, insbesondere mit dem Oszilloskop, erheben.</li> <li>• ein sinnvolles Messprotokoll führen, ein klares Versuchsprotokoll erstellen und die Messgenauigkeit des Versuchs abschätzen.</li> <li>• grundlegende Ursachen elektromagnetischer Störungen sowie Methoden zur Vermeidung, Reduktion oder Abschirmung beschreiben und anwenden.</li> <li>• verschiedene Methoden zur Erzeugung und Messung von (hohen) Spannungen erklären und anwenden, sowie dazugehörige Größen berechnen.</li> </ul>				
Inhalt	- Messtechnik, Messunsicherheit, Messprotokolle - Erzeugung und Messung hoher Spannungen - Elektromagnetische Verträglichkeit - Laborpraktika				
Skript	Vorlesungsunterlagen				
Literatur	J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser Verlag, 7. Auflage, 2015 (ISBN: 978-3446442719) A. Schwab, Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 6. Auflage, 2010 (ISBN: 978-3642166099)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>227-0155-00L</b>	<b>Machine Learning on Microcontrollers ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Magno, L. Benini</b>
	<i>Registration in this class requires the permission of the instructors.</i>				
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) and artificial intelligence are pervading the digital society. Today, even low power embedded systems are incorporating ML, becoming increasingly "smart". This lecture gives an overview of ML methods and algorithms to process and extracts useful near-sensor information in end-nodes of the "internet-of-things", using low-power microcontrollers (ARM-Cortex-M; RISC-V).				
Lernziel	Learn how to Process data from sensors and how to extract useful information with low power microprocessors using ML techniques. We will analyze data coming from real low-power sensors (accelerometers, microphones, ExG bio-signals, cameras...). The main objective is to study in detail how Machine Learning algorithms can be adapted to the performance constraints and limited resources of low-power microcontrollers becoming Tiny Machine learning algorithms.				
Inhalt	<p>The final goal of the course is a deep understanding of machine learning and its practical implementation on single- and multi-core microcontrollers, coupled with performance and energy efficiency analysis and optimization. The main topics of the course include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensors and sensor data acquisition with low power embedded systems</li> <li>- Machine Learning: Overview of supervised and unsupervised learning and in particular supervised learning ( Decision Trees, Random, Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Deep Learning, and Convolutional Networks)</li> <li>- Low-power embedded systems and their architecture. Low Power microcontrollers (ARM-Cortex M) and RISC-V-based Parallel Ultra Low Power (PULP) systems-on-chip.</li> <li>- Low power smart sensor system design: hardware-software tradeoffs, analysis, and optimization. Implementation and performance evaluation of ML in battery-operated embedded systems.</li> </ul> <p>The laboratory exercised will show how to address concrete design problems, like motion, gesture recognition, emotion detection, image, and sound classification, using real sensors data and real MCU boards.</p> <p>Presentations from Ph.D. students and the visit to the Digital Circuits and Systems Group will introduce current research topics and international research projects.</p>				
Skript	Script and exercise sheets. Books will be suggested during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Good experience in C language programming. Microprocessors and computer architecture. Basics of Digital Signal Processing. Some exposure to machine learning concepts is also desirable.				

<b>227-0303-00L</b>	<b>Brain Inspired Computing: Bridging Device Physics to W Real-World Applications</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>A. Emboras, G. Indiveri</b>
	<i>Previously named "Advanced Photonics" (up until HS23)</i>			
Kurzbeschreibung	The Lecture offers a thorough understanding of diverse nano-scale brain-inspired devices, covering the foundational physics behind their operation, spanning from classical descriptions to quantum principles. Additionally, it provides an overview of micro/nano-fabrication technologies. The lecture will conclude by exploring real-world applications inspired by the brain's functionality.			
Lernziel	General training in atomic/ionic opto-electronic devices, commonly known as memristors. The students will be equipped with a deep comprehension of theoretical principles and fabrication methods.			
	Participants will gain hands-on experience, reinforcing theoretical knowledge. The curriculum highlights the significance of memristors in various applications, such as communications, digital computing, and neuromorphic computing. This training equips students with insights into the crucial role memristors play in advancing these fields.			
Inhalt	<p>The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprehensive insight into the physical mechanisms that govern ionic-atomic brain-inspired devices (memristors).</li> <li>- Introduction to the quantum electronic and atomic structure of materials. These physical principles will then be connected to device-level modeling of memristors developed for neuromorphic computing applications.</li> <li>- Micro/nano-fabrication technologies for advanced brain-inspired devices: introduction and examples of devices. The students will have the opportunity to visit Heidelberg Instruments for an overview of cutting-edge lithography tools, featuring a real-time demonstration.</li> <li>- Presentation of real-world applications in digital and neuromorphic computing.</li> </ul>			
Skript	The presentation and the lecture notes will be provided every week.			

Literatur	<p>“Atomic/Ionic Devices”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistive Switching: From Fundamentals of Nanoionic Redox Processes to Memristive Device Applications, Daniele Ielmini and Rainer Waser, Wiley-VCH</li> <li>Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, A. Bard and L. Faulkner, John Wiley &amp; Sons, Inc.</li> <li>Molecular Electronics: An Introduction to Theory and Experiment, Elke Scheer and Juan Carlos Cuevas</li> </ul> <p>“Micro and nano Fabrication”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. H. Gatzel, Prof. Volker Saile, Prof. Juerg Leuthold: Micro and Nano Fabrication, Springer</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor physics, physics of the electromagnetic field and thermodynamics.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik		geprüft
<b>227-0330-00L</b>	<b>Energy-Efficient Analog Circuits for IoT Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b> <b>T. Jang</b>
Kurzbeschreibung	We are facing a new era of the Internet of things, similarly indicated as Industry 4.0, TSensors, Ubiquitous or The Fog. A miniaturized computer is the key to this innovation that senses, collects and processes information from objects. In this class, based on the recent publications, energy efficient analog IC techniques will be introduced which is the main challenge to reduce the battery size.			
Lernziel	This class introduces key analog building blocks such as energy harvester, frequency generator, data converter, sensor interface, power converter based on the recent publications for IoT systems including wearable electronics, bio-implantable devices, and environmental sensors.			
Inhalt	Ultra-low power circuit design methodology and transistor characteristics; Circuit-level design techniques for amplifier, comparator, voltage reference, on-chip oscillator, switched capacitor; IP-level design techniques for energy harvester, data converter, energy harvester and power converters.			
Voraussetzungen / Besonderes	Analog Integrated Circuits			
<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.			
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.			
Inhalt	<p>The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.</p> <p>PART I:</p> <p>- INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology</p> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation</p> <p>- APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</p> <p>PART 2:</p> <p>- PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</p>			
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.			
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009</li> <li>- Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required. Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.			
<b>227-0659-00L</b>	<b>Integrated Systems Seminar</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.25S</b> <b>F. K. Gürkaynak</b>
Kurzbeschreibung	In this edition of the Integrated Systems Seminar, members of the Digital Circuits and Systems group give technical presentations on their work in an environment that simulates a technical conference and interact with the audience. In addition, short tutorial lectures will be given to support students for their dissemination activities.			
Lernziel	The seminar will consist of several (2 to 4) short “elevator pitch” presentations where Ph.D. students present their technical work in a concise matter. Each presentation will be followed by a discussion which will cover both the presentation and technical aspects.			
	The seminar will be rounded off by a short tutorial by group members to teach aspects related to technical dissemination such as, tips and tricks for presentations, figures, tables.			

Inhalt	In this edition of the Integrated Systems Seminar, the topics will cover the main research interests of the Digital Circuit and Systems group and will include, computer architectures, heterogeneous acceleration, low power and energy efficient computing, security and safety, RISC-V, high-performance computer architectures, vector processors, IoT and edge processors.				
Skript	Presentation slides of the presenters				
<b>227-0622-00L</b>	<b>Applications of Thermal Modeling: From Hot Atoms to W Heated Tissues</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Neufeld, M. Luisier</b>	
Kurzbeschreibung	How about leveraging heat to cure cancer or to solve today's energy crisis? Computational simulation of heat-related phenomena from the atomic-scale to living organisms is key to achieve these goals and will be at the core of this multidisciplinary course. The necessary physics, modeling, and computing background will be covered, from theory to practical implementations in concrete applications.				
Lernziel	During this course students will:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- learn the physics governing the formation and propagation of heat in solids and living human tissues;</li> <li>- discover how heat can be used in personalised cancer therapies or in thermoelectric applications to produce reusable energy;</li> <li>- develop computational models describing electromagnetically-induced heating;</li> <li>- get familiar with computational simulation techniques across a wide range of spatial scales, incl. methods for simulating in vivo heating, considering thermoregulation and perfusion, or more fundamental approaches that consider heat at the level of atomic vibrations;</li> <li>- implement and apply simulation techniques within a state-of-the-art open-source simulation platform for computational life sciences, and a framework for computer-aided design of nanoscale electronic devices;</li> <li>- learn about practical aspects related to performance-critical coding and numerics for computational simulations;</li> <li>- work on two small projects applying the theoretical concepts presented during the lectures to two specific real-world applications where heat modeling is required;</li> <li>- learn about current challenges of high social relevance associated with heat modeling.</li> </ul>				
Inhalt	The following topics will be covered:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to electromagnetic heating, from its social relevance and history to its application in biology and electronics;</li> <li>- personalised therapies relying on local heating;</li> <li>- thermoelectricity (production of electricity from heat gradients);</li> <li>- microscopic/macroscopic thermal transport including governing equations, numerical methods to solve them, and applications;</li> <li>- numerical algorithms and their implementation, shared and distributed parallelization approaches and pitfalls, use of graphics processing units (GPUs) for hardware acceleration, and solutions for high performance computing;</li> <li>- usage of the Sim4Life simulation platform (therapy planning) and of the OMEN technology computer aided design tool (device simulation) as practical examples;</li> <li>- odel verification and validation.</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is ideal for students who have an interest in computational sciences, a passion for interdisciplinarity, and generally enjoy problem-solving.				
Kompetenzen	The course requires a basic knowledge of Python scripting and C/C++ coding skills, undergraduate entry-level familiarity with electric and magnetic fields/forces, differential equations, calculus, and basic knowledge of biology and physics.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)				
	Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).				
	Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
<b>227-0624-00L</b>	<b>Detecting the Unknown</b> <i>Up until FS24 named "Semiconductor Radiation Detectors: From the Application to the System"</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Mezza</b>
Kurzbeschreibung	Whether you want to take a picture of a protein, study a galactic object, or make a movie of a chemical reaction, the process is essentially the same as taking a selfie or shooting a video with your smartphone. You just need a different "light" and a different camera! At the end of this course, you will know the fundamentals to develop such a camera and how to use it.				

Lernziel	The main goal of the course is to combine the knowledge of the fundamental processes of interaction of radiation with matter with electronic readout circuits to have a deep insight into the working principle of a semiconductor radiation detector. The strong background on the detector principle is then complemented with applications so that the student has a general overview of a modern detector system and its application in different fields (photon science, particle physics, chemistry, medicine, etc.).				
Inhalt	This course will be divided into lectures and lab sessions. The fundamental theoretical concept will be given in the lectures with numerical examples. The labs will consist of hands-on experience acquiring data with a real detector system in the labs of PSI (Paul Scherrer Institut) and data analysis using Python. The day at PSI will include a visit to the Synchrotron and one of the six working Free Electron Lasers in the World.				
Literatur	H. Spieler, Semiconductor Detector Systems, Oxford University Press.  Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, 3rd (or 4th) ed., Wiley  G. Lutz, Semiconductor Radiation Detectors: Device Physics, 2nd ed., Springer				
Voraussetzungen / Besonderes	Additional material about specific topics (especially electronics) will be available to the students in terms of notes and slides. Basic courses of semiconductor physics and electronics.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).  Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.  * intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>
Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.				
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking. Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.				
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.				
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.				
<b>227-0707-00L</b>	<b>Optimization Methods for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Smajic, G. Beccuti</b>



Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierung spielt eine zunehmende Rolle sowohl bei der Entwicklung technischer Produkte als auch bei der Entwicklung numerischer Methoden. Die Studenten sollen lernen, geeignete Verfahren auszuwählen, weiter zu entwickeln und miteinander zu kombinieren um so praktische Probleme effizient zu lösen.				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	<p>During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.</p> <p>Transducer fundamentals and test structures  Pressure sensors and accelerometers  Resonators and gyroscopes  RF MEMS  Acoustic transducers and energy harvesters  Thermal transducers and energy harvesters  Optical and magnetic transducers  Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS  Nanosystem concepts  Basic electronic circuits for sensors and microsystems</p>				
Skript	Handouts (on-line)				
<b>151-0620-00L</b>	<b>Embedded MEMS Lab</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Hierold, A. Güntner, M. Haluska</b>
Kurzbeschreibung	Practical course: Students are introduced to the process steps required for the fabrication of MEMS (Micro Electro Mechanical System) and carry out the fabrication and testing steps in the clean rooms themselves. Additionally, they learn the requirements for working in clean rooms. Processing and characterization will be documented and analyzed in a final report.				
Lernziel	Students learn the individual process steps that are required to make a MEMS (Micro Electro Mechanical System). Students carry out the process steps themselves in laboratories and clean rooms. Furthermore, participants become familiar with the special requirements (cleanliness, safety, operation of equipment and handling hazardous chemicals) of working in the clean rooms and laboratories. The entire production, processing, and characterization of the MEMS is documented and evaluated in a final report.				
Inhalt	<p>With guidance from a tutor, the individual silicon microsystem process steps that are required for the fabrication of an accelerometer are carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photolithography, dry etching, wet etching, sacrificial layer etching, various cleaning procedures</li> <li>- Packaging and electrical connection of a MEMS device</li> <li>- Testing and characterization of the MEMS device</li> <li>- Written documentation and evaluation of the entire production, processing and characterization</li> </ul>				
Skript	A document containing theory, background and practical course content is distributed in the informational meeting.				
Literatur	The document provides sufficient information for the participants to successfully participate in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Participating students are required to attend all scheduled lectures and meetings of the course.</p> <p>Participating students are required to provide proof that they have personal accident insurance prior to the start of the laboratory portion of the course.</p> <p>This master's level course is limited to 15 students per semester for safety and efficiency reasons.  If there are more than 15 students registered, we regret to restrict access to this course by the following rules:</p> <p>Priority 1: master students of the master's program in "Micro and Nanosystems"</p> <p>Priority 2: master students of the master's program in "Mechanical Engineering" with a specialization in Microsystems and Nanoscale Engineering (MAVT-tutors Profs Hierold, Koumoutsakos, Nelson, Norris, Poulikakos, Pratsinis, Stemmer), who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.</p> <p>Priority 3: master students, who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.</p> <p>Priority 4: all other students (PhD, bachelor, master) with a background in silicon or microsystems process technology.</p> <p>If there are more students in one of these priority groups than places available, we will decide with respect to (in following order) best achieved grade from 151-0621-00L Microsystems Technology, registration to this practicum at previous semester, and by drawing lots. Students will be notified at the first lecture of the course (introductory lecture) as to whether they are able to participate.</p> <p>The course is offered in autumn and spring semester.</p>				

## ►► Vertiefung: Energy and Power Electronics

The core courses and specialization courses below are a selection for students who wish to specialize in the area of "Energy and Power Electronics", see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/areas-of-specialisation.html>.

The individual study plan is subject to the tutor's approval.

## ►►► Kernfächer

*These core courses are particularly recommended for the field of "Energy and Power Electronics".  
You may choose core courses from other fields in agreement with your tutor.*

*A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc EEIT.*

## ►►►► Foundation Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0117-10L</b>	<b>Mess- und Versuchstechnik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck, P. Simka</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Versuchs- und Messtechnik, wie sie Grundlage in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften ist. Die Vorlesung ist stark praxis- und anwendungsorientiert, und beinhaltet mehrere praktische Versuche. Die Inhalte «Mess- und Versuchstechnik» sind für alle Fachgebiete der Elektrotechnik relevant, und werden an Beispielen aus verschiedenen Bereichen eingeführt.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende elektrische Versuche durchführen und Messdaten, insbesondere mit dem Oszilloskop, erheben.</li> <li>• ein sinnvolles Messprotokoll führen, ein klares Versuchsprotokoll erstellen und die Messgenauigkeit des Versuchs abschätzen.</li> <li>• grundlegende Ursachen elektromagnetischer Störungen sowie Methoden zur Vermeidung, Reduktion oder Abschirmung beschreiben und anwenden.</li> <li>• verschiedene Methoden zur Erzeugung und Messung von (hohen) Spannungen erklären und anwenden, sowie dazugehörige Grössen berechnen.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messtechnik, Messunsicherheit, Messprotokolle</li> <li>- Erzeugung und Messung hoher Spannungen</li> <li>- Elektromagnetische Verträglichkeit</li> <li>- Laborpraktika</li> </ul>				
Skript	Vorlesungsunterlagen				
Literatur	J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser Verlag, 7. Auflage, 2015 (ISBN: 978-3446442719) A. Schwab, Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 6. Auflage, 2010 (ISBN: 978-3642166099)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung			gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>227-0156-00L</b>	<b>Power Semiconductors</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Grossner, C. Martinella</b>
Kurzbeschreibung	Power semiconductor devices are the core of today's energy efficient electronics. In this course, an understanding of the functionality of modern power devices is developed. Typical device concepts for power rectifiers and transistors are discussed. In addition to silicon-based devices, wide bandgap semiconductors such as silicon carbide (SiC) and gallium nitride (GaN) are considered.				
Lernziel	The goal of this course is to develop an understanding of modern power device concepts. After following the course, the student will be able to choose a power device for an application, know the basic functionality, and is able to describe the performance and reliability related building blocks of the device design. Furthermore, the student will have an understanding of current and future developments in power devices.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic semiconductor physics concepts</li> <li>• Device design/conceptual thinking</li> <li>• Device simulation (TCAD)</li> <li>• Device processing</li> <li>• Diodes</li> <li>• BJT and JFET</li> <li>• Thyristor</li> <li>• MOSFET and power MOSFET</li> <li>• IGBT and HEMT</li> <li>• Packaging and Applications</li> </ul>				
Skript	Script will be made available via Moodle, printouts of the slides will be distributed during the lectures.				
Literatur	The course follows a collection of different books; more details are being listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesungen Halbleiterbauelemente, Leistungselektronik				

## ►►►► Advanced Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0248-00L</b>	<b>Power Electronic Systems II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Biela, F. Krismer</b>
Kurzbeschreibung	This course details structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems to provide a deeper understanding of power electronic circuits and power components. Most recent concepts of for example high switching frequency AC/DC converters are presented. Simulation exercises, implemented in the simulation programme PLECS, are used to consolidate the concepts discussed.				

Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge of structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems. Further objectives are: to know most recent concepts and operation modes of for example high switching frequency AC/DC converters or AC/AC matrix inverters; to develop a deeper understanding of multi-pulse power converter circuits, transformers, and electromechanical energy converters; and to understand in-depth details of power electronic systems. Simulation exercises, implemented in the electric circuit simulator PLECS, are used to consolidate the presented theoretical concepts.		
Inhalt	<p>Converter dynamics and control: State Space Averaging, transfer functions, controller design, impact of the input filter on the converter transfer functions.</p> <p>Performance data of single-phase and three-phase systems: effect of different loss components on the efficiency characteristics, linear and non-linear single phase loads, power flow of general three-phase systems, space vector calculus.</p> <p>Modeling and control of three-phase PWM rectifiers: system characterization using rotating coordinates, control structure, transfer functions, operation with symmetrical and unsymmetrical mains voltages.</p> <p>Scaling laws of transformers and electromechanical actuators.</p> <p>Drives with permanent magnet synchronous machines: basic function, modeling, field-oriented control.</p> <p>Unidirectional AC/DC converters and AC/AC converters: voltage and current DC link converters, indirect and direct matrix converters.</p>		
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers, simulation program for interactive self-learning.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Introductory course on power electronics.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert

<b>227-0250-00L</b>	<b>Power Semiconductor Packaging</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>U. Grossner, I. Kovacevic</b>
Kurzbeschreibung	Power semiconductor devices are the core of today's energy efficient electronics. However, without adequate integration into power electronic systems, they remain useless. This is achieved by providing application-tailored modules. The development of power modules is reviewed from basic design and material considerations, with special emphasis on simulation and characterization techniques.				
Lernziel	The goal of this course is developing an understanding of modern power module concepts, from materials to design and simulation. After following the course, the student will know the basic functionality of a power module, and is able to describe the performance and reliability related building blocks of the module design. Furthermore, the student will have an understanding of current and future developments in power packaging.				
Skript	Will be distributed at lectures and be made available at ILIAS.				
Literatur	The course follows a collection of different books; more details are being listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students have successfully attended "Power Semiconductor" (227-0156-00).				

<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
Kurzbeschreibung	This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Introduction to variable speed motor drive systems consisting of: <ul style="list-style-type: none"> <li>Electromechanical unit</li> <li>Power electronic unit</li> <li>Control unit</li> <li>Measurement unit</li> </ul> </li> <li>Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cascaded control</li> <li>U/f control</li> <li>Slip control</li> <li>Field-oriented control</li> </ul> </li> <li>Dynamic operation of electric machines <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamic modeling of electromechanical system</li> <li>Controller types and design</li> <li>Current/torque control</li> <li>Speed control (Voltage control / Flux weakening)</li> </ul> </li> <li>Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltage source inverter systems</li> <li>Basic operation and pulse width modulation</li> </ul> </li> <li>Basic design principles of variable speed motor drives systems</li> </ol>				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines				

<b>227-0528-00L</b>	<b>Power System Dynamics, Control and Operation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Valverde Mora</b>
Kurzbeschreibung	This course analyzes the dynamics of interconnected power systems and the different types of power system stability. The mathematical models of the elements that govern the system dynamics will be reviewed. In addition, stability analysis methods and mitigation measures against rotor-angle, voltage, and frequency instability scenarios will be studied.				
Lernziel	The course's learning objective is to understand the concept of stability and control of electrical power systems, including their analysis methods. At the end of the course, participants will be able to model the behavior of the elements and controllers that govern the dynamics of power systems and understand the participation of each element/controller in the different types of stability of interconnected electrical systems.				
Inhalt	The modeling of the power system and its components is reviewed first. It includes static and dynamic loads, load tap changers, synchronous machines, exciters, automatic voltage regulators, power system stabilizers, turbines, governors, and inverter-based generators followed by the study of the stability of the power system and the integration of renewable energies such as wind, solar, and energy storage systems. The learning process is complemented by numerical examples, Python scripts, and computer simulations.				
Skript	Lecture notes.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>227-0530-00L</b>	<b>Optimization in Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem. The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.				
<b>227-0537-00L</b>	<b>Technology of Electric Power System Components</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck</b>
Kurzbeschreibung	Basics of the technology of important components in electric power transmission and distribution systems (primary technology).				
Lernziel	At the end of this course, the students can name the primary components of electric power systems and explain where and why they are used. For the most important components, the students can explain the working principle in detail and calculate and derive key parameters. In addition, students know how to read scientific papers and are able to extract its content efficiently.				
Inhalt	Basic physical and engineering aspects for transmission and distribution of electric power. Limiting boundary conditions are not only electrical parameters, but also mechanical, thermal, chemical, environmental and economical aspects. Focus is on components for power system protection (switchgear, fuses and surge arresters) and underground cables. There will be excursions to industrial companies. Part of the course is devoted to recent developments and students will learn how to read scientific papers.				
Skript	yes				
Literatur	additional literature will be available online via the teaching document repository.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture "Introduction to Electric Power Transmission: System & Technology" is a strongly recommended prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	gefördert		
			Analytische Kompetenzen	gefördert	
			Entscheidungsfindung	gefördert	
			Medien und digitale Technologien	gefördert	
			Problemlösung	gefördert	
			Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
			Verhandlung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

### ►►► Vertiefungsfächer

*These specialization courses are particularly recommended for the area of "Energy and Power Electronics", but you are free to choose courses from any other field in agreement with your tutor.*

*A minimum of 40 credits must be obtained from specialization courses during the Master's Programme.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestej Alvarez, R. Soloperto</b>
	<i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.  Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.				

Inhalt	<p>Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.</p> <p>During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.</p> <p>This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.</p>		
Skript	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.		
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
Kurzbeschreibung	This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to variable speed motor drive systems consisting of: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electromechanical unit</li> <li>- Power electronic unit</li> <li>- Control unit</li> <li>- Measurement unit</li> </ul> </li> <li>2. Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cascaded control</li> <li>- U/f control</li> <li>- Slip control</li> <li>- Field-oriented control</li> </ul> </li> <li>3. Dynamic operation of electric machines <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamic modeling of electromechanical system</li> <li>- Controller types and design</li> <li>- Current/torque control</li> <li>- Speed control (Voltage control / Flux weakening)</li> </ul> </li> <li>4. Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltage source inverter systems</li> <li>- Basic operation and pulse width modulation</li> </ul> </li> <li>5. Basic design principles of variable speed motor drives systems</li> </ol>				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines				

<b>227-0524-00L</b>	<b>Eisenbahn-Systemtechnik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Meyer</b>
Kurzbeschreibung	<p>Grundlagen der Traktionsantriebe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Antriebssysteme und ihre Komponenten</li> <li>- thermische Antriebssysteme</li> <li>- Fahrzeuge mit Batteriespeichern</li> </ul> <p>Systemintegration:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zugbeeinflussung</li> <li>- Energieverbrauch</li> <li>- Elektrische Systemkompatibilität</li> </ul>				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnisse über den Aufbau und die Eigenschaften von Traktions-Antriebssystemen</li> <li>- Überblick über systemweite Aufgaben (elektrische Systemintegration, Zugsicherungen, Energieverbrauch)</li> <li>- Einblick in die Aktivitäten der Schienenfahrzeug-Industrie und der Bahnen in der Schweiz</li> <li>- Begeisterung des Ingenieurwachstums für die berufliche Tätigkeit bei Eisenbahn-Fahrzeugherstellen, Bahninfrastrukturen und Eisenbahn-Verkehrsgesellschaften</li> </ul>				

Inhalt	EST II (Frühjahrssemester) - Vertiefung Antriebssysteme, Systemfragen				
	1 Traktionsausrüstung: 1.1 Systemkonzepte für Traktionsantriebe 1.2 Haupttransformator 1.3 Fahrmotoren 1.4 Stromrichter 1.5 Hochspannungskreise und Erdung 1.6 Thermische Auslegung 1.7 Diesel-Antriebssysteme 1.8 Batteriespeicher  2 Systemintegration 2.1 Zugbeeinflussung 2.2 Energieverbrauch 2.3 Aufbau der Bahnstromversorgung 2.4 Elektrische Systemkompatibilität  Geplante Exkursionen: - Engineering und Leistungslabor, ABB Turgi - Sicherungsanlagen, Siemens Wallisellen - 2-tägige Schlussexkursion (Besichtigungen und Führerstandsfahrten, ausschliesslich für regelmässige Vorlesungsteilnehmer)				
Skript	Abgabe der Unterlagen (gegen eine Schutzgebühr) zu Beginn des Semesters. Rechtzeitig eingeschriebene Teilnehmer (bis 8 Tage vor Vorlesungsbeginn) können die Unterlagen auf Wunsch und gegen eine Zusatzgebühr auch in Farbe beziehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozent: Dr. Markus Meyer, Emkamatik GmbH  Voraussichtlich Gastvortrag über ETCS von einem SBB-Referenten.  EST I (Herbstsemester) ist als Voraussetzung empfohlen, aber nicht notwendig. EST II (Frühjahrssemester) kann bei Interesse an Antriebssystemen auch als separate Vorlesung besucht werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
<b>227-0696-00L</b>	<b>Predictive Control of Power Electronics Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>T. Geyer</b>
Kurzbeschreibung	Bridging the gap between modern control methods and power electronics, this course focuses on model predictive control methods for power electronics systems. This course targets power electronics as well as control students.				
Lernziel	- Knowledge of modern time-domain control methods applied to three-phase converters and their corresponding loads. These control methods include model predictive control (MPC) and deadbeat control. - Understanding of optimized pulse patterns and techniques to achieve fast closed-loop control. - Ability to derive suitable mathematical models. - Knowledge of and experience in optimization techniques to solve the underlying mixed-integer and quadratic programs. - Appreciation of the advantages and disadvantages of the different control methods.				
Inhalt	- Review of mathematical modelling and time-domain control methods (particularly MPC and deadbeat control). - Direct MPC with reference tracking (finite control set MPC). Derivation of mathematical models of three-phase power electronics systems, formulation of the control problem, techniques to solve the one-step and the multi-step horizon problems using branch and bound techniques. - MPC with optimized pulse patterns (OPPs). Computation of OPPs, formulation of fast closed-loop controllers and methods to solve the underlying quadratic programming problem. - Indirect MPC with pulse width modulation (PWM). Formulation of the MPC problem, imposition of hard and soft constraints, techniques to solve the quadratic program in real time and application to modular multilevel converters. - Summary of recent research results and activities. - Matlab / Simulink exercises to enhance the understanding of the control concepts.				
Skript	The lecture is based on the book "Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives" by T. Geyer. Additional notes will be made available in the class.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Power Electronic Systems I - Control Systems I (Regelsysteme I) - Signal and System Theory II				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>227-0730-00L</b>	<b>Power Market II - Modeling and Strategic Positioning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Reichelt, G. A. Koepfel</b>

Kurzbeschreibung	Optionen in der Energiewirtschaft Portfolio und Risiko Management: Hedging-Strategien und Risiko Bewertung Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken mit Realloptionen Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten Strategische Positionierung von Energieversorgungsunternehmen
Lernziel	Die Studenten kennen die wesentlichen Derivate, die in der Elektrizitätswirtschaft zur Anwendung gelangen. Sie können Strategien zur Preisabsicherung erarbeiten bzw. bewerten. Sie verstehen die Optimierung von komplexen Wasserkraftwerksanlagen, kennen die Thematik der Kapazitätsmärkte und der Quotensysteme. Sie kennen die Grundlagen der Discounted Cash-flow (DCF) Methode sowie der Realloptionen und können sie für die Bewertung von Kraftwerken anwenden. Die Studenten können komplexe Energielieferverträge in die einzelnen Komponenten zerlegen und die Risiken identifizieren.
Inhalt	Optionen in der Energiewirtschaft: Optionsbewertung mit Binominalen Bäumen und der Black-Scholes Formel, Sensitivitäten, implizite Volatilität Portfolio und Risiko Management: Delta- und Gamma-neutrale Preisabsicherung, Vergleich und Bewertung von Hedging-Strategien, Risiko Identifikation und -bewertung (Fallbeispiel) Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken, Projekten und el. Netzen mit der discounted cash-flow Methode und Anwendung von Realloptionen Strategische Positionierung: Erarbeiten von verschiedenen Fällen (mini cases) Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Anwendungen von Derivaten: komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten, flexible Produkte für Stromkunden Quantifizieren des Gegenparteirisikos Marketing des Produktes "Elektrizität"
Skript	Handouts - all material in English
Voraussetzungen / Besonderes	2-tägige Exkursion, Referate von Vertretern aus der Wirtschaft  Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225">https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225</a>

### ►► Vertiefung: Systems and Control

The core courses and specialization courses below are a selection for students who wish to specialize in the area of "Systems and Control", see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/areas-of-specialisation.html>.

The individual study plan is subject to the tutor's approval.

### ►►► Kernfächer

These core courses are particularly recommended for the field of "Systems and Control".  
You may choose core courses from other fields in agreement with your tutor.

A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc EEIT.

### ►►►► Advanced Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,...) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				

Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.				
	Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).				
<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b> <i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.				
Inhalt	Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.				
	Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.				
	During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.				
	This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.				
Skript	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.				
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0690-12L</b>	<b>Advanced Topics in Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising</b>
Kurzbeschreibung	Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.				
Lernziel	By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.				



Inhalt	Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.
Skript	A complete set of lecture notes and slides will be provided.
Literatur	The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors: <a href="http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/">http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/</a>
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.

227-0690-13L	Robust Control and Convex Optimisation	W	4 KP	2V+1U	R. Smith
Kurzbeschreibung	Robust control theory addresses the problem of analysing and designing feedback systems that achieve performance objectives in the presence of uncertainty in the dynamics of the system. Convex optimisation forms the basis of the computational tools needed to solve these problems. The course covers the theory, computation, and practical applic. of these methods to a variety of uncertain systems.				
Lernziel	To introduce students to the basic concepts in robust control and provide them sufficiently familiarity with the computational tools required to design robust controllers with verifiable characteristics in a variety of engineering system domains.				
Inhalt	An optimization based approach to robust control theory and applications. Topics will include: H-infinity and H-2 control design; structured-singular value analysis and synthesis; model reduction; convex optimization; semi-definite programming; and interior-point methods.				
Voraussetzungen / Besonderes	Control systems (227-0216-00L), Linear system theory (227-0225-00L), or equivalents, as well as sufficient mathematical maturity.				

### ▶▶▶ Vertiefungsfächer

*These specialization courses are particularly recommended for the area of "Systems and Control", but you are free to choose courses from any other field in agreement with your tutor.*

*A minimum of 40 credits must be obtained from specialization courses during the Master's Programme.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0530-00L	Optimization in Energy Systems	W	6 KP	4G	G. Hug
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem. The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.				
227-0690-11L	Large-Scale Convex Optimization	W	4 KP	2V+1U	M. Mühlebach
Kurzbeschreibung	Convex optimization has revolutionized modern decision making and underpins many scientific and engineering disciplines. To enable its use in modern large-scale applications, we require new analytical methods that address limitations of existing solutions. This course is intended to provide a comprehensive overview of convex analysis and numerical methods for large-scale optimization.				
Lernziel	Students should be able to apply the fundamental results in convex analysis and numerical methods to analyze and solve large-scale convex optimization problems.				
Inhalt	Convex analysis and methods for large-scale optimization. Topics will include: convex sets and functions ; duality theory ; optimality and infeasibility conditions ; structured optimization problems ; gradient-based methods ; operator splitting methods ; distributed and decentralized optimization ; applications in various research areas.				
Skript	Available on the course Moodle platform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and analysis.				
227-0696-00L	Predictive Control of Power Electronics Systems	W	6 KP	2V+2U	T. Geyer
Kurzbeschreibung	Bridging the gap between modern control methods and power electronics, this course focuses on model predictive control methods for power electronics systems. This course targets power electronics as well as control students.				
Lernziel	- Knowledge of modern time-domain control methods applied to three-phase converters and their corresponding loads. These control methods include model predictive control (MPC) and deadbeat control. - Understanding of optimized pulse patterns and techniques to achieve fast closed-loop control. - Ability to derive suitable mathematical models. - Knowledge of and experience in optimization techniques to solve the underlying mixed-integer and quadratic programs. - Appreciation of the advantages and disadvantages of the different control methods.				
Inhalt	- Review of mathematical modelling and time-domain control methods (particularly MPC and deadbeat control). - Direct MPC with reference tracking (finite control set MPC). Derivation of mathematical models of three-phase power electronics systems, formulation of the control problem, techniques to solve the one-step and the multi-step horizon problems using branch and bound techniques. - MPC with optimized pulse patterns (OPPs). Computation of OPPs, formulation of fast closed-loop controllers and methods to solve the underlying quadratic programming problem. - Indirect MPC with pulse width modulation (PWM). Formulation of the MPC problem, imposition of hard and soft constraints, techniques to solve the quadratic program in real time and application to modular multilevel converters. - Summary of recent research results and activities. - Matlab / Simulink exercises to enhance the understanding of the control concepts.				
Skript	The lecture is based on the book "Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives" by T. Geyer. Additional notes will be made available in the class.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Power Electronic Systems I - Control Systems I (Regelsysteme I) - Signal and System Theory II				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b> <i>Number of participants limited to 45.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Nelson, Q. Boehler</b>
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.				
Lernziel	An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.				
Inhalt	<p>The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.</p> <p>The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. Course Introduction</li> <li>1. C Programming</li> <li>2. Sensors</li> <li>3. Data Acquisition</li> <li>4. Signal Processing</li> <li>5. Digital Filtering</li> <li>6. Actuators</li> <li>7. Computer Vision and Kinematics</li> <li>8. Modeling and Control</li> <li>9. Review and Outlook</li> </ol> <p>The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website (<a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a>)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to be familiar with C programming.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				
Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.				
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUALity and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.				
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356				
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>

Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.
Voraussetzungen / Besonderes	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996 Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.

---

<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Arai</b>
Kurzbeschreibung	"Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				

Literatur

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

227-0945-11L

**Cell and Molecular Biology for Engineers**

W

6 KP

4G

C. Frei

*Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.*

Kurzbeschreibung

The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.

Lernziel

After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.

Inhalt

Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.

In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.

Skript	Scripts of all lectures will be available.		
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ►► Vertiefung: Signal Processing and Machine Learning

The core courses and specialization courses below are a selection for students who wish to specialize in the area of "Signal Processing and Machine Learning", see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/areas-of-specialisation.html>.

The individual study plan is subject to the tutor's approval.

### ►►► Kernfächer

These core courses are particularly recommended for the field of "Signal Processing and Machine Learning". You may choose core courses from other fields in agreement with your tutor.

A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc EEIT.

### ►►►► Foundation Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0220-00L	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>	W	8 KP	4V+2U+1A	F. Perez Cruz, F. Yang
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	

### ►►►► Advanced Core Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0427-10L	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	W	6 KP	4G	H.-A. Loeliger
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidden-Markov models</li> <li>- factor graphs and message passing algorithms</li> <li>- linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares</li> <li>- Gibbs sampling, particle filter</li> <li>- recursive local polynomial fitting for signal analysis</li> <li>- parameter learning by expectation maximization</li> <li>- linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps</li> <li>- binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications</li> </ul>				

Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.				
	We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.				
	H. Bölcskei and A. Bandeira				

<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	<i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i> It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.				
	Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.				
	The course will be held in English.				

### ►►► Vertiefungsfächer

*These specialization courses are particularly recommended for the area of "Signal Processing and Machine Learning", but you are free to choose courses from any other field in agreement with your tutor.*

*A minimum of 40 credits must be obtained from specialization courses during the MSc EEIT.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.</li> </ul>				
Lernziel	At the end of the course, the students will understand the fundamental concepts of communication networks and Internet-based communications. Specifically, students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like network infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).</li> </ul>				
	The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.				
	For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Skript	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Literatur	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross.				
Voraussetzungen / Besonderes	No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.				
<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul>				
	Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
	All written documents in English.				
Literatur	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				
<b>227-0418-00L</b>	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials.				
Skript	Lecture Notes (english)				
<b>227-0150-00L</b>	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.				

Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.  Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required

<b>227-0155-00L</b>	<b>Machine Learning on Microcontrollers ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Magno, L. Benini</b>
	<i>Registration in this class requires the permission of the instructors.</i>				
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) and artificial intelligence are pervading the digital society. Today, even low power embedded systems are incorporating ML, becoming increasingly "smart". This lecture gives an overview of ML methods and algorithms to process and extract useful near-sensor information in end-nodes of the "internet-of-things", using low-power microcontrollers (ARM-Cortex-M; RISC-V).				
Lernziel	Learn how to Process data from sensors and how to extract useful information with low power microprocessors using ML techniques. We will analyze data coming from real low-power sensors (accelerometers, microphones, ExG bio-signals, cameras...). The main objective is to study in detail how Machine Learning algorithms can be adapted to the performance constraints and limited resources of low-power microcontrollers becoming Tiny Machine learning algorithms.				
Inhalt	<p>The final goal of the course is a deep understanding of machine learning and its practical implementation on single- and multi-core microcontrollers, coupled with performance and energy efficiency analysis and optimization. The main topics of the course include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensors and sensor data acquisition with low power embedded systems</li> <li>- Machine Learning: Overview of supervised and unsupervised learning and in particular supervised learning ( Decision Trees, Random, Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Deep Learning, and Convolutional Networks)</li> <li>- Low-power embedded systems and their architecture. Low Power microcontrollers (ARM-Cortex M) and RISC-V-based Parallel Ultra Low Power (PULP) systems-on-chip.</li> <li>- Low power smart sensor system design: hardware-software tradeoffs, analysis, and optimization. Implementation and performance evaluation of ML in battery-operated embedded systems.</li> </ul> <p>The laboratory exercised will show how to address concrete design problems, like motion, gesture recognition, emotion detection, image, and sound classification, using real sensors data and real MCU boards.</p> <p>Presentations from Ph.D. students and the visit to the Digital Circuits and Systems Group will introduce current research topics and international research projects.</p>				
Skript	Script and exercise sheets. Books will be suggested during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Good experience in C language programming. Microprocessors and computer architecture. Basics of Digital Signal Processing. Some exposure to machine learning concepts is also desirable.				

<b>227-0424-00L</b>	<b>Model- and Learning-Based Inverse Problems in Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1P</b>	<b>V. Vishnevskiy</b>
Kurzbeschreibung	Reconstruction is an inverse problem which estimates images from noisy measurements. Model-based reconstructions use analytical models of the imaging process and priors. Data-based methods directly approximate inversion using training data. Combining these two approaches yields physics-aware neural nets and state-of-the-art imaging accuracy (MRI, US, CT, microscopy, non-destructive imaging).				
Lernziel	The goal of this course is to introduce the mathematical models of imaging experiments and practice implementation of numerical methods to solve the corresponding inverse problem. Students will learn how to improve reconstruction accuracy by introducing prior knowledge in the form of regularization models and training data. Furthermore, students will practice incorporating imaging model knowledge into deep neural networks.				



Inhalt	<p>The course is based on following fundamental fields: (i) numerical linear algebra, (ii) mathematical statistics and learning theory, (iii) convex optimization and (iv) signal processing. The first part of the course introduces classical linear and nonlinear methods for image reconstruction. The second part considers data-based regularization and covers modern deep learning approaches to inverse problems in imaging. Finally, we introduce advances in the actively developing field of experimental design in biomedical imaging (i.e. how to conduct an experiment in a way to enable the most accurate reconstruction).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: Examples of inverse problems, general introduction. Refresh prerequisites.</li> <li>2. Linear algebra in imaging: Refresh prerequisites. Demonstrate properties of operators employed in imaging.</li> <li>3. Linear inverse problems and regularization: Classical theory of inverse problems. Introduce notion of ill-posedness and regularization.</li> <li>3. Compressed sensing: Sparsity, basis-CS, TV-CS. Notion of analysis and synthesis forms of reconstruction problems. Application of PGD and ADMM to reconstruction.</li> <li>4. Advanced priors and model selection: Total generalized variation, GMM priors, vectorial TV, low-rank, and tensor models. Stein's unbiased risk estimator.</li> <li>5. Dictionary and prior learning: Classical dictionary learning. Gentle intro to machine learning. A lot of technical details about patch-models.</li> <li>6. Deep learning in image reconstruction: Generic convolutional-NN models (automap, residual filtering, u-nets). Talk about the data generation process. Characterized difference between model- and data-based reconstruction methods. Mode averaging.</li> <li>7. Loop unrolling and physics-aware networks for reconstruction: Autograd, Variational Networks, a lot of examples and intuition. Show how to use them efficiently, e.g. adding preconditioners, attention, etc.</li> <li>8. Generative models and uncertainty quantification: Amortized posterior, variational autoencoders, adversarial learning. Estimation uncertainty quantification.</li> <li>9. Inversible networks for estimation: Gradient flows in networks, invertible neural networks for estimation problems.</li> <li>10. Experimental design in imaging: Acquisition optimization for continuous models. How far can we exploit autograd?</li> <li>11. Signal sampling optimization in MRI. Reinforcement learning: Acquisition optimization for discrete models. Reinforce and policy gradients, variance minimization for discrete variables (RELAX, REBAR). Cartesian under-sampling pattern design</li> <li>12. Summary and exam preparation.</li> </ol>
Skript	Lecture slides with references will be provided during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to know the basics of (i) numerical linear algebra, (ii) applied methods of convex optimization, (iii) computational statistics, (iv) Matlab and Python.

<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Learning Theory               <ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Framework of Learning</li> <li>(b) Hypothesis Spaces and Target Functions</li> <li>(c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces</li> <li>(d) Bias-Variance Tradeoff</li> <li>(e) Estimation of Sample and Approximation Error</li> </ol> </li> <li>2. Classification               <ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Binary Classifier</li> <li>(b) Support Vector Machines (separable case)</li> <li>(c) Support Vector Machines (nonseparable case)</li> <li>(d) Kernel Trick</li> </ol> </li> <li>3. Lossy and Lossless Compression               <ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Basics of Compression</li> <li>(b) Compressed Sensing for General Sets and Measures</li> <li>(c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures</li> </ol> </li> </ol>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.				
<b>227-0478-00L</b>	<b>Acoustics II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Pieren</b>
Kurzbeschreibung	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Lernziel	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Inhalt	Electrical, mechanical and acoustical analogies. Transducers, microphones and loudspeakers, sound recording, sound reproduction, digital audio and auralization.				
Skript	available				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				

Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.		
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.		
Skript	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds		
Literatur	Available. Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.		
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267		
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6		
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8		
	Dissemination of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2		
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1		
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft

<b>227-0562-00L</b>	<b>Robot Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Yu</b>
Kurzbeschreibung	Learning robots presents both significant research challenges and great commercial opportunities. This course explores the research frontiers of robot learning and dives into building practical systems such as autonomous driving and humanoid robots. The lectures will cover advanced topics on machine learning, perception, control, planning, prediction, mapping, and reinforcement learning.				
Lernziel	Students will learn the advanced topics in perception and robotics to understand research frontiers and engineering practices in building learning robot systems. The lectures will cover the foundations in robot learning systems, including dynamic scene understanding, high-level reasoning, and decision making. Despite the immense scopes of those areas, we will focus on the advanced topics directly related to robot learning. The course will equip the students with knowledge and experience to start research works immediately in those areas. At the same time, students will learn how to apply those ideas and methods in practical systems and applications. So those interested in engineering careers can understand the boundaries between research explorations and practical solutions and how real-world robot systems work behind the scene.				
	Students will have a solid grasp of the main ideas and theories for robot learning. Besides, through a series of projects, students will gain hands-on experience building and running state-of-the-art models in dynamic scene understanding and reinforcement learning. Also, students will learn how to experiment with their robot systems in simulation environments.				

Inhalt The course assumes you have taken lectures in computer vision and machine learning, and you are familiar with conducting deep learning experiments. We aim to cover advanced CV and ML topics closely related to robot learning, and get you prepared for research study and advanced engineering solutions. We will cover the following areas and topics:

- 1) Dynamic 3D scene perception
  - 2D and 3D object detection and tracking
  - Multi-task learning
  - Geometry Processing
  - Visual localization
  - Visual mapping
- 2) Learning and reasoning
  - Meta-learning
  - Few-shot learning
  - Domain adaptation
  - Interactive learning
  - Causal reasoning
  - Lifelong learning
- 3) Decision making
  - Imitation learning
  - Model-free reinforcement learning
  - Model-based reinforcement learning
  - Inverse reinforcement learning
  - Hierarchical reinforcement learning
  - Learning to predict
  - Learning to plan
- 4) Applications
  - Autonomous driving
  - Object grasping
  - Object manipulation
  - Autonomous exploration

The deadline to deregister is two weeks after the first lecture.

Literatur The course doesn't use a particular textbook, but each lecture will have a reading list.

Voraussetzungen / Besonderes Those studies complement the existing ETH courses in computer vision, machine learning, and robotics because we will mainly focus on the advanced study of the covered topics. The students are expected to grasp those subjects in graduate studies before taking the course.

Please take note of the following conditions:

- 1) The number of participants is limited to 60 students (MSc and PhDs).
- 2) Students must have taken the exams in at least one computer vision course and one machine learning course at ETH.
- 3) Students are expected to be familiar with Python and PyTorch/Tensorflow to build deep learning models and conduct experiments.

The following courses are strongly recommended as prerequisites in each category:

- 1) Computer vision: "Visual Computing" or "Computer Vision" or "Image Analysis and Computer Vision" or "Machine Perception" or "3D Vision"
- 2) Machine learning: "Advanced Machine Learning" or "Probabilistic Artificial Intelligence" or "Statistical Learning Theory" or "Computational Intelligence Lab" or "Deep Learning" or "Computational Statistics"

"Introduction to Autonomous Mobile Robots" is recommended as the robotics background study.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>227-0707-00L</b>	<b>Optimization Methods for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Smajic, G. Beccuti</b>
Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierung spielt eine zunehmende Rolle sowohl bei der Entwicklung technischer Produkte als auch bei der Entwicklung numerischer Methoden. Die Studenten sollen lernen, geeignete Verfahren auszuwählen, weiter zu entwickeln und miteinander zu kombinieren um so praktische Probleme effizient zu lösen.				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				

<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				
<b>227-0973-00L</b>	<b>Translational Neuromodeling</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+1A</b>	<b>K. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.				
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.				
Inhalt	<p>This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.</p> <p>Lecture topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics</li> <li>2. Psychiatric nosology</li> <li>3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms</li> <li>4. Principles of Bayesian inference and generative modeling</li> <li>5. Variational Bayes (VB)</li> <li>6. Bayesian model selection</li> <li>7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)</li> <li>8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases</li> <li>9. Generative models of fMRI data</li> <li>10. Generative models of electrophysiological data</li> <li>11. Generative models of behavioural data</li> <li>12. Computational concepts of schizophrenia and depression</li> <li>13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients</li> </ol> <p>Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.</p> <p>PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of *both* MATLAB and Julia is required.</p>				
Literatur	See TNU website: <a href="https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching">https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of principles of statistics, programming skills in *both* MATLAB and Julia.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-1032-00L</b>	<b>Neuromorphic Engineering II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand</b>
	<i>Information für UZH Studierende:</i> <i>Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".				
Lernziel	Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.				

Inhalt	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".				
	The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.				
Literatur	S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	- Variational methods and optimization. - Deterministic annealing. - Clustering for diverse types of data. - Model validation by information theory.				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.				
	- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.				
	- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.				
	- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will:				
	1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video. 2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications. 3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision. 4. be able to critically analyze and assess current research in this area.				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.				

Lernziel	<p>Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.</p> <p>The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.</p>																																										
Inhalt	<p>We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.</p> <p>The course covers the following main areas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) Foundations of deep learning.</li> <li>II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).</li> <li>III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.</li> </ul> <p>Specific topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) Introduction to Deep Learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)</li> <li>b) Feedforward Networks</li> <li>c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)</li> <li>d) Convolutional Neural Networks</li> </ul> </li> <li>II) Advanced topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Latent variable models (VAEs)</li> <li>b) Generative adversarial networks (GANs)</li> <li>c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)</li> <li>d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows</li> <li>e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)</li> <li>f) Diffusion models</li> </ul> </li> <li>III) Applications in machine perception and computer vision: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)</li> <li>b) Pose estimation and other tasks involving human activity</li> <li>c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)</li> <li>d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling</li> </ul> </li> </ul>																																										
Literatur	<p>Deep Learning Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio</p>																																										
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning</p> <p>Please take note of the following conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge</li> <li>2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.</li> </ul> <p>The following courses are strongly recommended as prerequisites: * "Visual Computing" or "Computer Vision"</p> <p>The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.</p>																																										
Kompetenzen	<p>The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																									
	Verfahren und Technologien	geprüft																																									
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																									
	Problemlösung	geprüft																																									
	Projektmanagement	gefördert																																									
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																									
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																									
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																									
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert																																									
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																									
	Kreatives Denken	gefördert																																									
	Kritisches Denken	gefördert																																									
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																									
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																									
<b>252-3900-00L</b>	<p><b>Big Data for Engineers</b> <i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i></p>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>G. Fourny</b>																																						
Kurzbeschreibung	<p>This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?</p>																																										

Lernziel	<p>This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.</p> <p>The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.</p> <p>This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".</p> <p>Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.</p> <p>The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.</p> <p>After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.</p>
Inhalt	<p>This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.</p> <p>It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.</p> <p>We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.</p> <p>No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores</li> <li>- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)</li> <li>- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)</li> <li>- data shapes and models (tables, trees)</li> <li>- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)</li> <li>- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)</li> <li>- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)</li> <li>- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)</li> <li>- resource management (YARN)</li> <li>- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)</li> <li>- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)</li> <li>- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)</li> <li>- applications.</li> </ul> <p>Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.</p>
Skript	<p><a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a></p>
Literatur	<p>Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.</p> <p>Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.</p> <p>Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.</p>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5904-00L</b>	<b>Deep Learning for Computer Vision: Seminal Work</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Blum</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the first week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar covers seminal papers on the topic of deep learning for computer vision. The students will present and discuss the papers and gain an understanding of the most influential research in this area - both past and present.				
Lernziel	The objectives of this seminar are two-fold. Firstly, the aim is to provide a solid understanding of key contributions to the field of deep learning for vision (including a historical perspective as well as recent work). Secondly, the students will learn to critically read and analyse original research papers and judge their impact, as well as how to give a scientific presentation and lead a discussion on their topic.				
Inhalt	The seminar will start with introductory lectures to provide (1) a compact overview of challenges and relevant machine learning and deep learning research, and (2) a tutorial on critical analysis and presentation of research papers. Each student then chooses one paper from the provided collection to present during the remainder of the seminar. The students will be supported in the preparation of their presentation by the seminar assistants.				
Skript	The selection of research papers will be presented at the beginning of the semester.				
Literatur	The course "Machine Learning" is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

<b>401-3052-05L</b>	<b>Introduction to Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
	<i>This is the first half of the course unit 401-3052-10L Graph Theory. Notice that at most one of the two course units 401-3052-05L Introduction to Graph Theory and 401-3052-10L Graph Theory can be recognised for credits.</i>				
Kurzbeschreibung	Basic notions, trees, spanning trees, Caley's formula, vertex and edge connectivity, 2-connectivity, Mader's theorem, Menger's theorem, Eulerian graphs, Hamilton cycles, Dirac's theorem, matchings, theorems of Hall, König and Tutte, planar graphs, Euler's formula, basic non-planar graphs, graph colorings, greedy colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
	NOTICE: This course unit was previously offered as 252-1408-00L Graphs and Algorithms.				

<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				

## ►► Vertiefungen (alle): Wahlfächer

*Courses from the ETH course catalogue may be chosen in agreement with your tutor.*

*As an alternative to the elective courses, students may do a second semester project or an internship in industry. Please consult your tutor.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0812-00L	Ethics and AI: The Film	W	1 KP	2G	P. Kirchschräger, A. C. Notz



Kurzbeschreibung	In this collaborative seminar for ZHdK and ETH Students, we aim to bring together the creative vision and the technical expertise of both of Film and Information Technology and Electrical Engineering students to collaboratively craft a plot for a short film that explores the intricate ethical questions posed by the use of AI technologies.		
Lernziel	The aim of this seminar is to guide students through a structured process, from initial concept development to scriptwriting, ensuring that the film not only captivates its audience but also fosters deeper reflections on the ethical dimensions of AI. The students will be encouraged to use AI tools (LLM's, text to image programs, et al) for script writing and mood boards.		
Skript	Peter G. Kirchsclaeger (2023). Ethical Decision-Making. Baden-Baden: Nomos-Verlag.		
Literatur	Simon Blackburn (2021). Ethics: A Very Short Introduction, Oxford: Oxford University Press.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>227-0810-00L</b>	<b>Seminar: Critical Thinking</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
			<b>2S</b>
			<b>P. Kirchscläger, A. C. Notz</b>
Kurzbeschreibung	Critical thinking is one of the unique characteristics of humans. In this interdisciplinary seminar, we aim to explore the spheres and dimensions of critical thinking from the perspectives of art and ethics.		
Lernziel	In this seminar on "Critical Thinking", we aim to equip students with the essential skills needed to thrive in a dynamic, confusing and ever-changing field. We strive for exploring the fundamental principles of critical thinking and its application within the realm of research and technology.		
Inhalt	Through the increasing complexity of everyday reality, humans are – based on their moral capability – challenged to find insights into norms that are adequate to reality, and to consider in a more differentiated and better manner. In today's rapidly evolving technological innovation and development, the ability to think critically is paramount. In situations and cases where the sensitivity of humans for the rule-transcending uniqueness of the concrete come into play, ethics embraces critical thinking. This ethics beyond principles and norms accounts for the truth that in a concrete encounter with concrete persons in a concrete situation rules reach their limit, because the concrete in its uniqueness outranks the rule. Ethical and legal norms and their validity are of course not questioned. They are re-confirmed by this striving for justice. At the same time, ethics – by taking into account the rule-transcending uniqueness of the concrete – ensures that the ethical and legal norms serve humans and not vice-versa. This rule-transcending uniqueness of the concrete requires, however, ethically critical and constructive thinking by humans. In this seminar, we will delve into various aspects of critical thinking, including, artistic and ethical questioning, historical and social contextualization, thinking out of the box, logical deduction, holistic research and creative problem formulation. We will also look at different contemporary theoretical and philosophical discourses that provide alternative perspectives. By enhancing critical thinking skills, we will be better prepared to contribute to technological advancements and excel in their future careers in a sustainable way, taking different major planet developments into consideration (global change, climate crisis, future of work, society, et al.)		
Skript	Peter G. Kirchsclaeger (2023). Ethical Decision-Making. Baden-Baden: Nomos-Verlag.		
Literatur	Simon Blackburn (2021). Ethics: A Very Short Introduction, Oxford: Oxford University Press.		
	Immanuel Kant: What is Enlightenment? David Graeber: Anarchy – in a manner of Speaking (excerpts) Plato: The Allegory of the Cave Donna Haraway: A Cyborg Manifesto, 1991 Legacy Russell: Glitch Feminism - A Manifesto, 2020 Thomas Nagel: Right and Wrong Kate Crawford: Atlas of AI: Chapter Six: State, 2021 P. G. Kirchsclaeger: AI and the Complexity of Ethics, 2020 Ben Vickers and K Allado-McDowell: Atlas of an Anomalous AI, 2023		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Industriepraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1550-10L	<b>Internship in Industry ■</b> <i>Nur für Elektrotechnik und Informationstechnologie MSc (Studienreglement 2018).</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Es ist das Ziel der 12-wöchigen Praxis (Vollzeit), Master-Studierenden die industriellen Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				
Lernziel	siehe oben				

## ► Master-Studium (Studienreglement 2008)

### ►► Fächer der Vertiefung

*Insgesamt 42 KP müssen im Masterstudium aus Vertiefungsfächern erreicht werden. Der individuelle Studienplan unterliegt der Zustimmung eines Tutors.*

### ►►► Communication

### ►►►► Kernfächer

*Diese Fächer sind besonders Empfohlen, um sich in "Communication" zu vertiefen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0147-00L	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul>				
Skript	<p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p> <p>H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.</p>				
Literatur	All written documents in English.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.</p> <p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				

227-0148-00L	<b>VLSI 4: Practical VLSI: Measurement and Testing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	In this revamped course, we will concentrate on practical aspects of modern integrated circuit testing with an emphasis on hands-on-experience on an IC tester. This will help students to better understand several aspects that have been highlighted in previous VLSI lecture series and allow them to test their own ICs designed during prior semester/bachelor theses.				
Lernziel	<p>In this course, students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Get hands-on experience working in a modern IC Test laboratory and learn the steps needed to bring-up, characterize and test digital integrated circuits.</li> <li>- Develop problem solving skills and get experience in approaching issues that involve many different engineering steps.</li> <li>- Gather first hand experience how Design-For-Test (DFT) methodologies help for IC Design, and understand the trade-offs between performance and testability.</li> <li>- Learn about challenges of IC Manufacturing process, and what kind of failures can be encountered, and get a deeper understanding of IC Design process</li> <li>- For students that have worked on a prior bachelor/semester thesis on an IC design project, allow them to test their own IC.</li> </ul>				

Inhalt	<p>If you want to earn money by selling ICs, you will have to deliver a product that will function properly with a very large probability. This lecture will be discussing how this can be achieved.</p> <p>The main point of emphasis will be hands-on-exercises on a state-of-the-art automated test equipment (Advantest SoC V93000) where students will work in groups of two (or maximum three). Students will be able to schedule their exercises so that it fits their individual schedule.</p> <p>There will also be concentrated classroom lectures that will convey the necessary information that students will need for the exercises which will cover aspects of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Economics of testing</li> <li>- CMOS manufacturing and fault models, stuck at faults</li> <li>- Automated Test Equipment</li> <li>- Measuring timing and power</li> <li>- Testing of memories</li> <li>- Built in Self-Test (BIST)</li> </ul> <p>There will be 10 lectures (some weeks will be lecture free, exact schedule to be communicated) and 8 exercises. The final exercise will involve individual work where students test an IC with the knowledge they gained from previous exercises. Students that complete this exercise and present a test report (4-10 pages) will pass the course.</p> <p>Please note that the exercises in this class are involved and will require you to make preparations in advance. Expect to spend at least 4 hours of your own time for exercise preparations, and expect at least three individual half day sessions for the final exercise where you test the IC to qualify for a passing grade. It will be possible to finish the exercises until the end of July.</p>
Skript	The following book will accompany students during the lecture: "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits" by Michael L. Bushnell and Vishwani D. Agrawal, Springer, 2004. This book is available online within ETH through <a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406">http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406</a>
Literatur	Course website: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>
Voraussetzungen / Besonderes	VLSI4 is meant for students interested in digital IC Design and especially for students that are planning or have already done a bachelor/semester thesis on IC Design.
	Although not strictly necessary, VLSI2 would be quite helpful for students visiting this lecture, VLSI2 and VLSI4 can be visited at the same time.
	Other lectures of the VLSI series (VLSI1, VLSI3) are not needed to follow VLSI4.
	Course website for up to date information: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>

227-0418-00L	Algebra and Error Correcting Codes	W	6 KP	4G	H.-A. Loeliger
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
Skript	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials. Lecture Notes (english)				

227-0420-00L	Information Theory II	W	6 KP	4G	A. Lapidoth
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				

227-0427-10L	Model-Based Estimation and Signal Analysis	W	6 KP	4G	H.-A. Loeliger
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hidden-Markov models</li> <li>- factor graphs and message passing algorithms</li> <li>- linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares</li> <li>- Gibbs sampling, particle filter</li> <li>- recursive local polynomial fitting for signal analysis</li> <li>- parameter learning by expectation maximization</li> <li>- linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps</li> <li>- binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications</li> </ul>				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				

227-0558-00L	Principles of Distributed Computing	W	7 KP	2V+2U+2A	R. Wattenhofer
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				

Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.		
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.		
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds		
Skript	Available.		
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.		
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267		
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6		
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8		
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2		
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1		
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft

### ▶▶▶▶ Empfohlene Fächer

*Diese Fächer sind eine Empfehlung. Sie können Fächer aus allen Vertiefungsrichtungen wählen. Sprechen Sie mit Ihrem Tutor.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0111-00L</b>	<b>Communication Electronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>H. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Electronics for communications systems, with emphasis on realization. Low noise amplifiers, modulators and demodulators, transmit amplifiers and oscillators are discussed in the context of wireless communications. Wireless receiver, transmitter and frequency synthesizer will be described. Importance of and trade offs among sensitivity, linearity and selectivity are discussed extensively.				
Lernziel	Foundation course for understanding modern electronic circuits for communication applications. We learn how theoretical communications principles are reduced to practice using transistors, switches, inductors, capacitors and resistors. The harsh environment such communication electronics will be exposed to and the resulting requirements on the sensitivity, linearity and selectivity help explain the design trade offs encountered in every circuit block found in a modern transceiver.				
Inhalt	Accounting for more than two trillion dollars per year, communications is one of the most important drivers for advanced economies of our time. Wired networks have been a key enabler to the internet age and the proliferation of search engines, social networks and electronic commerce, whereas wireless communications, cellular networks in particular, have liberated people and increased productivity in developed and developing nations alike. Integrated circuits that make such communications devices light weight and affordable have played a key role in the proliferation of communications. This course introduces our students to the key components that realize the tangible products in electronic form. We begin with an introduction to wireless communications, and describe the harsh environment in which a transceiver has to work reliably. In this context we highlight the importance of sensitivity or low noise, linearity, selectivity, power consumption and cost, that are all vital to a competitive device in such applications. We shall review bipolar and MOS devices from a designer's perspectives, before discussing basic amplifier structures - common emitter/source, common base/gate configurations, their noise performance and linearity, impedance matching, and many other things one needs to know about a low noise amplifier. We will discuss modulation, and the mixer that enables its implementation. Noise and linearity form an inseparable part of the discussion of its design, but we also introduce the concept of quadrature demodulator, image rejection, and the effects of mismatch on performance. When mixers are used as a modulator the signals they receive are usually large and the natural linearity of transistors becomes insufficient. The concept of feedback will be introduced and its function as an improver of linearity studied in detail. Amplifiers in the transmit path are necessary to boost the power level before the signal leaves an integrated circuit to drive an even more powerful amplifier (PA) off chip. Linearized pre-amplifiers will be studied as part of the transmitter. A crucial part of a mobile transceiver terminal is the generation of local oscillator signals at the desired frequencies that are required for modulation and demodulation. Oscillators will be studied, starting from stability criteria of an electronic system, then leading to criteria for controlled instability or oscillation. Oscillator design will be discussed in detail, including that of crystal controlled oscillators which provide accurate time base. An introduction to phase-locked loops will be made, illustrating how it links a variable frequency oscillator to a very stable fixed frequency crystal oscillator, and how phase detector, charge pump and programmable dividers all serve to realize an agile frequency synthesizer that is very stable in each frequency synthesized.				
Skript	Script is available online under <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course Analog Integrated Circuits is recommended as preparation for this course.				

<b>227-0112-00L</b>	<b>High-Speed Signal Propagation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Bolognesi, T. Popovic</b>
Kurzbeschreibung	Understanding of high-speed signal propagation in microwave cables and integrated circuits and printed circuit boards.				
	As clock frequencies rise in the GHz domain, there is a need grasp signal propagation to maintain good signal integrity in the face of symbol interference and cross-talk.				
Lernziel	The course is of high value to all interested in high-speed analog (RF, microwave) or digital systems. Understanding of high-speed signal propagation in interconnects, microwave cables and integrated transmission lines such as microwave integrated circuits and/or printed circuit boards.				
	As system clock frequencies continuously rise in the GHz domain, a need urgently develops to understand high-speed signal propagation in order to maintain good signal integrity in the face of phenomena such as inter-symbol interference (ISI) and cross-talk.				
	Concepts such as Scattering parameters (or S-parameters) are key to the characterization of networks over wide bandwidths. At high frequencies, all structures effectively become "transmission lines." Unless care is taken, it is highly probable that one ends-up with a bad transmission line that causes the designed system to malfunction.				
	Filters will also be considered because it turns out that some of the problems associated by lossy transmission channels (lines, cables, etc) can be corrected by adequate filtering in a process called "equalization."				
Inhalt	Transmission line equations of the lossless and lossy TEM-transmission line. Introduction of current and voltage waves. Representation of reflections in the time and frequency domain. Application of the Smith chart. Behavior of low-loss transmission lines. Attenuation and impulse distortion due to skin effect. Transmission line equivalent circuits. Group delay and signal dispersion. Coupled transmission lines. Scattering parameters. Butterworth-, Chebychev- and Bessel filter approximations: filter synthesis from low-pass filter prototypes.				
Skript	Skript: Leitungen und Filter (DE) Lecture notes in English Exercise slides and problems in English				
Literatur	David M. Pozar, Microwave Engineering				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to:				
	- understand how the Internet works; - build and operate Internet-like infrastructures; - identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.				
Lernziel	At the end of the course, the students will understand the fundamental concepts of communication networks and Internet-based communications. Specifically, students will be able to:				
	- understand how the Internet works; - build and operate Internet-like network infrastructures; - identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).				
	The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.				
	For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Skript	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Literatur	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross.				
Voraussetzungen / Besonderes	No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.				
<b>227-0128-00L</b>	<b>Synthesis of Digital Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Josipovic</b>
Kurzbeschreibung	This course covers theoretical and practical aspects of hardware compilation and synthesis. It provides a comprehensive view into the design flow of digital circuits and presents algorithms, tools, and methods to generate digital circuits from high-level descriptions. It discusses recent advancements and current challenges of high-level synthesis (HLS) for FPGAs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide students with an in-depth understanding of the hardware design process and hardware compilation techniques. The students will learn how to differentiate software and hardware design models. They will be able to apply high-level synthesis (HLS) concepts to design hardware from software specifications. They will be able to contrast various HLS methods, assess the area-performance tradeoffs of different HLS solutions, and identify challenges and limitations of current FPGA-oriented HLS approaches.				

Inhalt	<p>The course will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hardware design flow and introduction to high-level synthesis (HLS)</li> <li>- Static code analysis and optimization</li> <li>- Classic HLS algorithms for scheduling (e.g., ASAP, ALAP, List scheduling)</li> <li>- Classic HLS algorithms for sharing and binding (e.g., Left-edge algorithm)</li> <li>- Pipelining and SDC modulo scheduling</li> <li>- Polyhedral code analysis and optimization</li> <li>- Applications of HLS for FPGAs</li> <li>- Challenges of modern HLS for FPGAs</li> <li>- Recent HLS advancements and alternative HLS approaches</li> </ul> <p>The course will be divided into two main blocks. The first block will consist of classical lectures, accompanied by exercises. The second block will interleave lectures with: (1) practical work that will introduce students to a standard HLS flow for FPGAs and (2) student presentations of recent research topics on HLS and FPGA design.</p>			
Skript	Lecture notes will be provided on the course website.			
Literatur	Literature will be provided on the course website.			
Voraussetzungen / Besonderes	The course requires a basic understanding of digital circuit design and computer architecture. A background in FPGA design is not required.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert geprüft geprüft gefördert geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>
	<i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>			
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.			
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.			
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.			
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.			
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.			
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Verhandlung	geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft	
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of			
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction			
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension			
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.			

Inhalt	Mathematics of Information
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma
	Mathematics of Learning
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.  H. Bölcskei and A. Bandeira

227-0438-00L	Wireless Communications	W	6 KP	2V+2U	C. Studer
Kurzbeschreibung	The course teaches the fundamentals of wireless communication as well as state-of-the-art technologies used in modern wireless systems. The main topics are wireless channels, data detection, multi-antenna and multi-user communication, information theory of wireless systems, and emerging technologies. The exercises cover theoretical aspects as well as modeling of wireless systems using MATLAB.				
Lernziel	After attending the lectures, participating in the exercise sessions, and working on the homework problems (which include MATLAB coding assignments), the students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the key principles and trade-offs of modern wireless system design</li> <li>• analyze wireless channels and existing wireless communication systems</li> <li>• apply the fundamental principles to design new wireless communication systems</li> <li>• create software-based simulation frameworks to model complex wireless systems</li> </ul>				
Inhalt	This course focuses on the fundamentals of modern wireless communication systems. The course begins with the basics of wireless channels and discusses the main building blocks of modern wireless transceivers. The topics include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wireless channels, multi-path propagation, and de/modulation</li> <li>• Geometrical and statistical channel models</li> <li>• Delay spread and coherence bandwidth; Doppler spread and coherence time</li> <li>• Diversity techniques (time, frequency, space, and multi-user) and space-time coding</li> <li>• Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)</li> <li>• Multi-antenna and multiple-input multiple-output (MIMO) technologies</li> <li>• MIMO data detection and beamforming</li> <li>• Multi-user (MU) communication</li> <li>• Basic information theory for wireless channels</li> <li>• Basic forward error correction schemes</li> <li>• Emerging topics: millimeter-wave communication and massive MU-MIMO</li> </ul> The exercises cover theoretical aspects as well as the basics of software-based communication-system-modeling in MATLAB and Monte-Carlo simulation techniques.				
Skript	Lecture notes are written in English and will be provided at the beginning of semester.				
Literatur	A set of handouts covering digital communication basics and mathematical preliminaries will be available on Moodle. For further reading, we recommend the following books: <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Tse and P. Viswanath, "Fundamentals of Wireless Communication," Cambridge University Press, 2005</li> <li>• J. G. Proakis and M. Salehi, "Digital Communications," McGraw-Hill, 2008, 5th Ed.</li> <li>• T. M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of Information Theory," Wiley, 1991</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	This class will be taught in English. The oral exam will be in English. The oral exam will include questions on the topics covered in all the lectures, supplementary reading material, and exercises. The prerequisites for this course are basic knowledge of digital communications, random processes, and detection theory.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		

227-0455-00L	Terahertz: Technology and Applications	W	5 KP	3G+3A	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.  The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.				

Inhalt	<p>PART I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INTRODUCTION -</li> <li>Chapter 1: Introduction to THz Physics</li> <li>Chapter 2: Components of THz Technology</li> </ul> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chapter 3: THz Generation</li> <li>Chapter 4: THz Detection</li> <li>Chapter 5: THz Manipulation</li> </ul> <p>- APPLICATIONS -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication</li> <li>Chapter 7: THz Non-destructive Testing</li> <li>Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</li> </ul> <p>PART 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PROJECT WORK -</li> <li>Short project work related to the topics covered in the lecture.</li> <li>Short presentation of the learnings from the project work.</li> <li>Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</li> </ul>
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009</li> <li>- Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required.</p> <p>Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.</p>

227-0478-00L	Acoustics II	W	3 KP	2G	R. Pieren
Kurzbeschreibung	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Lernziel	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Inhalt	Electrical, mechanical and acoustical analogies. Transducers, microphones and loudspeakers, sound recording, sound reproduction, digital audio and auralization.				
Skript	available				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Konzepte und Theorien		gefördert
			Verfahren und Technologien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		gefördert
			Problemlösung		gefördert

252-0526-00L	Statistical Learning Theory	W	8 KP	3V+2U+2A	J. M. Buhmann
	<i>Takes place for the last time!</i>				
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning)</p> <p>Basic knowledge of statistics.</p>				

## ▶▶▶ Computers and Networks

### ▶▶▶▶ Kernfächer

*Diese Fächer sind besonders Empfohlen, um sich in "Computers and Networks" zu vertiefen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0558-00L	Principles of Distributed Computing	W	7 KP	2V+2U+2A	R. Wattenhofer
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				



Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.		
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds		
Skript	Available.		
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.		
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267		
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6		
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8		
	Dissemination of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2		
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1		
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft

## ►►►► Empfohlene Fächer

*Diese Fächer sind eine Empfehlung. Sie können Fächer aus allen Vertiefungsrichtungen wählen. Sprechen Sie mit Ihrem Tutor.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
Kompetenzen	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				

Literatur T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006  
 Voraussetzungen / Basic introductory course on Information Theory.  
 Besonderes

<b>227-0559-00L</b>	<b>Seminar in Deep Neural Networks</b> <i>Number of participants limited to 25.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar participating students present and discuss recent research papers in the area of deep neural networks.				
Lernziel	We aim at giving the students an in depth view on the current advances in the area by discussing recent papers as well as discussing current issues and difficulties surrounding deep neural networks. The students will learn to read, evaluate and challenge research papers, prepare coherent scientific presentations and lead a discussion on their topic.				
Inhalt	The seminar will cover a range of research directions, with a focus on Graph Neural Networks, Algorithmic Learning, Reinforcement Learning and Natural Language Processing. It will be structured in blocks with each focus area being briefly introduced before presenting and discussing recent research papers. Papers will be allocated to the students based on their preferences.				
	For more information see <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .				
Skript	Slides of presentations will be made available.				
Literatur	The paper selection can be found on <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	It is expected that students have prior knowledge and interest in machine and deep learning, for instance by having attended appropriate courses.				

<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung		geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken		gefördert gefördert	

<b>227-0559-10L</b>	<b>Seminar in Sustainable Networking</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Vanbever, R. Jacob</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, students review, present, and discuss recent research papers on computer networks, with a focus on sustainable networking.				
Lernziel	By the end of the seminar, students will be able to				
	1. Read efficiently and assess critically scientific papers; 2. Discuss technical topics with an audience of peers; 3. Discuss the challenges of sustainable computing and networking.				
Inhalt	**The seminar will only start on the semester week 2 (Thurs. 29.02)**				
	The seminar will start with one introductory session. From the third week, participating students will start reviewing, presenting, and discussing research papers. Two papers will be discussed every two weeks. Each student must choose a paper from a given list, prepare and give a (short) presentation on the paper's topic, and lead the follow-up discussion. In addition, all students submit one (short) review for the two papers presented every week in class.				
	Students will be evaluated based on their reviews, their presentation, and their leadership of and participation in the paper discussions.				
	The exact course content varies over time. For details, refers to the course website: <a href="https://seminar-net.ethz.ch/">https://seminar-net.ethz.ch/</a>				
Literatur	The paper selection will be made available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Communication Networks (227-0120-00L) or equivalents.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung		geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien Kommunikation		gefördert geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	

<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
---------------------	--	----------	-------------	--------------	----------------

Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.		
Lernziel	<p>In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.</p> <p>The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.</p> <p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>		
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p> <p>Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.</p>		
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

<b>227-2211-00L</b>	<b>Seminar in Computer Architecture ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Sadrosadati, Y. Liang</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar course covers fundamental and cutting-edge research papers in computer architecture. It has multiple components that are aimed at improving students' (1) technical skills in computer architecture, (2) critical thinking and analysis abilities on computer architecture concepts, as well as (3) technical presentation of concepts and papers in both spoken and written forms.				
Lernziel	The main objective is to learn how to rigorously analyze and present papers and ideas on computer architecture. We will have rigorous presentation and discussion of selected papers during lectures and a written report delivered by each student at the end of the semester.				
Inhalt	This course is for those interested in computer architecture. Registered students are expected to attend every meeting, participate in the discussion, and create a synthesis report at the end of the course.				
	Topics will center around computer architecture. We will, for example, discuss papers on hardware security; accelerators for key applications like machine learning, graph processing and bioinformatics; memory systems; interconnects; processing in memory; various fundamental and emerging paradigms in computer architecture; hardware/software co-design and cooperation; fault tolerance; energy efficiency; heterogeneous and parallel systems; new execution models; predictable computing, etc.				
Skript	All materials will be posted on the course website: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/</a> Past course materials, including the synthesis report assignment, can be found in the Fall 2020 website for the course: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php</a>				
Literatur	Key papers and articles, on both fundamentals and cutting-edge topics in computer architecture will be provided and discussed. These will be posted on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Digital Design and Computer Architecture OR Digital Circuits / Computer Engineering				
	Students should (1) have done very well in Digital Design and Computer Architecture , Digital Circuits or a similar course and (2) show a genuine interest in Computer Architecture.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ▶▶▶ Electronics and Photonics

### ▶▶▶▶ Kernfächer

Diese Fächer sind besonders Empfohlen, um sich in "Electronics and Photonics" zu vertiefen.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0111-00L</b>	<b>Communication Electronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>H. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Electronics for communications systems, with emphasis on realization. Low noise amplifiers, modulators and demodulators, transmit amplifiers and oscillators are discussed in the context of wireless communications. Wireless receiver, transmitter and frequency synthesizer will be described. Importance of and trade offs among sensitivity, linearity and selectivity are discussed extensively.				
Lernziel	Foundation course for understanding modern electronic circuits for communication applications. We learn how theoretical communications principles are reduced to practice using transistors, switches, inductors, capacitors and resistors. The harsh environment such communication electronics will be exposed to and the resulting requirements on the sensitivity, linearity and selectivity help explain the design trade offs encountered in every circuit block found in a modern transceiver.				
Inhalt	<p>Accounting for more than two trillion dollars per year, communications is one of the most important drivers for advanced economies of our time. Wired networks have been a key enabler to the internet age and the proliferation of search engines, social networks and electronic commerce, whereas wireless communications, cellular networks in particular, have liberated people and increased productivity in developed and developing nations alike. Integrated circuits that make such communications devices light weight and affordable have played a key role in the proliferation of communications.</p> <p>This course introduces our students to the key components that realize the tangible products in electronic form. We begin with an introduction to wireless communications, and describe the harsh environment in which a transceiver has to work reliably. In this context we highlight the importance of low noise, linearity, selectivity, power consumption and cost, that are all vital to a competitive device in such applications.</p> <p>We shall review bipolar and MOS devices from a designer's perspectives, before discussing basic amplifier structures - common emitter/source, common base/gate configurations, their noise performance and linearity, impedance matching, and many other things one needs to know about a low noise amplifier.</p> <p>We will discuss modulation, and the mixer that enables its implementation. Noise and linearity form an inseparable part of the discussion of its design, but we also introduce the concept of quadrature demodulator, image rejection, and the effects of mismatch on performance. When mixers are used as a modulator the signals they receive are usually large and the natural linearity of transistors becomes insufficient. The concept of feedback will be introduced and its function as an improver of linearity studied in detail.</p> <p>Amplifiers in the transmit path are necessary to boost the power level before the signal leaves an integrated circuit to drive an even more powerful amplifier (PA) off chip. Linearized pre-amplifiers will be studied as part of the transmitter.</p> <p>A crucial part of a mobile transceiver terminal is the generation of local oscillator signals at the desired frequencies that are required for modulation and demodulation. Oscillators will be studied, starting from stability criteria of an electronic system, then leading to criteria for controlled instability or oscillation. Oscillator design will be discussed in detail, including that of crystal controlled oscillators which provide accurate time base.</p> <p>An introduction to phase-locked loops will be made, illustrating how it links a variable frequency oscillator to a very stable fixed frequency crystal oscillator, and how phase detector, charge pump and programmable dividers all serve to realize an agile frequency synthesizer that is very stable in each frequency synthesized.</p>				
Skript	Script is available online under <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course Analog Integrated Circuits is recommended as preparation for this course.				
<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				

Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
Literatur	All written documents in English. H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				
<b>227-0150-00L</b>	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.				
Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.				
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).				
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.				
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.</p> <p>Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required</p>				
<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emboras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	<p>The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to quantum transport modeling</li> <li>- Bandstructure representation and effective mass approximation</li> <li>- Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation</li> <li>- Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation</li> <li>- Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations</li> <li>- Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors</li> <li>- Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor</li> <li>- Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...)</li> <li>- Multi-band transport models</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				

Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft

<b>227-0655-00L</b>	<b>Nonlinear Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Nonlinear Optics deals with the interaction of light with matter. I.e. the response of insulators, metals, semiconductors or metamaterials to light and the mathematical framework (classical and quantum mechanical) to describe the phenomena. It is the goal to understand phenomena such as the refractive index, the electro-optic effect, rectification, harmonic generation, FWM, soliton propagation,...				
Lernziel	The important nonlinear optical phenomena are understood and can be classified. The effects can be described mathematical by means of the susceptibility. Participants will be able to design and invent novel photonic, plasmonic or quantum devices.				
Inhalt	Chapter 1: The Wave Equations in Nonlinear Optics Chapter 2: Nonlinear Effects - An Overview Chapter 3: The Nonlinear Optical Susceptibility - Classical and Quantummechanical Derivations Chapter 4: Second Harmonic Generation Chapter 5: The Electro-Optic Effect and the Electro-Optic Modulator Chapter 6: Acousto-Optic Effect Chapter 7: Nonlinear Effects of Third Order Chapter 8: Nonlinear Effects in Media with Gain				
Literatur	Lecture notes are distributed. For students enrolled in the course, additional information, lecture notes and exercises can be found on moodle ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> ).				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics				

### ►►►► Empfohlene Fächer

*Diese Fächer sind eine Empfehlung. Sie können Fächer aus allen Vertiefungsrichtungen wählen. Sprechen Sie mit Ihrem Tutor.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0117-10L</b>	<b>Mess- und Versuchstechnik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck, P. Simka</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Versuchs- und Messtechnik, wie sie Grundlage in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften ist. Die Vorlesung ist stark praxis- und anwendungsorientiert, und beinhaltet mehrere praktische Versuche. Die Inhalte «Mess- und Versuchstechnik» sind für alle Fachgebiete der Elektrotechnik relevant, und werden an Beispielen aus verschiedenen Bereichen eingeführt.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende elektrische Versuche durchführen und Messdaten, insbesondere mit dem Oszilloskop, erheben.</li> <li>• ein sinnvolles Messprotokoll führen, ein klares Versuchsprotokoll erstellen und die Messgenauigkeit des Versuchs abschätzen.</li> <li>• grundlegende Ursachen elektromagnetischer Störungen sowie Methoden zur Vermeidung, Reduktion oder Abschirmung beschreiben und anwenden.</li> <li>• verschiedene Methoden zur Erzeugung und Messung von (hohen) Spannungen erklären und anwenden, sowie dazugehörige Größen berechnen.</li> </ul>				
Inhalt	- Messtechnik, Messunsicherheit, Messprotokolle - Erzeugung und Messung hoher Spannungen - Elektromagnetische Verträglichkeit - Laborpraktika				
Skript	Vorlesungsunterlagen				
Literatur	J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser Verlag, 7. Auflage, 2015 (ISBN: 978-3446442719) A. Schwab, Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 6. Auflage, 2010 (ISBN: 978-3642166099)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
Soziale Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		

<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be thought. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, copplers (MMI-couplers,...), Holograms,...				

Inhalt	Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser				
Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>227-0148-00L</b>	<b>VLSI 4: Practical VLSI: Measurement and Testing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	In this revamped course, we will concentrate on practical aspects of modern integrated circuit testing with an emphasis on hands-on-experience on an IC tester. This will help students to better understand several aspects that have been highlighted in previous VLSI lecture series and allow them to test their own ICs designed during prior semester/bachelor theses.				
Lernziel	In this course, students will: - Get hands-on experience working in a modern IC Test laboratory and learn the steps needed to bring-up, characterize and test digital integrated circuits. - Develop problem solving skills and get experience in approaching issues that involve many different engineering steps. - Gather first hand experience how Design-For-Test (DFT) methodologies help for IC Design, and understand the trade-offs between performance and testability. - Learn about challenges of IC Manufacturing process, and what kind of failures can be encountered, and get a deeper understanding of IC Design process - For students that have worked on a prior bachelor/semester thesis on an IC design project, allow them to test their own IC.				
Inhalt	If you want to earn money by selling ICs, you will have to deliver a product that will function properly with a very large probability. This lecture will be discussing how this can be achieved.  The main point of emphasis will be hands-on-exercises on a state-of-the-art automated test equipment (Advantest SoC V93000) where students will work in groups of two (or maximum three). Students will be able to schedule their exercises so that it fits their individual schedule.  There will also be concentrated classroom lectures that will convey the necessary information that students will need for the exercises which will cover aspects of - Economics of testing - CMOS manufacturing and fault models, stuck at faults - Automated Test Equipment - Measuring timing and power - Testing of memories - Built in Self-Test (BIST)  There will be 10 lectures (some weeks will be lecture free, exact schedule to be communicated) and 8 exercises. The final exercise will involve individual work where students test an IC with the knowledge they gained from previous exercises. Students that complete this exercise and present a test report (4-10 pages) will pass the course.  Please note that the exercises in this class are involved and will require you to make preparations in advance. Expect to spend at least 4 hours of your own time for exercise preparations, and expect at least three individual half day sessions for the final exercise where you test the IC to qualify for a passing grade. It will be possible to finish the exercises until the end of July.				
Skript	The following book will accompany students during the lecture: "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits" by Michael L. Bushnell and Vishwani D. Agrawal, Springer, 2004. This book is available online within ETH through <a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406">http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406</a>				
Literatur	Course website: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	VLSI4 is meant for students interested in digital IC Design and especially for students that are planning or have already done a bachelor/semester thesis on IC Design.  Although not strictly necessary, VLSI2 would be quite helpful for students visiting this lecture, VLSI2 and VLSI4 can be visited at the same time.  Other lectures of the VLSI series (VLSI1, VLSI3) are not needed to follow VLSI4.  Course website for up to date information: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a>				
<b>227-0155-00L</b>	<b>Machine Learning on Microcontrollers ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Magno, L. Benini</b>
	<i>Registration in this class requires the permission of the instructors.</i>				
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) and artificial intelligence are pervading the digital society. Today, even low power embedded systems are incorporating ML, becoming increasingly "smart". This lecture gives an overview of ML methods and algorithms to process and extracts useful near-sensor information in end-nodes of the "internet-of-things", using low-power microcontrollers (ARM-Cortex-M; RISC-V).				
Lernziel	Learn how to Process data from sensors and how to extract useful information with low power microprocessors using ML techniques. We will analyze data coming from real low-power sensors (accelerometers, microphones, ExG bio-signals, cameras...). The main objective is to study in detail how Machine Learning algorithms can be adapted to the performance constraints and limited resources of low-power microcontrollers becoming Tiny Machine learning algorithms.				

Inhalt The final goal of the course is a deep understanding of machine learning and its practical implementation on single- and multi-core microcontrollers, coupled with performance and energy efficiency analysis and optimization. The main topics of the course include:

- Sensors and sensor data acquisition with low power embedded systems
- Machine Learning: Overview of supervised and unsupervised learning and in particular supervised learning ( Decision Trees, Random, Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Deep Learning, and Convolutional Networks)
- Low-power embedded systems and their architecture. Low Power microcontrollers (ARM-Cortex M) and RISC-V-based Parallel Ultra Low Power (PULP) systems-on-chip.
- Low power smart sensor system design: hardware-software tradeoffs, analysis, and optimization. Implementation and performance evaluation of ML in battery-operated embedded systems.

The laboratory exercised will show how to address concrete design problems, like motion, gesture recognition, emotion detection, image, and sound classification, using real sensors data and real MCU boards.

Presentations from Ph.D. students and the visit to the Digital Circuits and Systems Group will introduce current research topics and international research projects.

Skript Script and exercise sheets. Books will be suggested during the course.

Voraussetzungen / Besonderes Prerequisites: Good experience in C language programming. Microprocessors and computer architecture. Basics of Digital Signal Processing. Some exposure to machine learning concepts is also desirable.

---

**227-0160-00L Fundamentals of Physical Modeling and Simulations W 6 KP 2V+2U+1P J. Smajic**

Kurzbeschreibung Mathematical description of different physical phenomena and numerical methods for solving the obtained equations are discussed. The course presents the fundamentals of mathematical modeling including ordinary and partial differential equations along with boundary and initial conditions. Finite Difference Method and Finite Element Method for solving boundary value problems are shown in detail.

Lernziel After completing this course a student will understand the main idea of representing physical phenomena with mathematical equations, will be able to apply an appropriate numerical method for solving the obtained equations, and will possess the knowledge to qualitatively evaluate the obtained results.

Inhalt

- Introduction to physical modeling and simulations
- Numerical methods for solving boundary (initial) value problems
  - Finite difference method (FDM)
  - Finite element method (FEM)
- Boundary (initial) value problems of different physical phenomena
  - Static and dynamic electric current distribution in solid conductors
  - Static und dynamic electric charge transport in semiconductors
  - Induced eddy currents in low frequency range (with numerous examples from the area of electrical energy technology)
  - Wave propagation in the RF-, microwave-, and optical frequency range (with numerous examples relevant for communication technology)
  - Static and dynamic temperature distribution in solid bodies (with numerous examples relevant for electrical energy technology)
  - Static and dynamic mechanical structural analysis (with numerous examples from the area of MEMS technology)

Skript Lecture notes, Matlab programs, exercises and their solutions will be handed out.

Literatur J. Smajic, "How To Perform Electromagnetic Finite Element Analysis", The International Association for the Engineering Modelling, Analysis & Simulation Community (NAFEMS), NAFEMS Ltd., Hamilton, UK, 2016.

Voraussetzungen / Besonderes Fundamentals of Electromagnetic Fields, and Bachelor Lectures on Physics.

---

**227-0161-00L Molecular and Materials Modelling W 6 KP 2V+2U D. Passerone, C. Pignedoli**

Kurzbeschreibung The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.

Lernziel The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.

Inhalt

- Classical force fields in molecular and condensed phase systems
- Methods for finding stationary states in a potential energy surface
- Monte Carlo techniques applied to nanoscience
- Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties
- From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions
- Condensed phase systems: from periodicity to band structure
- Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations
- Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies
- The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds

Skript A script will be made available and complemented by literature references.

Literatur D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.

M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.

C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004

G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.

K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.

E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.

---

**227-0303-00L Brain Inspired Computing: Bridging Device Physics to W 6 KP 2V+2U+1A A. Emboras, G. Indiveri**

**Real-World Applications**  
*Previously named "Advanced Photonics" (up until HS23)*



Kurzbeschreibung	The Lecture offers a thorough understanding of diverse nano-scale brain-inspired devices, covering the foundational physics behind their operation, spanning from classical descriptions to quantum principles. Additionally, it provides an overview of micro/nano-fabrication technologies. The lecture will conclude by exploring real-world applications inspired by the brain's functionality.		
Lernziel	General training in atomic/ionic opto-electronic devices, commonly known as memristors. The students will be equipped with a deep comprehension of theoretical principles and fabrication methods.		
Inhalt	<p>Participants will gain hands-on experience, reinforcing theoretical knowledge. The curriculum highlights the significance of memristors in various applications, such as communications, digital computing, and neuromorphic computing. This training equips students with insights into the crucial role memristors play in advancing these fields.</p> <p>The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprehensive insight into the physical mechanisms that govern ionic-atomic brain-inspired devices (memristors).</li> <li>- Introduction to the quantum electronic and atomic structure of materials. These physical principles will then be connected to device-level modeling of memristors developed for neuromorphic computing applications.</li> <li>- Micro/nano-fabrication technologies for advanced brain-inspired devices: introduction and examples of devices. The students will have the opportunity to visit Heidelberg Instruments for an overview of cutting-edge lithography tools, featuring a real-time demonstration.</li> <li>- Presentation of real-world applications in digital and neuromorphic computing.</li> </ul>		
Skript	The presentation and the lecture notes will be provided every week.		
Literatur	<p>"Atomic/Ionic Devices":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistive Switching: From Fundamentals of Nanoionic Redox Processes to Memristive Device Applications, Daniele Ielmini and Rainer Waser, Wiley-VCH</li> <li>• Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, A. Bard and L. Faulkner, John Wiley &amp; Sons, Inc.</li> <li>• Molecular Electronics: An Introduction to Theory and Experiment, Elke Scheer and Juan Carlos Cuevas</li> </ul> <p>"Micro and nano Fabrication":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. H. Gatzel, Prof. Volker Saile, Prof. Juerg Leuthold: Micro and Nano Fabrication, Springer</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor physics, physics of the electromagnetic field and thermodynamics.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	geprüft

<b>227-0330-00L</b>	<b>Energy-Efficient Analog Circuits for IoT Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>T. Jang</b>
Kurzbeschreibung	We are facing a new era of the Internet of things, similarly indicated as Industry 4.0, TSensors, Ubiquitous or The Fog. A miniaturized computer is the key to this innovation that senses, collects and processes information from objects. In this class, based on the recent publications, energy efficient analog IC techniques will be introduced which is the main challenge to reduce the battery size.				
Lernziel	This class introduces key analog building blocks such as energy harvester, frequency generator, data converter, sensor interface, power converter based on the recent publications for IoT systems including wearable electronics, bio-implantable devices, and environmental sensors.				
Inhalt	Ultra-low power circuit design methodology and transistor characteristics; Circuit-level design techniques for amplifier, comparator, voltage reference, on-chip oscillator, switched capacitor; IP-level design techniques for energy harvester, data converter, energy harvester and power converters.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analog Integrated Circuits				

<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
	The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.				

Inhalt	PART I:			
	- INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology			
	- THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation			
	- APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic & Recycling Industries			
	PART 2:			
	- PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.			
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.			
Literatur	- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009 - Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010			
Voraussetzungen / Besonderes	Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required. Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.			
<b>227-0659-00L</b>	<b>Integrated Systems Seminar</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.25S</b> <b>F. K. Gürkaynak</b>
Kurzbeschreibung	In this edition of the Integrated Systems Seminar, members of the Digital Circuits and Systems group give technical presentations on their work in an environment that simulates a technical conference and interact with the audience. In addition, short tutorial lectures will be given to support students for their dissemination activities.			
Lernziel	The seminar will consist of several (2 to 4) short "elevator pitch" presentations where Ph.D. students present their technical work in a concise matter. Each presentation will be followed by a discussion which will cover both the presentation and technical aspects.			
	The seminar will be rounded off by a short tutorial by group members to teach aspects related to technical dissemination such as, tips and tricks for presentations, figures, tables.			
Inhalt	In this edition of the Integrated Systems Seminar, the topics will cover the main research interests of the Digital Circuit and Systems group and will include, computer architectures, heterogeneous acceleration, low power and energy efficient computing, security and safety, RISC-V, high-performance computer architectures, vector processors, IoT and edge processors.			
Skript	Presentation slides of the presenters			
<b>227-0622-00L</b>	<b>Applications of Thermal Modeling: From Hot Atoms to W Heated Tissues</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Neufeld, M. Luisier</b>
Kurzbeschreibung	How about leveraging heat to cure cancer or to solve today's energy crisis? Computational simulation of heat-related phenomena from the atomic-scale to living organisms is key to achieve these goals and will be at the core of this multidisciplinary course. The necessary physics, modeling, and computing background will be covered, from theory to practical implementations in concrete applications.			
Lernziel	During this course students will:			
	- learn the physics governing the formation and propagation of heat in solids and living human tissues;			
	- discover how heat can be used in personalised cancer therapies or in thermoelectric applications to produce reusable energy;			
	- develop computational models describing electromagnetically-induced heating;			
	- get familiar with computational simulation techniques across a wide range of spatial scales, incl. methods for simulating in vivo heating, considering thermoregulation and perfusion, or more fundamental approaches that consider heat at the level of atomic vibrations;			
	- implement and apply simulation techniques within a state-of-the-art open-source simulation platform for computational life sciences, and a framework for computer-aided design of nanoscale electronic devices;			
	- learn about practical aspects related to performance-critical coding and numerics for computational simulations;			
	- work on two small projects applying the theoretical concepts presented during the lectures to two specific real-world applications where heat modeling is required;			
	- learn about current challenges of high social relevance associated with heat modeling.			
Inhalt	The following topics will be covered:			
	- introduction to electromagnetic heating, from its social relevance and history to its application in biology and electronics;			
	- personalised therapies relying on local heating;			
	- thermoelectricity (production of electricity from heat gradients);			
	- microscopic/macrosopic thermal transport including governing equations, numerical methods to solve them, and applications;			
	- numerical algorithms and their implementation, shared and distributed parallelization approaches and pitfalls, use of graphics processing units (GPUs) for hardware acceleration, and solutions for high performance computing;			
	- usage of the Sim4Life simulation platform (therapy planning) and of the OMEN technology computer aided design tool (device simulation) as practical examples;			
	- odel verification and validation.			
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/</a>			

Voraussetzungen / Besonderes	This course is ideal for students who have an interest in computational sciences, a passion for interdisciplinarity, and generally enjoy problem-solving.				
Kompetenzen	The course requires a basic knowledge of Python scripting and C/C++ coding skills, undergraduate entry-level familiarity with electric and magnetic fields/forces, differential equations, calculus, and basic knowledge of biology and physics.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0624-00L</b>	<b>Detecting the Unknown</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Mezza</b>
	<i>Up until FS24 named "Semiconductor Radiation Detectors: From the Application to the System"</i>				
Kurzbeschreibung	Whether you want to take a picture of a protein, study a galactic object, or make a movie of a chemical reaction, the process is essentially the same as taking a selfie or shooting a video with your smartphone. You just need a different "light" and a different camera! At the end of this course, you will know the fundamentals to develop such a camera and how to use it.				
Lernziel	The main goal of the course is to combine the knowledge of the fundamental processes of interaction of radiation with matter with electronic readout circuits to have a deep insight into the working principle of a semiconductor radiation detector. The strong background on the detector principle is then complemented with applications so that the student has a general overview of a modern detector system and its application in different fields (photon science, particle physics, chemistry, medicine, etc.).				
Inhalt	This course will be divided into lectures and lab sessions. The fundamental theoretical concept will be given in the lectures with numerical examples. The labs will consist of hands-on experience acquiring data with a real detector system in the labs of PSI (Paul Scherrer Institut) and data analysis using Python. The day at PSI will include a visit to the Synchrotron and one of the six working Free Electron Lasers in the World.				
Literatur	H. Spieler, Semiconductor Detector Systems, Oxford University Press.  Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, 3rd (or 4th) ed., Wiley  G. Lutz, Semiconductor Radiation Detectors: Device Physics, 2nd ed., Springer				
Voraussetzungen / Besonderes	Additional material about specific topics (especially electronics) will be available to the students in terms of notes and slides. Basic courses of semiconductor physics and electronics.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
Literatur	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices). Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
Literatur	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices). Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				

Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.				
	* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>
Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.				
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking. Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.				
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.				
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.				
<b>227-0707-00L</b>	<b>Optimization Methods for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Smajic, G. Beccuti</b>
Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs. Transducer fundamentals and test structures Pressure sensors and accelerometers Resonators and gyroscopes RF MEMS Acoustic transducers and energy harvesters Thermal transducers and energy harvesters Optical and magnetic transducers Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS Nanosystem concepts Basic electronic circuits for sensors and microsystems				
Skript	Handouts (on-line)				
<b>151-0620-00L</b>	<b>Embedded MEMS Lab</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Hierold, A. Güntner, M. Haluska</b>
Kurzbeschreibung	Practical course: Students are introduced to the process steps required for the fabrication of MEMS (Micro Electro Mechanical System) and carry out the fabrication and testing steps in the clean rooms themselves. Additionally, they learn the requirements for working in clean rooms. Processing and characterization will be documented and analyzed in a final report.				
Lernziel	Students learn the individual process steps that are required to make a MEMS (Micro Electro Mechanical System). Students carry out the process steps themselves in laboratories and clean rooms. Furthermore, participants become familiar with the special requirements (cleanliness, safety, operation of equipment and handling hazardous chemicals) of working in the clean rooms and laboratories. The entire production, processing, and characterization of the MEMS is documented and evaluated in a final report.				

Inhalt	With guidance from a tutor, the individual silicon microsystem process steps that are required for the fabrication of an accelerometer are carried out: - Photolithography, dry etching, wet etching, sacrificial layer etching, various cleaning procedures - Packaging and electrical connection of a MEMS device - Testing and characterization of the MEMS device - Written documentation and evaluation of the entire production, processing and characterization
Skript	A document containing theory, background and practical course content is distributed in the informational meeting.
Literatur	The document provides sufficient information for the participants to successfully participate in the course.
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are required to attend all scheduled lectures and meetings of the course.  Participating students are required to provide proof that they have personal accident insurance prior to the start of the laboratory portion of the course.  This master's level course is limited to 15 students per semester for safety and efficiency reasons. If there are more than 15 students registered, we regret to restrict access to this course by the following rules:  Priority 1: master students of the master's program in "Micro and Nanosystems"  Priority 2: master students of the master's program in "Mechanical Engineering" with a specialization in Microsystems and Nanoscale Engineering (MAVT-tutors Profs Hierold, Koumoutsakos, Nelson, Norris, Poulikakos, Pratsinis, Stemmer), who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 3: master students, who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 4: all other students (PhD, bachelor, master) with a background in silicon or microsystems process technology.  If there are more students in one of these priority groups than places available, we will decide with respect to (in following order) best achieved grade from 151-0621-00L Microsystems Technology, registration to this practicum at previous semester, and by drawing lots. Students will be notified at the first lecture of the course (introductory lecture) as to whether they are able to participate.  The course is offered in autumn and spring semester.

## ▶▶▶ Energy and Power Electronics

### ▶▶▶▶ Kernfächer

*Diese Fächer sind besonders Empfohlen, um sich in "Energy and Power Electronics" zu vertiefen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0248-00L</b>	<b>Power Electronic Systems II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Biela, F. Krismer</b>
Kurzbeschreibung	This course details structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems to provide a deeper understanding of power electronic circuits and power components. Most recent concepts of for example high switching frequency AC/DC converters are presented. Simulation exercises, implemented in the simulation programme PLECS, are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge of structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems. Further objectives are: to know most recent concepts and operation modes of for example high switching frequency AC/DC converters or AC/AC matrix inverters; to develop a deeper understanding of multi-pulse power converter circuits, transformers, and electromechanical energy converters; and to understand in-depth details of power electronic systems. Simulation exercises, implemented in the electric circuit simulator PLECS, are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	Converter dynamics and control: State Space Averaging, transfer functions, controller design, impact of the input filter on the converter transfer functions. Performance data of single-phase and three-phase systems: effect of different loss components on the efficiency characteristics, linear and non-linear single phase loads, power flow of general three-phase systems, space vector calculus. Modeling and control of three-phase PWM rectifiers: system characterization using rotating coordinates, control structure, transfer functions, operation with symmetrical and unsymmetrical mains voltages. Scaling laws of transformers and electromechanical actuators. Drives with permanent magnet synchronous machines: basic function, modeling, field-oriented control. Unidirectional AC/DC converters and AC/AC converters: voltage and current DC link converters, indirect and direct matrix converters.				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers, simulation program for interactive self-learning.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Introductory course on power electronics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
<b>227-0250-00L</b>	<b>Power Semiconductor Packaging</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>U. Grossner, I. Kovacevic</b>
Kurzbeschreibung	Power semiconductor devices are the core of today's energy efficient electronics. However, without adequate integration into power electronic systems, they remain useless. This is achieved by providing application-tailored modules. The development of power modules is reviewed from basic design and material considerations, with special emphasis on simulation and characterization techniques.				
Lernziel	The goal of this course is developing an understanding of modern power module concepts, from materials to design and simulation. After following the course, the student will know the basic functionality of a power module, and is able to describe the performance and reliability related building blocks of the module design. Furthermore, the student will have an understanding of current and future developments in power packaging.				
Skript	Will be distributed at lectures and be made available at ILIAS.				
Literatur	The course follows a collection of different books; more details are being listed in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students have successfully attended "Power Semiconductor" (227-0156-00).				
<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
Kurzbeschreibung	This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.				

Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Introduction to variable speed motor drive systems consisting of: <ul style="list-style-type: none"> <li>Electromechanical unit</li> <li>Power electronic unit</li> <li>Control unit</li> <li>Measurement unit</li> </ul> </li> <li>Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cascaded control</li> <li>U/f control</li> <li>Slip control</li> <li>Field-oriented control</li> </ul> </li> <li>Dynamic operation of electric machines <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamic modeling of electromechanical system</li> <li>Controller types and design</li> <li>Current/torque control</li> <li>Speed control (Voltage control / Flux weakening)</li> </ul> </li> <li>Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltage source inverter systems</li> <li>Basic operation and pulse width modulation</li> </ul> </li> <li>Basic design principles of variable speed motor drives systems</li> </ol>				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines				
<b>227-0528-00L</b>	<b>Power System Dynamics, Control and Operation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Valverde Mora</b>
Kurzbeschreibung	This course analyzes the dynamics of interconnected power systems and the different types of power system stability. The mathematical models of the elements that govern the system dynamics will be reviewed. In addition, stability analysis methods and mitigation measures against rotor-angle, voltage, and frequency instability scenarios will be studied.				
Lernziel	The course's learning objective is to understand the concept of stability and control of electrical power systems, including their analysis methods. At the end of the course, participants will be able to model the behavior of the elements and controllers that govern the dynamics of power systems and understand the participation of each element/controller in the different types of stability of interconnected electrical systems.				
Inhalt	The modeling of the power system and its components is reviewed first. It includes static and dynamic loads, load tap changers, synchronous machines, exciters, automatic voltage regulators, power system stabilizers, turbines, governors, and inverter-based generators followed by the study of the stability of the power system and the integration of renewable energies such as wind, solar, and energy storage systems. The learning process is complemented by numerical examples, Python scripts, and computer simulations.				
Skript	Lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0530-00L</b>	<b>Optimization in Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	<p>In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem.</p> <p>The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.</p>				
<b>227-0537-00L</b>	<b>Technology of Electric Power System Components</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck</b>
Kurzbeschreibung	Basics of the technology of important components in electric power transmission and distribution systems (primary technology).				
Lernziel	At the end of this course, the students can name the primary components of electric power systems and explain where and why they are used. For the most important components, the students can explain the working principle in detail and calculate and derive key parameters. In addition, students know how to read scientific papers and are able to extract its content efficiently.				
Inhalt	<p>Basic physical and engineering aspects for transmission and distribution of electric power. Limiting boundary conditions are not only electrical parameters, but also mechanical, thermal, chemical, environmental and economical aspects. Focus is on components for power system protection (switchgear, fuses and surge arresters) and underground cables.</p> <p>There will be excursions to industrial companies.</p> <p>Part of the course is devoted to recent developments and students will learn how to read scientific papers.</p>				
Skript	yes				
Literatur	additional literature will be available online via the teaching document repository.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture "Introduction to Electric Power Transmission: System & Technology" is a strongly recommended prerequisite.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►►►► Empfohlene Fächer

Diese Fächer sind eine Empfehlung. Sie können Fächer aus allen Vertiefungsrichtungen wählen. Sprechen Sie mit Ihrem Tutor.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende	
<b>227-0117-10L</b>	<b>Mess- und Versuchstechnik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck, P. Simka</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in die Versuchs- und Messtechnik, wie sie Grundlage in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften ist. Die Vorlesung ist stark praxis- und anwendungsorientiert, und beinhaltet mehrere praktische Versuche. Die Inhalte «Mess- und Versuchstechnik» sind für alle Fachgebiete der Elektrotechnik relevant, und werden an Beispielen aus verschiedenen Bereichen eingeführt.					
Lernziel	Am Ende der Vorlesung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende elektrische Versuche durchführen und Messdaten, insbesondere mit dem Oszilloskop, erheben.</li> <li>• ein sinnvolles Messprotokoll führen, ein klares Versuchsprotokoll erstellen und die Messgenauigkeit des Versuchs abschätzen.</li> <li>• grundlegende Ursachen elektromagnetischer Störungen sowie Methoden zur Vermeidung, Reduktion oder Abschirmung beschreiben und anwenden.</li> <li>• verschiedene Methoden zur Erzeugung und Messung von (hohen) Spannungen erklären und anwenden, sowie dazugehörige Größen berechnen.</li> </ul>					
Inhalt	- Messtechnik, Messunsicherheit, Messprotokolle - Erzeugung und Messung hoher Spannungen - Elektromagnetische Verträglichkeit - Laborpraktika					
Skript	Vorlesungsunterlagen					
Literatur	J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser Verlag, 7. Auflage, 2015 (ISBN: 978-3446442719) A. Schwab, Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 6. Auflage, 2010 (ISBN: 978-3642166099)					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft			
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert			
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert			
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		

<b>227-0156-00L</b>	<b>Power Semiconductors</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Grossner, C. Martinella</b>
Kurzbeschreibung	Power semiconductor devices are the core of today's energy efficient electronics. In this course, an understanding of the functionality of modern power devices is developed. Typical device concepts for power rectifiers and transistors are discussed. In addition to silicon-based devices, wide bandgap semiconductors such as silicon carbide (SiC) and gallium nitride (GaN) are considered.				
Lernziel	The goal of this course is to develop an understanding of modern power device concepts. After following the course, the student will be able to choose a power device for an application, know the basic functionality, and is able to describe the performance and reliability related building blocks of the device design. Furthermore, the student will have an understanding of current and future developments in power devices.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic semiconductor physics concepts</li> <li>• Device design/conceptual thinking</li> <li>• Device simulation (TCAD)</li> <li>• Device processing</li> <li>• Diodes</li> <li>• BJT and JFET</li> <li>• Thyristor</li> <li>• MOSFET and power MOSFET</li> <li>• IGBT and HEMT</li> <li>• Packaging and Applications</li> </ul>
Skript	Script will be made available via Moodle, printouts of the slides will be distributed during the lectures.
Literatur	The course follows a collection of different books; more details are being listed in the script.
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesungen Halbleiterbauelemente, Leistungselektronik

<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>
---------------------	--------------------------------------	----------	-------------	-----------	---

*Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)*

**Kurzbeschreibung** Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.

**Lernziel** On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.

Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.

**Inhalt** Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.

During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.

This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.

**Skript** An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.

**Literatur** H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------

**Kurzbeschreibung** This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.

**Lernziel** The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.

**Inhalt**

1. Introduction to variable speed motor drive systems consisting of:
  - Electromechanical unit
  - Power electronic unit
  - Control unit
  - Measurement unit
2. Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine:
  - Cascaded control
  - U/f control
  - Slip control
  - Field-oriented control
3. Dynamic operation of electric machines
  - Dynamic modeling of electromechanical system
  - Controller types and design
  - Current/torque control
  - Speed control (Voltage control / Flux weakening)
4. Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems
  - Voltage source inverter systems
  - Basic operation and pulse width modulation
5. Basic design principles of variable speed motor drives systems



Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines				
<b>227-0524-00L</b>	<b>Eisenbahn-Systemtechnik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Meyer</b>
Kurzbeschreibung	<p>Grundlagen der Traktionsantriebe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Antriebssysteme und ihre Komponenten</li> <li>- thermische Antriebssysteme</li> <li>- Fahrzeuge mit Batteriespeichern</li> </ul> <p>Systemintegration:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zugbeeinflussung</li> <li>- Energieverbrauch</li> <li>- Elektrische Systemkompatibilität</li> </ul>				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnisse über den Aufbau und die Eigenschaften von Traktions-Antriebssystemen</li> <li>- Überblick über systemweite Aufgaben (elektrische Systemintegration, Zugsicherungen, Energieverbrauch)</li> <li>- Einblick in die Aktivitäten der Schienenfahrzeug-Industrie und der Bahnen in der Schweiz</li> <li>- Begeisterung des Ingenieur Nachwuchses für die berufliche Tätigkeit bei Eisenbahn-Fahrzeugherstellern, Bahninfrastrukturen und Eisenbahn-Verkehrsgesellschaften</li> </ul>				
Inhalt	<p>EST II (Frühjahrssemester) - Vertiefung Antriebssysteme, Systemfragen</p> <p>1 Traktionsausrüstung:</p> <p>1.1 Systemkonzepte für Traktionsantriebe</p> <p>1.2 Haupttransformator</p> <p>1.3 Fahrmotoren</p> <p>1.4 Stromrichter</p> <p>1.5 Hochspannungskreise und Erdung</p> <p>1.6 Thermische Auslegung</p> <p>1.7 Diesel-Antriebssysteme</p> <p>1.8 Batteriespeicher</p> <p>2 Systemintegration</p> <p>2.1 Zugbeeinflussung</p> <p>2.2 Energieverbrauch</p> <p>2.3 Aufbau der Bahnstromversorgung</p> <p>2.4 Elektrische Systemkompatibilität</p> <p>Geplante Exkursionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engineering und Leistungslabor, ABB Turgi</li> <li>- Sicherungsanlagen, Siemens Wallisellen</li> <li>- 2-tägige Schlussexkursion (Besichtigungen und Führerstandsfahrten, ausschliesslich für regelmässige Vorlesungsteilnehmer)</li> </ul>				
Skript	Abgabe der Unterlagen (gegen eine Schutzgebühr) zu Beginn des Semesters. Rechtzeitig eingeschriebene Teilnehmer (bis 8 Tage vor Vorlesungsbeginn) können die Unterlagen auf Wunsch und gegen eine Zusatzgebühr auch in Farbe beziehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Dozent: Dr. Markus Meyer, Emkamatik GmbH</p> <p>Voraussichtlich Gastvortrag über ETCS von einem SBB-Referenten.</p> <p>EST I (Herbstsemester) ist als Voraussetzung empfohlen, aber nicht notwendig. EST II (Frühjahrssemester) kann bei Interesse an Antriebssystemen auch als separate Vorlesung besucht werden.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>227-0530-00L</b>	<b>Optimization in Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	<p>In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem.</p> <p>The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.</p>				
<b>227-0696-00L</b>	<b>Predictive Control of Power Electronics Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>T. Geyer</b>
Kurzbeschreibung	Bridging the gap between modern control methods and power electronics, this course focuses on model predictive control methods for power electronics systems. This course targets power electronics as well as control students.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of modern time-domain control methods applied to three-phase converters and their corresponding loads. These control methods include model predictive control (MPC) and deadbeat control.</li> <li>- Understanding of optimized pulse patterns and techniques to achieve fast closed-loop control.</li> <li>- Ability to derive suitable mathematical models.</li> <li>- Knowledge of and experience in optimization techniques to solve the underlying mixed-integer and quadratic programs.</li> <li>- Appreciation of the advantages and disadvantages of the different control methods.</li> </ul>				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of mathematical modelling and time-domain control methods (particularly MPC and deadbeat control).</li> <li>- Direct MPC with reference tracking (finite control set MPC). Derivation of mathematical models of three-phase power electronics systems, formulation of the control problem, techniques to solve the one-step and the multi-step horizon problems using branch and bound techniques.</li> <li>- MPC with optimized pulse patterns (OPPs). Computation of OPPs, formulation of fast closed-loop controllers and methods to solve the underlying quadratic programming problem.</li> <li>- Indirect MPC with pulse width modulation (PWM). Formulation of the MPC problem, imposition of hard and soft constraints, techniques to solve the quadratic program in real time and application to modular multilevel converters.</li> <li>- Summary of recent research results and activities.</li> <li>- Matlab / Simulink exercises to enhance the understanding of the control concepts.</li> </ul>		
Skript	The lecture is based on the book "Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives" by T. Geyer. Additional notes will be made available in the class.		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power Electronic Systems I</li> <li>- Control Systems I (Regelsysteme I)</li> <li>- Signal and System Theory II</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

---

**227-0730-00L Power Market II - Modeling and Strategic Positioning W 6 KP 4G D. Reichelt, G. A. Koepfel**

Kurzbeschreibung	<p>Optionen in der Energiewirtschaft Portfolio und Risiko Management: Hedging-Strategien und Risiko Bewertung Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken mit Realoptionen Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten Strategische Positionierung von Energieversorgungsunternehmen</p>		
Lernziel	<p>Die Studenten kennen die wesentlichen Derivate, die in der Elektrizitätswirtschaft zur Anwendung gelangen. Sie können Strategien zur Preisabsicherung erarbeiten bzw. bewerten. Sie verstehen die Optimierung von komplexen Wasserkraftwerksanlagen, kennen die Thematik der Kapazitätsmärkte und der Quotensysteme. Sie kennen die Grundlagen der Discounted Cash-flow (DCF) Methode sowie der Realoptionen und können sie für die Bewertung von Kraftwerken anwenden. Die Studenten können komplexe Energielieferverträge in die einzelnen Komponenten zerlegen und die Risiken identifizieren.</p>		
Inhalt	<p>Optionen in der Energiewirtschaft: Optionsbewertung mit Binominalen Bäumen und der Black-Scholes Formel, Sensitivitäten, implizite Volatilität Portfolio und Risiko Management: Delta- und Gamma-neutrale Preisabsicherung, Vergleich und Bewertung von Hedging-Strategien, Risiko Identifikation und -bewertung (Fallbeispiel) Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken, Projekten und el. Netzen mit der discounted cash-flow Methode und Anwendung von Realoptionen Strategische Positionierung: Erarbeiten von verschiedenen Fällen (mini cases) Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Anwendungen von Derivaten: komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten, flexible Produkte für Stromkunden Quantifizieren des Gegenparteirisikos Marketing des Produktes "Elektrizität"</p>		
Skript	Handouts - all material in English		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>2-tägige Exkursion, Referate von Vertretern aus der Wirtschaft Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225">https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225</a></p>		

---

**151-0660-00L Model Predictive Control W 4 KP 2V+1U M. Zeilinger**

Kurzbeschreibung	<p>Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.</p>		
Lernziel	<p>Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.</p>		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>		
Skript	Script / lecture notes will be provided.		

Voraussetzungen / One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra.  
 Besonderes Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.

Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).

## ►►► Systems and Control

### ►►►► Kernfächer

*Diese Fächer sind besonders Empfohlen, um sich in "Systems and Control" zu vertiefen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,...) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.				
Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).					
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b> <i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.				
Inhalt	<p>Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.</p> <p>Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.</p> <p>During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.</p> <p>This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.</p>				
Skript	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.				
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Verhandlung			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft	
<b>227-0690-11L</b>	<b>Large-Scale Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Mühlebach</b>
Kurzbeschreibung	Convex optimization has revolutionized modern decision making and underpins many scientific and engineering disciplines. To enable its use in modern large-scale applications, we require new analytical methods that address limitations of existing solutions. This course is intended to provide a comprehensive overview of convex analysis and numerical methods for large-scale optimization.				
Lernziel	Students should be able to apply the fundamental results in convex analysis and numerical methods to analyze and solve large-scale convex optimization problems.				
Inhalt	Convex analysis and methods for large-scale optimization. Topics will include: convex sets and functions ; duality theory ; optimality and infeasibility conditions ; structured optimization problems ; gradient-based methods ; operator splitting methods ; distributed and decentralized optimization ; applications in various research areas.				
Skript	Available on the course Moodle platform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and analysis.				
<b>227-0690-12L</b>	<b>Advanced Topics in Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising</b>
Kurzbeschreibung	Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.				
Lernziel	By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.				
Inhalt	Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.				
Skript	A complete set of lecture notes and slides will be provided.				
Literatur	The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors: <a href="http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/">http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.				
<b>227-0690-13L</b>	<b>Robust Control and Convex Optimisation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Smith</b>
Kurzbeschreibung	Robust control theory addresses the problem of analysing and designing feedback systems that achieve performance objectives in the presence of uncertainty in the dynamics of the system. Convex optimisation forms the basis of the computational tools needed to solve these problems. The course covers the theory, computation, and practical applic. of these methods to a variety of uncertain systems.				
Lernziel	To introduce students to the basic concepts in robust control and provide them sufficiently familiarity with the computational tools required to design robust controllers with verifiable characteristics in a variety of engineering system domains.				

Inhalt	An optimization based approach to robust control theory and applications. Topics will include: H-infinity and H-2 control design; structured-singular value analysis and synthesis; model reduction; convex optimization; semi-definite programming; and interior-point methods.
Voraussetzungen / Besonderes	Control systems (227-0216-00L), Linear system theory (227-0225-00L), or equivalents, as well as sufficient mathematical maturity.

### ►►►► Empfohlene Fächer

*Diese Fächer sind eine Empfehlung. Sie können Fächer aus allen Vertiefungsrichtungen wählen. Sprechen Sie mit Ihrem Tutor.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0530-00L</b>	<b>Optimization in Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	<p>In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem.</p> <p>The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.</p>				
<b>227-0696-00L</b>	<b>Predictive Control of Power Electronics Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>T. Geyer</b>
Kurzbeschreibung	Bridging the gap between modern control methods and power electronics, this course focuses on model predictive control methods for power electronics systems. This course targets power electronics as well as control students.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of modern time-domain control methods applied to three-phase converters and their corresponding loads. These control methods include model predictive control (MPC) and deadbeat control.</li> <li>- Understanding of optimized pulse patterns and techniques to achieve fast closed-loop control.</li> <li>- Ability to derive suitable mathematical models.</li> <li>- Knowledge of and experience in optimization techniques to solve the underlying mixed-integer and quadratic programs.</li> <li>- Appreciation of the advantages and disadvantages of the different control methods.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of mathematical modelling and time-domain control methods (particularly MPC and deadbeat control).</li> <li>- Direct MPC with reference tracking (finite control set MPC). Derivation of mathematical models of three-phase power electronics systems, formulation of the control problem, techniques to solve the one-step and the multi-step horizon problems using branch and bound techniques.</li> <li>- MPC with optimized pulse patterns (OPPs). Computation of OPPs, formulation of fast closed-loop controllers and methods to solve the underlying quadratic programming problem.</li> <li>- Indirect MPC with pulse width modulation (PWM). Formulation of the MPC problem, imposition of hard and soft constraints, techniques to solve the quadratic program in real time and application to modular multilevel converters.</li> <li>- Summary of recent research results and activities.</li> <li>- Matlab / Simulink exercises to enhance the understanding of the control concepts.</li> </ul>				
Skript	The lecture is based on the book "Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives" by T. Geyer. Additional notes will be made available in the class.				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power Electronic Systems I</li> <li>- Control Systems I (Regelssysteme I)</li> <li>- Signal and System Theory II</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b> <i>Number of participants limited to 45.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Nelson, Q. Boehler</b>
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.				

Lernziel	<p>An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.</p> <p>The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.</p>				
Inhalt	<p>The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. Course Introduction</li> <li>1. C Programming</li> <li>2. Sensors</li> <li>3. Data Acquisition</li> <li>4. Signal Processing</li> <li>5. Digital Filtering</li> <li>6. Actuators</li> <li>7. Computer Vision and Kinematics</li> <li>8. Modeling and Control</li> <li>9. Review and Outlook</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website (<a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a>)</p> <p>The students are expected to be familiar with C programming.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert		
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	<p>The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.</p>				
Lernziel	<p>The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.</p>				
Skript	<p>This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions) courses focused on QUality and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.</p>				
Literatur	<p>This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356</p>				
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	<p>The course covers advanced methods of statistical learning:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	<p>The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.</p>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	<p>A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.</p>				
Literatur	<p>Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.</p> <p>L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.</p>				
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	<p>Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.</p>				
Lernziel	<p>The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.</p>				

Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.		
Literatur	<p>Books:</p> <p>Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.</p> <p>Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.</p> <p>Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.</p> <p>Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science &amp; Business Media, 2012.</p> <p>Selected Journal Articles:</p> <p>Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." <i>Neuromodulation: Technology at the Neural Interface</i> 4.4 (2001): 187-195.</p> <p>Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." <i>IEEE Transactions on Haptics</i> (2021).</p> <p>Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." <i>Neurological Sciences</i> 37.4 (2016): 503-514.</p> <p>Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. <i>IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering</i> 1, pp. 193-206.</p> <p>Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." <i>Journal of neuroengineering and rehabilitation</i> 15.1 (2018): 1-15.</p> <p>Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." <i>Cochrane database of systematic reviews</i> 11 (2017).</p> <p>Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." <i>Biomedical engineering online</i> 19 (2020): 1-25.</p> <p>Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." <i>Medical devices (Auckland, NZ)</i> 9 (2016): 455.</p> <p>Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." <i>Science</i> 370.6514 (2020): 290-291.</p> <p>Riener, R. (2013) <i>Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics</i>, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.</p> <p>Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., &amp; Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. <i>Journal of Healthcare Engineering</i>, 1(2), 197-216.</p> <p>Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. <i>Medical &amp; Biological Engineering &amp; Computing</i> 43(1), pp. 2-10.</p> <p>Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." <i>Psychonomic bulletin &amp; review</i> 20.1 (2013): 21-53.</p> <p>Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." <i>IEEE Transactions on Robotics</i> (2021).</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Target Group:</p> <p>Students of higher semesters and PhD students of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D-MAVT, D-ITET, D-INFK</li> <li>- Biomedical Engineering</li> <li>- Medical Faculty, University of Zurich</li> </ul> <p>Students of other departments, faculties, courses are also welcome</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Problemlösung</p> <p>Kommunikation</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p>
<b>227-0945-11L</b>	<p><b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>      <b>W</b>      <b>6 KP</b>      <b>4G</b>      <b>C. Frei</b></p> <p><i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i></p>		
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.		
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.		

Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.		
	In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.		
Skript	Scripts of all lectures will be available.		
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ▶▶▶ Signal Processing and Machine Learning

### ▶▶▶▶ Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b> <i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.  Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.  The course will be held in English.				
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: - hidden-Markov models - factor graphs and message passing algorithms - linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares - Gibbs sampling, particle filter - recursive local polynomial fitting for signal analysis - parameter learning by expectation maximization - linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps - binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of  1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction  2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information  1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems  2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso  3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma  Mathematics of Learning  4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes  5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				



Voraussetzungen / Besonderes This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  
We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.

H. Bölcskei and A. Bandeira

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: - Advanced Machine Learning - Deep Learning - Probabilistic Artificial Intelligence - Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

### ►►►► Empfohlene Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				

Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.
Literatur	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>

227-0150-00L	<b>Systems-on-Chip for Data Analytics and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	Systems-on-chip architecture and related design issues with a focus on machine learning and data analytics applications. It will cover multi-cores, many-cores, vector engines, GP-GPUs, application-specific processors and heterogeneous compute accelerators. Special emphasis given to energy-efficiency issues and hardware-software techniques for power and energy minimization.				
Lernziel	Give in-depth understanding of the links and dependencies between architectures and their energy-efficient implementation and to get a comprehensive exposure to state-of-the-art systems-on-chip platforms for machine learning and data analytics. Practical experience will also be gained through practical exercises and mini-projects (hardware and software) assigned on specific topics.				
Inhalt	The course will cover advanced system-on-chip architectures, with an in-depth view on design challenges related to advanced silicon technology and state-of-the-art system integration options (nanometer silicon technology, novel storage devices, three-dimensional integration, advanced system packaging). The emphasis will be on programmable parallel architectures with application focus on machine learning and data analytics. The main SoC architectural families will be covered: namely, multi and many-cores, GPUs, vector accelerators, application-specific processors, heterogeneous platforms. The course will cover the complex design choices required to achieve scalability and energy proportionality. The course will also delve into system design, touching on hardware-software tradeoffs and full-system analysis and optimization taking into account non-functional constraints and quality metrics, such as power consumption, thermal dissipation, reliability and variability. The application focus will be on machine learning both in the cloud and at the edges (near-sensor analytics).				
Skript	Slides will be provided to accompany lectures. Pointers to scientific literature will be given. Exercise scripts and tutorials will be provided.				
Literatur	John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design) 6th Edition, 2017.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of digital design at the level of "Design of Digital Circuits SS12" is required.				
	Knowledge of basic VLSI design at the level of "VLSI I: Architectures of VLSI Circuits" is required				
227-0155-00L	<b>Machine Learning on Microcontrollers ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Magno, L. Benini</b>
	<i>Registration in this class requires the permission of the instructors.</i>				
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) and artificial intelligence are pervading the digital society. Today, even low power embedded systems are incorporating ML, becoming increasingly "smart". This lecture gives an overview of ML methods and algorithms to process and extracts useful near-sensor information in end-nodes of the "internet-of-things", using low-power microcontrollers (ARM-Cortex-M; RISC-V).				
Lernziel	Learn how to Process data from sensors and how to extract useful information with low power microprocessors using ML techniques. We will analyze data coming from real low-power sensors (accelerometers, microphones, ExG bio-signals, cameras...). The main objective is to study in detail how Machine Learning algorithms can be adapted to the performance constraints and limited resources of low-power microcontrollers becoming Tiny Machine learning algorithms.				

Inhalt The final goal of the course is a deep understanding of machine learning and its practical implementation on single- and multi-core microcontrollers, coupled with performance and energy efficiency analysis and optimization. The main topics of the course include:

- Sensors and sensor data acquisition with low power embedded systems
- Machine Learning: Overview of supervised and unsupervised learning and in particular supervised learning ( Decision Trees, Random, Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Deep Learning, and Convolutional Networks)
- Low-power embedded systems and their architecture. Low Power microcontrollers (ARM-Cortex M) and RISC-V-based Parallel Ultra Low Power (PULP) systems-on-chip.
- Low power smart sensor system design: hardware-software tradeoffs, analysis, and optimization. Implementation and performance evaluation of ML in battery-operated embedded systems.

The laboratory exercised will show how to address concrete design problems, like motion, gesture recognition, emotion detection, image, and sound classification, using real sensors data and real MCU boards.

Presentations from Ph.D. students and the visit to the Digital Circuits and Systems Group will introduce current research topics and international research projects.

Skript Script and exercise sheets. Books will be suggested during the course.

Voraussetzungen / Besonderes Prerequisites: Good experience in C language programming. Microprocessors and computer architecture. Basics of Digital Signal Processing. Some exposure to machine learning concepts is also desirable.

---

**227-0418-00L Algebra and Error Correcting Codes W 6 KP 4G H.-A. Loeliger**

Kurzbeschreibung The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.

Lernziel The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.

Inhalt Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.

Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials.

Skript Lecture Notes (english)

---

**227-0424-00L Model- and Learning-Based Inverse Problems in Imaging W 4 KP 2V+1P V. Vishnevskiy**

Kurzbeschreibung Reconstruction is an inverse problem which estimates images from noisy measurements. Model-based reconstructions use analytical models of the imaging process and priors. Data-based methods directly approximate inversion using training data. Combining these two approaches yields physics-aware neural nets and state-of-the-art imaging accuracy (MRI, US, CT, microscopy, non-destructive imaging).

Lernziel The goal of this course is to introduce the mathematical models of imaging experiments and practice implementation of numerical methods to solve the corresponding inverse problem. Students will learn how to improve reconstruction accuracy by introducing prior knowledge in the form of regularization models and training data. Furthermore, students will practice incorporating imaging model knowledge into deep neural networks.

Inhalt The course is based on following fundamental fields: (i) numerical linear algebra, (ii) mathematical statistics and learning theory, (iii) convex optimization and (iv) signal processing. The first part of the course introduces classical linear and nonlinear methods for image reconstruction. The second part considers data-based regularization and covers modern deep learning approaches to inverse problems in imaging. Finally, we introduce advances in the actively developing field of experimental design in biomedical imaging (i.e. how to conduct an experiment in a way to enable the most accurate reconstruction).

1. Introduction: Examples of inverse problems, general introduction. Refresh prerequisites.
2. Linear algebra in imaging: Refresh prerequisites. Demonstrate properties of operators employed in imaging.
3. Linear inverse problems and regularization: Classical theory of inverse problems. Introduce notion of ill-posedness and regularization.
3. Compressed sensing: Sparsity, basis-CS, TV-CS. Notion of analysis and synthesis forms of reconstruction problems. Application of PGD and ADMM to reconstruction.
4. Advanced priors and model selection: Total generalized variation, GMM priors, vectorial TV, low-rank, and tensor models. Stein's unbiased risk estimator.
5. Dictionary and prior learning: Classical dictionary learning. Gentle intro to machine learning. A lot of technical details about patch-models.
6. Deep learning in image reconstruction: Generic convolutional-NN models (automap, residual filtering, u-nets). Talk about the data generation process. Characterized difference between model- and data-based reconstruction methods. Mode averaging.
7. Loop unrolling and physics-aware networks for reconstruction: Autograd, Variational Networks, a lot of examples and intuition. Show how to use them efficiently, e.g. adding preconditioners, attention, etc.
8. Generative models and uncertainty quantification: Amortized posterior, variational autoencoders, adversarial learning. Estimation uncertainty quantification.
9. Inversible networks for estimation: Gradient flows in networks, invertible neural networks for estimation problems.
10. Experimental design in imaging: Acquisition optimization for continuous models. How far can we exploit autograd?
11. Signal sampling optimization in MRI. Reinforcement learning: Acquisition optimization for discrete models. Reinforce and policy gradients, variance minimization for discrete variables (RELAX, REBAR). Cartesian under-sampling pattern design
12. Summary and exam preparation.

Skript Lecture slides with references will be provided during the course.

Voraussetzungen / Besonderes Students are expected to know the basics of (i) numerical linear algebra, (ii) applied methods of convex optimization, (iii) computational statistics, (iv) Matlab and Python.

---

**227-0432-00L Learning, Classification and Compression W 4 KP 2V+1U E. Riegler**

Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.
Inhalt	1. Learning Theory (a) Framework of Learning (b) Hypothesis Spaces and Target Functions (c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces (d) Bias-Variance Tradeoff (e) Estimation of Sample and Approximation Error  2. Classification (a) Binary Classifier (b) Support Vector Machines (separable case) (c) Support Vector Machines (nonseparable case) (d) Kernel Trick  3. Lossy and Lossless Compression (a) Basics of Compression (b) Compressed Sensing for General Sets and Measures (c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures
Skript	Detailed lecture notes will be provided.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.

<b>227-0478-00L</b>	<b>Acoustics II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Pieren</b>
Kurzbeschreibung	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Lernziel	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Inhalt	Electrical, mechanical and acoustical analogies. Transducers, microphones and loudspeakers, sound recording, sound reproduction, digital audio and auralization.				
Skript	available				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	

<b>227-0562-00L</b>	<b>Robot Learning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Yu</b>
Kurzbeschreibung	Learning robots presents both significant research challenges and great commercial opportunities. This course explores the research frontiers of robot learning and dives into building practical systems such as autonomous driving and humanoid robots. The lectures will cover advanced topics on machine learning, perception, control, planning, prediction, mapping, and reinforcement learning.				
Lernziel	Students will learn the advanced topics in perception and robotics to understand research frontiers and engineering practices in building learning robot systems. The lectures will cover the foundations in robot learning systems, including dynamic scene understanding, high-level reasoning, and decision making. Despite the immense scopes of those areas, we will focus on the advanced topics directly related to robot learning. The course will equip the students with knowledge and experience to start research works immediately in those areas. At the same time, students will learn how to apply those ideas and methods in practical systems and applications. So those interested in engineering careers can understand the boundaries between research explorations and practical solutions and how real-world robot systems work behind the scene.				
	Students will have a solid grasp of the main ideas and theories for robot learning. Besides, through a series of projects, students will gain hands-on experience building and running state-of-the-art models in dynamic scene understanding and reinforcement learning. Also, students will learn how to experiment with their robot systems in simulation environments.				
Inhalt	The course assumes you have taken lectures in computer vision and machine learning, and you are familiar with conducting deep learning experiments. We aim to cover advanced CV and ML topics closely related to robot learning, and get you prepared for research study and advanced engineering solutions. We will cover the following areas and topics:				
	1) Dynamic 3D scene perception - 2D and 3D object detection and tracking - Multi-task learning - Geometry Processing - Visual localization - Visual mapping 2) Learning and reasoning - Meta-learning - Few-shot learning - Domain adaptation - Interactive learning - Causal reasoning - Lifelong learning 3) Decision making - Imitation learning - Model-free reinforcement learning - Model-based reinforcement learning - Inverse reinforcement learning - Hierarchical reinforcement learning - Learning to predict - Learning to plan 4) Applications - Autonomous driving - Object grasping - Object manipulation - Autonomous exploration				
	The deadline to deregister is two weeks after the first lecture.				
Literatur	The course doesn't use a particular textbook, but each lecture will have a reading list.				

Voraussetzungen /  
Besonderes Those studies complement the existing ETH courses in computer vision, machine learning, and robotics because we will mainly focus on the advanced study of the covered topics. The students are expected to grasp those subjects in graduate studies before taking the course.

Please take note of the following conditions:

- 1) The number of participants is limited to 60 students (MSc and PhDs).
- 2) Students must have taken the exams in at least one computer vision course and one machine learning course at ETH.
- 3) Students are expected to be familiar with Python and PyTorch/Tensorflow to build deep learning models and conduct experiments.

The following courses are strongly recommended as prerequisites in each category:

- 1) Computer vision: "Visual Computing" or "Computer Vision" or "Image Analysis and Computer Vision" or "Machine Perception" or "3D Vision"
- 2) Machine learning: "Advanced Machine Learning" or "Probabilistic Artificial Intelligence" or "Statistical Learning Theory" or "Computational Intelligence Lab" or "Deep Learning" or "Computational Statistics"

"Introduction to Autonomous Mobile Robots" is recommended as the robotics background study.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

227-0707-00L	Optimization Methods for Engineers	W	3 KP	2G	J. Smajic, G. Beccuti
Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierung spielt eine zunehmende Rolle sowohl bei der Entwicklung technischer Produkte als auch bei der Entwicklung numerischer Methoden. Die Studenten sollen lernen, geeignete Verfahren auszuwählen, weiter zu entwickeln und miteinander zu kombinieren um so praktische Probleme effizient zu lösen.				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				

227-0948-00L	Magnetic Resonance Imaging in Medicine	W	4 KP	3G	S. Kozerke, M. Weiger Senften
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				

227-0973-00L	Translational Neuromodeling	W	8 KP	3V+2U+1A	K. Stephan
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.				
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.				

**Inhalt** This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.

Lecture topics include:

1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics
2. Psychiatric nosology
3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms
4. Principles of Bayesian inference and generative modeling
5. Variational Bayes (VB)
6. Bayesian model selection
7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)
8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases
9. Generative models of fMRI data
10. Generative models of electrophysiological data
11. Generative models of behavioural data
12. Computational concepts of schizophrenia and depression
13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients

Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.

PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of *both* MATLAB and Julia is required.

**Literatur** See TNU website:  
<https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching>

**Voraussetzungen / Besonderes** Good knowledge of principles of statistics, programming skills in *both* MATLAB and Julia.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**227-1032-00L Neuromorphic Engineering II** **W 6 KP 5G** **T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand**  
*Information für UZH Studierende:*  
 Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende:* <https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html>

**Kurzbeschreibung** This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".

**Lernziel** Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.

**Inhalt** This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".

The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.

**Literatur** S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.

**Voraussetzungen / Besonderes** Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung				gefördert
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>	
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>					
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>					
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.					
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.					
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996					
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.					
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>	
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.					
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and assess current research in this area.</li> </ol>					
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				gefördert
		Verfahren und Technologien				gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Medien und digitale Technologien				gefördert
		Problemlösung				gefördert
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>252-3900-00L</b>	<b>Big Data for Engineers</b> <i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>G. Fourny</b>	
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?					

Lernziel	<p>This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.</p> <p>The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.</p> <p>This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".</p> <p>Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.</p> <p>The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.</p> <p>After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.</p>
Inhalt	<p>This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.</p> <p>It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.</p> <p>We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.</p> <p>No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores</li> <li>- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)</li> <li>- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)</li> <li>- data shapes and models (tables, trees)</li> <li>- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)</li> <li>- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)</li> <li>- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)</li> <li>- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)</li> <li>- resource management (YARN)</li> <li>- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)</li> <li>- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)</li> <li>- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)</li> <li>- applications.</li> </ul> <p>Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.</p>
Skript	<p><a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a></p>
Literatur	<p>Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.</p> <p>Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.</p> <p>Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.</p>



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5904-00L</b>	<b>Deep Learning for Computer Vision: Seminal Work</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Blum</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the first week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar covers seminal papers on the topic of deep learning for computer vision. The students will present and discuss the papers and gain an understanding of the most influential research in this area - both past and present.				
Lernziel	The objectives of this seminar are two-fold. Firstly, the aim is to provide a solid understanding of key contributions to the field of deep learning for vision (including a historical perspective as well as recent work). Secondly, the students will learn to critically read and analyse original research papers and judge their impact, as well as how to give a scientific presentation and lead a discussion on their topic.				
Inhalt	The seminar will start with introductory lectures to provide (1) a compact overview of challenges and relevant machine learning and deep learning research, and (2) a tutorial on critical analysis and presentation of research papers. Each student then chooses one paper from the provided collection to present during the remainder of the seminar. The students will be supported in the preparation of their presentation by the seminar assistants.				
Skript	The selection of research papers will be presented at the beginning of the semester.				
Literatur	The course "Machine Learning" is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

<b>401-3052-05L</b>	<b>Introduction to Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
	<i>This is the first half of the course unit 401-3052-10L Graph Theory. Notice that at most one of the two course units 401-3052-05L Introduction to Graph Theory and 401-3052-10L Graph Theory can be recognised for credits.</i>				
Kurzbeschreibung	Basic notions, trees, spanning trees, Caley's formula, vertex and edge connectivity, 2-connectivity, Mader's theorem, Menger's theorem, Eulerian graphs, Hamilton cycles, Dirac's theorem, matchings, theorems of Hall, König and Tutte, planar graphs, Euler's formula, basic non-planar graphs, graph colorings, greedy colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
	NOTICE: This course unit was previously offered as 252-1408-00L Graphs and Algorithms.				

<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				

## ▶▶▶ Fächer von allgemeinem Interesse

*Diese Fächer sind für mehrere Vertiefungsrichtungen wählbar. Sprechen Sie mit Ihrem Tutor.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0306-00L	Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I	W	4 KP	4G	A. Kunz

Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.  Lehrmodule: - Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe - Einordnung der VR in Geschäftsprozesse - Die Erzeugung virtueller Welten - Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität - Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams

## ►► Industriepraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1550-00L	<b>Internship in Industry</b> <i>Nur für Elektrotechnik und Informationstechnologie MSc (Studienreglement 2008).</i>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The main objective of the 12-week (full-time) internship is to expose master's students to the industrial work environment. During this period, students have the opportunity to be involved in on-going projects at the host institution.				
Lernziel	see above				

## ► Studienarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1572-01L	<b>Semester Project (Nr 1) ■</b> <i>Registration in mystudies required!</i>  <i>Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://ee.ethz.ch/studies/master-s-programmes/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://ee.ethz.ch/studies/master-s-programmes/main-master/projects-and-master-thesis.html</a></i>  <i>The first semester project is compulsory both for students enrolled in the MSc EEIT under the 2008 regulations and for students enrolled under the 2018 regulations.</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Semester projects are designed to train the students for independent scientific work. A project uses the student's technical and social skills acquired during the master's program. The semester project comprises 280 hours of work and is supervised by a professor.				
Lernziel	see above				
Voraussetzungen / Besonderes	Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html</a>				
227-1572-02L	<b>Semester Project (Nr 2) ■</b> <i>Registration in mystudies required!</i> <i>Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://ee.ethz.ch/studies/master-s-programmes/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://ee.ethz.ch/studies/master-s-programmes/main-master/projects-and-master-thesis.html</a></i>  <i>The second semester project is compulsory for students enrolled in the MSc EEIT under the 2008 regulations, it is optional for students enrolled under the 2018 regulations.</i>  <i>Students enrolled in the MSc EEIT under the 2018</i>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	Betreuer/innen

regulations must consult their tutor before enrolling for semester project 2.

Kurzbeschreibung	Die Studienarbeiten leitet die Studierenden zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten an. Mit einer Studienarbeit können die technischen, aber auch die sozialen Fähigkeiten gefördert werden. Die Studienarbeit umfasst einen Aufwand von min 280 Stunden und wird von einem Professor geleitet.
Lernziel	siehe oben
Voraussetzungen / Besonderes	Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html</a>

<b>227-1101-00L</b>	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>U. Koch</b>
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- You can write scientific texts using the correct structure</li> <li>- You can convincingly present scientific work</li> <li>- You can differentiate the scientific style from novels and news</li> <li>- You can adhere to citation rules and scientific integrity</li> </ul>			
Inhalt	The block course cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary)</li> <li>- Structure of Scientific Presentations</li> <li>- Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables)</li> <li>- Citation Rules and Scientific Integrity</li> </ul>			
Literatur	The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture. Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>			
Voraussetzungen / Besonderes	You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert

#### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ITET*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

#### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1501-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Admission only if ALL of the following apply:</i>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>68D</b>	Betreuer/innen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) bachelor program successfully completed</li> <li>b) (if applicable) acquired all credits from additional requirements for admission to msc program</li> <li>c) (2018 regulations): acquired the minimum number of credits in the 'core courses' category</li> <li>d) successfully completed the semester project(s)</li> </ul>				
	<i>Registration in mystudies required!</i> <i>Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://ee.ethz.ch/studies/master-s-programmes/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://ee.ethz.ch/studies/master-s-programmes/main-master/projects-and-master-thesis.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	The Master Program finishes with a 6-months Master Thesis which is directed by a Professor of the Department or a Professor of another Department who is associated with the D-ITET. Students gain the ability to conduct independent scientific research on a specific research problem.				
Lernziel	see above				
Voraussetzungen / Besonderes	Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html</a>				

<b>227-1101-00L</b>	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>U. Koch</b>
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- You can write scientific texts using the correct structure</li> <li>- You can convincingly present scientific work</li> <li>- You can differentiate the scientific style from novels and news</li> <li>- You can adhere to citation rules and scientific integrity</li> </ul>			

Inhalt	The block course cover the following topics: - Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary) - Structure of Scientific Presentations - Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables) - Citation Rules and Scientific Integrity		
	The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture.		
Literatur	Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

## ► Allgemein zugängliche Seminare und Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0919-00L</b>	<b>Knowledge-Based Image Interpretation</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Van Gool</b>
Kurzbeschreibung	With the lecture series on special topics of Knowledge based image interpretation we sporadically offer special talks.				
Lernziel	Presentation and discussion of internal and external original research results on the area of image analysis, computer vision, virtual and augmented reality and physically based simulation. Following recent work in the literature.				
Inhalt	Presentation and discussion of internal and external original research results on the area of image analysis, computer vision, virtual and augmented reality and physically based simulation. Following recent work in the literature.				
<b>227-0980-00L</b>	<b>Seminar on Biomedical Magnetic Resonance</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>K. P. Prüssmann, S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Current developments and problems of magnetic resonance imaging (MRI)				
Lernziel	Getting insight into advanced topics in magnetic resonance imaging				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen der Magnetresonanz				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0955-00L</b>	<b>Seminar in Electromagnetics, Photonics and Terahertz</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Selected topics of the current research activities of the IFH and closely related institutions are discussed.				
Lernziel	Have an overview on the research activities of the IFH.				
Inhalt	Weekly review of hot topics in the field of electromagnetics, optics and photonics and optical communications.				

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0101-AAL</b>	<b>Discrete-Time and Statistical Signal Processing</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>8R</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	The course is about some fundamental topics of digital signal processing with a bias towards applications in communications: discrete-time linear filters, inverse filters and equalization, DFT, discrete-time stochastic processes, elements of detection theory and estimation theory, LMMSE estimation and LMMSE filtering, LMS algorithm, Viterbi algorithm.				
Lernziel	The course is about some fundamental topics of digital signal processing with a bias towards applications in communications. The two main themes are linearity and probability. In the first part of the course, we deepen our understanding of discrete-time linear filters. In the second part of the course, we review the basics of probability theory and discrete-time stochastic processes. We then discuss some basic concepts of detection theory and estimation theory, as well as some practical methods including LMMSE estimation and LMMSE filtering, the LMS algorithm, and the Viterbi algorithm. A recurrent theme is the stable and robust "inversion" of a linear filter.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Discrete-time linear systems and filters: state-space realizations, z-transform and spectrum, decimation and interpolation, digital filter design, stable realizations and robust inversion.</li> <li>The discrete Fourier transform and its use for digital filtering.</li> <li>The statistical perspective: probability, random variables, discrete-time stochastic processes; detection and estimation: MAP, ML, Bayesian MMSE, LMMSE; Wiener filter, LMS adaptive filter, Viterbi algorithm.</li> </ol>				
Skript	Lecture Notes				
<b>227-0103-AAL</b>	<b>Control Systems 1</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>8R</b>	<b>F. Dörfler</b>
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese</i>				

	<b>Lerneinheit NICHT belegen.</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von fachübergreifenden Konzepten und Methoden zur mathematischen Beschreibung und Analyse von dynamischen Systemen. Konzept der Rückführung, Entwurf von Regelungen für Eingrößen- und Mehrgrößenstrecken.
Lernziel	Vermittlung von fachübergreifenden Konzepten und Methoden zur mathematischen Beschreibung und Analyse von dynamischen Systemen. Konzept der Rückführung, Entwurf von Regelungen für Eingrößen- und Mehrgrößenstrecken.
Inhalt	Prozessautomatisierung. Prinzip der Regelung. Modellierung dynamischer Systeme - Beispiele, Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, analytische/numerische Lösung. Laplace Transformation, Systemantworten für Systeme 1. und 2. Ordnung - Einfluss von zusätzlichen Nullstellen und Polen. Regelkreis-Idee der Rückführung. PID Regler, Ziegler-Nichols Einstellung, Stabilität, Routh-Hurwitz Kriterium, Wurzelortskurve. Frequenzgang, Bode-Diagramm, Bode gain/ phase relationship, Reglerentwurf via "loop- shaping", Nyquist Kriterium. Feedforward Compensation/Störgrössenaufschaltung, Kaskadenregelung. Mehrvariablensysteme (Übertragungsmatrix, Zustandsraumdarstellung), Mehrschlaufenregelung, Problem der Kopplung, Relative Gain Array, Entkopplungskompensator, Sensitivität auf Modellunsicherheit. Zustandsraumdarstellung (Modalform, Steuerbarkeit, control/observer canonical form), Zustandsregelung, Polvorgabe/Wahl der Pole. Beobachter, Beobachtbarkeit, Dualität, Separationsprinzip. LQ Regulator, Optimale Zustandsschätzung.
Literatur	G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini. Feedback Control of Dynamic Systems. 6th edition, Prentice Hall, International Version, 2009, Reading, ISBN 978-0-1350-150-9. Broschierte Studienausgabe CHF 150.-, (Frühjahr 2010).
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Signal- und Systemtheorie / MATLAB-Kenntnisse

<b>227-0117-AAL</b>	<b>High Voltage Engineering</b>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>8R</b>	<b>C. Franck</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Verstehen der grundlegenden Phänomene und Prinzipien, welche im Zusammenhang mit sehr hohen elektrischen Feldstärken auftreten. Diese Kenntnisse werden auf Dimensionierungen von Betriebsmitteln elektrischer Energieübertragungssysteme angewendet.				
Lernziel	Die Studierenden haben Kenntnis der grundlegenden Phänomene und Prinzipien, welche im Zusammenhang mit sehr hohen elektrischen Feldstärken auftreten. Sie verstehen die unterschiedlichen Mechanismen, die zum Versagen von Isolationssystemen führen und können Versagens-Kriterien zur Beurteilung von Hochspannungskomponenten anwenden. Sie sind in der Lage, Schwachstellen von Isolationssystemen zu identifizieren und Möglichkeiten zu deren Behebung zu nennen. Zudem kennen sie die gängigen Isolationssysteme und deren Dimensionierung in der Praxis.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diskussion der für die Hochspannungstechnik relevanten Feldgleichungen</li> <li>- analytische und numerische Lösung dieser Feldgleichungen, sowie Herleitung der wichtigen Ersatzschaltbilder zur Beschreibung von Feldern und Verlusten in Isolationen</li> <li>- Einführung in die Gasphysik</li> <li>- Mechanismus des Durchschlags in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierungen, sowie in Isolationssystemen</li> <li>- Methoden zur rechnerischen Bestimmung der elektrischen Festigkeit von gasförmigen, flüssigen und festen Isolierungen</li> <li>- Anwendung der Erkenntnisse an Hochspannungskomponenten</li> <li>- Exkursion zu Herstellern von Hochspannungskomponenten</li> </ul>				
Skript	Vorlesungsunterlagen				
Literatur	A. Küchler, Hochspannungstechnik, Springer Berlin, 4. Auflage, 2017 (ISBN: 978-3662546994)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

**Elektrotechnik und Informationstechnologie Master - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# EMBA ETH HSG (emba X)

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
367-0001-00L	Adaptive Leadership ■	O	3 KP	2G	D. Laureiro Martinez
367-0002-00L	Strategy & Innovation ■	O	3 KP	2G	G. von Krogh
367-0003-00L	Geoeconomic Dynamics & Disruption ■	O	3 KP	2G	J.-E. Sturm
367-0004-00L	Analytics (Business & Marketing) ■	O	3 KP	2G	F. von Wangenheim
367-0005-00L	Energy Management, Technology and Economics ■	O	3 KP	2G	C. Schaffner, L. Barrage
367-0006-00L	Cognitive Flexibility ■	O	1 KP	1G	D. Laureiro Martinez
367-0007-00L	Foresight & Decision Making ■	O	1 KP	1G	D. Laureiro Martinez
367-0008-00L	Negotiation ■	O	1 KP	1G	Noch nicht bekannt
367-0009-00L	Empathy ■	O	1 KP	1G	A. Procopio Barbosa Schön
367-0010-00L	Cognitive Technologies ■	O	3 KP	2G	A. Ilic, M. El-Assady, A. Krause
367-0011-00L	Sustainability ■	O	3 KP	2G	V. Hoffmann, C. Bening-Bach
367-0012-00L	Digital Platforms ■	O	3 KP	2G	S. Brusoni
367-0013-00L	Next Operating Models ■	O	3 KP	2G	T. Netland
367-0014-00L	Agile Hardware Manufacturing ■ <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	2G	M. Meboldt
367-0015-00L	Entrepreneurial Strategy ■ <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	3 KP	2G	B. Clarysse
367-0016-00L	Creative Thinking ■ <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	1 KP	1G	Z. Zagorac-Uremovic
367-0017-00L	The Power of Influence ■	O	1 KP	1G	A. Procopio Barbosa Schön
367-0018-00L	Systems Thinking ■	O	1 KP	1G	D. Laureiro Martinez, Z. Zagorac-Uremovic
367-0019-00L	Company Impact Project ■	O	7.5 KP	4G	A. Procopio Barbosa Schön

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Energy Science and Technology Master

## ► Kernfächer

Mindestens je 2 Kernfächer pro Fachrichtung müssen erfolgreich abgelegt werden.  
Die Teilnahme am Kurs des "Fächerübergreifenden Energiewesens" ist für alle Studierenden obligatorisch.

## ►► Electrical Power Engineering

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0530-00L</b>	<b>Optimization in Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem. The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.				

## ►► Energy Flows and Processes

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	

<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Energy Economics and Policy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0514-00L	<b>Energy Economics and Policy</b> <i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i>	W	3 KP	2G	M. Filippini, S. Srinivasan
Kurzbeschreibung	An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.				
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.				
Inhalt	<p>The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.</p> <p>Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.</p> <p>Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
363-1115-00L	<b>Energy Innovation and Management ■</b>	W	3 KP	2V	S. J. L. Powell, A. Nunez-Jimenez, A. Stephan
Kurzbeschreibung	Fundamental changes, such as more decentralized energy production, sector coupling or digitalization, challenge the existing business models of organizations in the energy sector such as utilities or technology providers. This course adopts quantitative and qualitative approaches to explore innovation and managerial, organizational and decision-making aspects towards a net zero energy system.				
Lernziel	<p>After completing the course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the challenges occurring in the energy sector and that companies (in or relying on the energy sector) are facing</li> <li>• Understand the basics of managerial/organizational aspects in the energy sector with a particular focus on innovations</li> <li>• Identify and use the appropriate quantitative tools for strategic decision-making in the energy sector</li> </ul>				
Inhalt	<p>This course explores innovation and managerial, organizational and decision-making aspects in the energy sector for the transition towards a net zero energy system. The course is split in two parts with a quantitative and a qualitative focus, respectively.</p> <p>In the first part, students will learn about aspects such as the financial valuation of investment decisions and the ways that quantitative energy models of different types can be used to assist with strategic decision-making in the energy sector. Students will be introduced to three types of models: (1) techno-economic analyses of renewable energy generation and (mobile) storage technologies, (2) planning and simulation of a multi-energy system, and (3) an energy market game, which simulates the behavior of utilities in an electricity market. This part of the course will include individual and group assignments.</p> <p>In the second part, guided by questions like "how does the energy industry change and why" or "how would you make the decision if you were the head of a utility", the students will understand how firms manage innovations and why they can be difficult to manage even for established firms in the energy sector. This part of the course will be guided as an interactive case study.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

## ►► Interdisciplinary Energy Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1631-20L	<b>Case Studies: Energy Systems and Technology: Part 2</b>	O	2 KP	4G	C. Franck, C. Schaffner
Kurzbeschreibung	This course will allow the students to get an interdisciplinary overview of the "Energy" topic. It will explore the challenges to build a sustainable energy system for the future. This will be done through the means of case studies that the students have to work on. These case studies will be provided by industry partners.				
Lernziel	The students will understand the different aspects involved in designing solutions for a sustainable future energy system. They will have experience in collaborating in interdisciplinary teams. They will have an understanding on how industry is approaching new solutions.				
Skript	Descriptions of case studies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ► Industriepraktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1650-10L	<b>Internship in Industry ■</b>	O	12 KP		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Es ist das Ziel der 12-wöchigen Praxis (Vollzeit), Master-Studierenden die industriellen Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				
Lernziel	siehe oben				

## ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1101-00L	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	E-	0 KP		U. Koch
Kurzbeschreibung	This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- You can write scientific texts using the correct structure</li> <li>- You can convincingly present scientific work</li> <li>- You can differentiate the scientific style from novels and news</li> <li>- You can adhere to citation rules and scientific integrity</li> </ul>				
Inhalt	The block course cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary)</li> <li>- Structure of Scientific Presentations</li> <li>- Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables)</li> <li>- Citation Rules and Scientific Integrity</li> </ul>				
Literatur	The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture. Scientific Integrity, see <a href="https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html">https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

227-1671-10L	<b>Semester Project</b>	O	12 KP	20A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The semester project is designed to train the students in solving specific problems from the field of Energy Science & Technology. This project uses the technical and social skills acquired during the master's program. The semester project ist advised by a professor and must be approved in advance by the tutor.				
Lernziel	see above				

## ► Wahlfächer

Diese Kurse sind besonders empfohlen, andere ETH-Kurse aus dem Feld Energy Science and Technology im weiteren Sinne können in Absprache mit dem Tutor gewählt werden.

## ►► Electrical Power Engineering

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0117-10L</b>	<b>Mess- und Versuchstechnik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck, P. Simka</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Versuchs- und Messtechnik, wie sie Grundlage in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften ist. Die Vorlesung ist stark praxis- und anwendungsorientiert, und beinhaltet mehrere praktische Versuche. Die Inhalte «Mess- und Versuchstechnik» sind für alle Fachgebiete der Elektrotechnik relevant, und werden an Beispielen aus verschiedenen Bereichen eingeführt.				
Lernziel	Am Ende der Vorlesung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende elektrische Versuche durchführen und Messdaten, insbesondere mit dem Oszilloskop, erheben.</li> <li>• ein sinnvolles Messprotokoll führen, ein klares Versuchsprotokoll erstellen und die Messgenauigkeit des Versuchs abschätzen.</li> <li>• grundlegende Ursachen elektromagnetischer Störungen sowie Methoden zur Vermeidung, Reduktion oder Abschirmung beschreiben und anwenden.</li> <li>• verschiedene Methoden zur Erzeugung und Messung von (hohen) Spannungen erklären und anwenden, sowie dazugehörige Größen berechnen.</li> </ul>				
Inhalt	- Messtechnik, Messunsicherheit, Messprotokolle - Erzeugung und Messung hoher Spannungen - Elektromagnetische Verträglichkeit - Laborpraktika				
Skript	Vorlesungsunterlagen				
Literatur	J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser Verlag, 7. Auflage, 2015 (ISBN: 978-3446442719) A. Schwab, Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 6. Auflage, 2010 (ISBN: 978-3642166099)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0248-00L</b>	<b>Power Electronic Systems II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Biela, F. Krismer</b>
Kurzbeschreibung	This course details structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems to provide a deeper understanding of power electronic circuits and power components. Most recent concepts of for example high switching frequency AC/DC converters are presented. Simulation exercises, implemented in the simulation programme PLECS, are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge of structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems. Further objectives are: to know most recent concepts and operation modes of for example high switching frequency AC/DC converters or AC/AC matrix inverters; to develop a deeper understanding of multi-pulse power converter circuits, transformers, and electromechanical energy converters; and to understand in-depth details of power electronic systems. Simulation exercises, implemented in the electric circuit simulator PLECS, are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	Converter dynamics and control: State Space Averaging, transfer functions, controller design, impact of the input filter on the converter transfer functions. Performance data of single-phase and three-phase systems: effect of different loss components on the efficiency characteristics, linear and non-linear single phase loads, power flow of general three-phase systems, space vector calculus. Modeling and control of three-phase PWM rectifiers: system characterization using rotating coordinates, control structure, transfer functions, operation with symmetrical and unsymmetrical mains voltages. Scaling laws of transformers and electromechanical actuators. Drives with permanent magnet synchronous machines: basic function, modeling, field-oriented control. Unidirectional AC/DC converters and AC/AC converters: voltage and current DC link converters, indirect and direct matrix converters.				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers, simulation program for interactive self-learning.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Introductory course on power electronics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>227-0528-00L</b>	<b>Power System Dynamics, Control and Operation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Valverde Mora</b>
Kurzbeschreibung	This course analyzes the dynamics of interconnected power systems and the different types of power system stability. The mathematical models of the elements that govern the system dynamics will be reviewed. In addition, stability analysis methods and mitigation measures against rotor-angle, voltage, and frequency instability scenarios will be studied.				
Lernziel	The course's learning objective is to understand the concept of stability and control of electrical power systems, including their analysis methods. At the end of the course, participants will be able to model the behavior of the elements and controllers that govern the dynamics of power systems and understand the participation of each element/controller in the different types of stability of interconnected electrical systems.				

Inhalt	The modeling of the power system and its components is reviewed first. It includes static and dynamic loads, load tap changers, synchronous machines, exciters, automatic voltage regulators, power system stabilizers, turbines, governors, and inverter-based generators followed by the study of the stability of the power system and the integration of renewable energies such as wind, solar, and energy storage systems. The learning process is complemented by numerical examples, Python scripts, and computer simulations.				
Skript	Lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>227-0530-00L</b>	<b>Optimization in Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches.				
Lernziel	After this class, the students should have a good handle on how to approach a research question which involves optimization and implement and solve the resulting optimization problem by choosing appropriate tools.				
Inhalt	<p>In our everyday's life, we always try to take the decision which results in the best outcome. But how do we know what the best outcome will be? What are the actions leading to this optimal outcome? What are the constraints? These questions also have to be answered when controlling a system such as energy systems. Optimization theory provides the opportunity to find the answers by using mathematical formulation and solution of an optimization problem.</p> <p>The course covers various aspects of optimization with a focus on applications to energy networks. Throughout the course, concepts from optimization theory are introduced followed by practical applications of the discussed approaches. The applications are focused on the Optimal Power Flow problem which is formulated and solved to find optimal device settings in the electric power grid and other relevant energy scheduling problems. On the theoretical side, the formulation and solving of unconstrained and constrained optimization problems, multi-time step optimization, stochastic optimization including probabilistic constraints and decomposed optimization (Lagrangian and Benders decomposition) are discussed.</p>				
<b>227-0537-00L</b>	<b>Technology of Electric Power System Components</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Franck</b>
Kurzbeschreibung	Basics of the technology of important components in electric power transmission and distribution systems (primary technology).				
Lernziel	At the end of this course, the students can name the primary components of electric power systems and explain where and why they are used. For the most important components, the students can explain the working principle in detail and calculate and derive key parameters. In addition, students know how to read scientific papers and are able to extract its content efficiently.				
Inhalt	<p>Basic physical and engineering aspects for transmission and distribution of electric power. Limiting boundary conditions are not only electrical parameters, but also mechanical, thermal, chemical, environmental and economical aspects. Focus is on components for power system protection (switchgear, fuses and surge arresters) and underground cables.</p> <p>There will be excursions to industrial companies.</p> <p>Part of the course is devoted to recent developments and students will learn how to read scientific papers.</p>				
Skript	yes				
Literatur	additional literature will be available online via the teaching document repository.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture "Introduction to Electric Power Transmission: System & Technology" is a strongly recommended prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
			Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	<p>With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.</p> <p>* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization  * basics of battery operation, manufacturing, and integration  * intro to the role of policy for energy storage innovation &amp; diffusion  * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage</p>				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				

Voraussetzungen / Strong interest in energy and technology policy.  
Besonderes

<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>
Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.				
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking. Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.				
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.				
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.				

<b>227-0730-00L</b>	<b>Power Market II - Modeling and Strategic Positioning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Reichelt, G. A. Koepfel</b>
Kurzbeschreibung	Optionen in der Energiewirtschaft Portfolio und Risiko Management: Hedging-Strategien und Risiko Bewertung Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken mit Realloptionen Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten Strategische Positionierung von Energieversorgungsunternehmen				
Lernziel	Die Studenten kennen die wesentlichen Derivate, die in der Elektrizitätswirtschaft zur Anwendung gelangen. Sie können Strategien zur Preisabsicherung erarbeiten bzw. bewerten. Sie verstehen die Optimierung von komplexen Wasserkraftwerksanlagen, kennen die Thematik der Kapazitätsmärkte und der Quotensysteme. Sie kennen die Grundlagen der Discounted Cash-flow (DCF) Methode sowie der Realloptionen und können sie für die Bewertung von Kraftwerken anwenden. Die Studenten können komplexe Energielieferverträge in die einzelnen Komponenten zerlegen und die Risiken identifizieren.				
Inhalt	Optionen in der Energiewirtschaft: Optionsbewertung mit Binominalen Bäumen und der Black-Scholes Formel, Sensitivitäten, implizite Volatilität Portfolio und Risiko Management: Delta- und Gamma-neutrale Preisabsicherung, Vergleich und Bewertung von Hedging-Strategien, Risiko Identifikation und -bewertung (Fallbeispiel) Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken, Projekten und el. Netzen mit der discounted cash-flow Methode und Anwendung von Realloptionen Strategische Positionierung: Erarbeiten von verschiedenen Fällen (mini cases) Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Anwendungen von Derivaten: komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten, flexible Produkte für Stromkunden Quantifizieren des Gegenparteirisikos Marketing des Produktes "Elektrizität"				
Skript	Handouts - all material in English				
Voraussetzungen / Besonderes	2-tägige Exkursion, Referate von Vertretern aus der Wirtschaft  Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225">https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225</a>				

## ►► Energy Flows and Processes

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0206-00L</b>	<b>Wasserbau</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Boes</b>
Kurzbeschreibung	Wasserbauliche Systeme, Anlagen und Bauwerke (z.B. Talsperren, Fassungen, Stollen, Leitungen, Kanäle, Wehre, Krafthäuser, Schleusen), Grundlagen des Flussbaus und der Naturgefahren				
Lernziel	Im Fach "Wasserbau" werden die Kompetenzen Prozessverständnis und Systemverständnis gelehrt, angewandt und geprüft. Konzeptentwicklung wird gelehrt und angewandt. Es werden Kenntnisse wasserbaulicher Anlagenteile und ihrer Funktion innerhalb wasserbaulicher Systeme vermittelt; die Lernenden werden zu Entwurf und Dimensionierung hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit befähigt.				
Inhalt	Wasserbauliche Systeme: Speicher, Nieder- und Hochdruckanlagen. Wehre: Wehrarten, Verschlüsse, Hydraulische Bemessung. Fassungen: Fassungstypen, Entsandungsanlagen. Kanäle: konstruktive Gestaltung, offene und geschlossene Kanäle. Leitungen: Auskleidungstypen, hydraulische Bemessung von Druckstollen und Druckschächten. Talsperren: Talsperrentypen, Nebenanlagen. Flussbau: Abflussberechnung, Sedimenttransport, flussbauliche Massnahmen. Naturgefahren: Überblick und Grundlagen zu Art und Schutzmassnahmentypen. Verkehrswasserbau: Schifffahrtskanäle und Schleusen. Schriftliche Übungen, Übung im hydraulischen Labor und am Computer. Exkursion.				
Skript	Umfassendes Wasserbau-Skript. Ergänzende Vorlesungsunterlagen.				
Literatur	Weiterführende Literatur ist am Ende des jeweiligen Skript-Kapitels angegeben. Empfehlenswerte Fachbücher: - Giesecke, J., Heimerl, S. & Mosonyi, E. (2014): Wasserkraftanlagen (6. Auflage), Springer-Verlag, Berlin - Patt, H. & Gonsowsky, P. (2011): Wasserbau (7. Auflage), Springer-Verlag, Berlin - Bollrich, G. (2000): Technische Hydromechanik, Verlag für Bauwesen, Berlin - Strobl, T., Zunic, F. (2006): Wasserbau, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. - Hager, W.H., Schleiss, A.J. (2009): Constructions Hydrauliques; Traité de Génie Civil, Vol. 15, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.				
Voraussetzungen / Besonderes	als Grundlage dringend empfohlen: Hydraulik I (Vorlesung 101-0203)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.				
	They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.				
	They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another				
Inhalt	A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.				
	The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".				
	The lecture series is divided as follows:				
	- General presentation				
	- Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc.				
	- Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.				
Skript	For each lecture slides will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.				
	No lecture will be given during Seminar week.				
<b>151-0160-00L</b>	<b>Fuel Cycle and Waste Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Eichler, S. Churakov, O. Leupin, L. Robers</b>
Kurzbeschreibung	Physikalische und chemische Aspekte der Entstehung und Verteilung von Uran, radioaktiver Zerfall und seine Detektion, Urangewinnung, Urananreicherung, Kernbrennstoffherstellung, Wiederaufarbeitung ausgedienter Brennelemente, Entsorgung von radioaktivem Abfall und tiefengeologische Endlagerung				
Lernziel	Die Studenten erhalten einen Überblick über die physikalischen und chemischen Grundlagen, die technologischen Prozesse und die Entwicklungstrends in Bereich der gesamten nuklearen Energieumwandlungskette inklusive Endlagerung				
Inhalt	(1-5) Überblick über den kosmischen und geologischen Ursprung von Uranvorkommen, (radio-)chemische Grundlagen mit Relevanz zur Urananwendung, Radioaktiver Zerfall und dessen Detektion, (6-9) Methoden des Uranbergbaus, der Urangewinnung aus dem Erz, (6-9) Urananreicherung (Diffusionszellen, Ultrazentrifugen, alternative Methoden), chemische Konvertierung Uranoxid - Fluorid - Oxid, Brennelementfertigung, Abbrand im Reaktor, Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (hydro- und pyrochemisch) einschliesslich der modernen Verfahren der Tiefentrennung hochaktiver Abfälle, Methoden der Minimierung von Menge und Radiotoxizität des nuklearen Abfalls, (10-13) Entsorgung von Nuklearabfall, Abfallkategorien und -herkunft, geologische und künstliche Barrieren in Tiefenlagern und deren Eigenschaften, Projekt für ein geologisches Tiefenlager für radioaktive Abfälle in der Schweiz				
Skript	Vorlesungsfolien werden verteilt und in digitaler Form bereit gestellt.				
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0207-00L</b>	<b>Theory and Modeling of Reactive Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. E. Frouzakis, I. Mantzaras</b>
Kurzbeschreibung	The course first reviews the governing equations and combustion chemistry, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Catalytic combustion and its coupling with homogeneous combustion are dealt in detail, and turbulent combustion modeling approaches are presented. Available numerical codes will be used for modeling.				
Lernziel	Theory of combustion with numerical applications				
Inhalt	The analysis of realistic reactive flow systems necessitates the use of detailed computer models that can be constructed starting from first principles i.e. thermodynamics, fluid mechanics, chemical kinetics, and heat and mass transport. In this course, the focus will be on combustion theory and modeling. The reacting flow governing equations and the combustion chemistry are firstly reviewed, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Heterogeneous (catalytic) combustion, an area of increased importance in the last years, will be dealt in detail along with its coupling with homogeneous combustion. Finally, approaches for the modeling of turbulent combustion will be presented. Available numerical codes will be used to compute the above described phenomena. Familiarity with numerical methods for the solution of partial differential equations is expected.				
Skript	Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	NEW course				
<b>151-0234-00L</b>	<b>Electrochemical Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Lukatskaya</b>

Kurzbeschreibung	This course focuses on energy storage devices like batteries and supercapacitors, and energy conversion systems. It provides a detailed introduction to core electrochemical processes and fundamental concepts, with an emphasis on real-world applications. The course aims to build a strong theoretical foundation and offer practical insights into electrochemical energy systems and technologies.				
Lernziel	The goal of this course is for students to understand the fundamental principles and theories behind electrochemical processes, analyze current scientific literature, and explain real electrochemical data.				
	Key objectives of this course are:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explain the working principles of electrochemical energy storage systems.</li> <li>2. Calculate the theoretical capabilities of energy storage systems.</li> <li>3. Explain the discrepancies between theoretical and real-world performance of energy storage systems.</li> <li>4. Understand and explain what information can be obtained from the analytical electrochemical methods.</li> <li>5. Analyze and explain relevant seminal and modern research literature.</li> </ol>				
Skript	Lecture notes and handouts				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0440-00L</b>	<b>Physical Electrochemistry and Electrocatalysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Schmidt</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes and introduction into the technologies (e.g., fuel cell, electrolysis), electrochemical methods (e.g., voltammetry, impedance spectroscopy), mass transport.				
Lernziel	Providing an overview and in-depth understanding of Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes (fuel cell, electrolysis), electrochemical methods and mass transport during electrochemical reactions. The students will learn about the importance of electrochemical kinetics and its relation to industrial electrochemical processes and in the energy sector.				
Inhalt	Review of electrochemical thermodynamics, description electrochemical kinetics, Butler-Volmer equation, Tafel kinetics, simple electrochemical reactions, electron transfer, Marcus Theory, fundamentals of electrocatalysis, elementary reaction processes, rate-determining steps in electrochemical reactions, practical examples and applications specifically for electrochemical energy conversion processes, introduction to electrochemical methods, mass transport in electrochemical systems. Introduction to fuel cells and electrolysis				
Skript	Will be handed out during the Semester				
Literatur	Physical Electrochemistry, E. Gileadi, Wiley VCH Electrochemical Methods, A. Bard/L. Faulkner, Wiley-VCH Modern Electrochemistry 2A - Fundamentals of Electroics, J. Bockris, A. Reddy, M. Gamboa-Aldeco, Kluwer Academic/Plenum Publishers				
<b>529-0507-00L</b>	<b>Hands-on Electrochemistry for Energy Storage and Conversion Applications ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>6P</b>	<b>L. Gubler, E. Fabbri, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
	<i>Prerequisites: previous attendance of at least one of the following courses is mandatory:</i>				
	- 529-0659-00L <i>Electrochemistry: Fundamentals, Cells &amp; Applications</i>				
	- 529-0440-00L <i>Physical Electrochemistry and Electrocatalysis</i>				
	- 151-0234-00L <i>Electrochemical Energy Systems</i>				
Kurzbeschreibung	The course will provide the students with hands-on laboratory experience in the field of electrochemistry, specifically within the context of energy related applications (i.e., Li-ion batteries, fuel cells and water electrolyzers).				
Lernziel	Solidify the students' theoretical knowledge of electrochemistry; apply these concepts in the context of energy-related applications; get the students acquainted with different electrochemical techniques, as well as with application-relevant materials and preparation methods.				
Inhalt	Day 1: Course introduction, electrochemistry refresher Day 2: Rotating disk electrode (RDE) studies Days 3 - 8: 3 x 2-day blocks of laboratory work (rotating assignments): - Lithium-ion batteries - Polymer electrolyte fuel cells - Water electrolysis cells Day 9: finalize data processing, prepare for oral presentation and exam Day 10 (at ETH): presentations and exam				
Skript	- The course material will be prepared and provided by the lecturers. - Students should bring their own laptop - Origin will be used for data treatment demonstration				
Literatur	References to academic publications of specific relevance to the experiments to be performed will be included within the courses' script				

- Voraussetzungen /  
Besonderes
- Course language is english.
  - The course will take place at the Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen PSI ([www.psi.ch](http://www.psi.ch)).
  - The number of participants is limited to 15 (Master level students have priority over PhD students).
  - Students are encouraged to bring their own protective gear for the work in the lab (lab coat, safety goggles). If needed, this can also be provided, please contact the organizers in advance.
  - Participants need to be insured (health / accident insurance).
  - On-site accommodation at the PSI guesthouse ([www.psi.ch/gaestehaus](http://www.psi.ch/gaestehaus)) is possible and will be arranged.

Admittance criterion: previous attendance of at least one of the following courses is mandatory:

- 529-0659-00L Electrochemistry: Fundamentals, Cells & Applications
- 529-0440-00L Physical Electrochemistry and Electrocatalysis
- 151-0234-00L Electrochemical Energy Systems

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>529-0948-00L</b>	<b>Solid State Chemistry</b> <i>Belegung nur möglich bis 06.02.2024.</i> <i>Bevorzugung von Teilnehmenden, welche die Vorlesung «Inorganic Chemistry II» besucht haben.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>10P</b>	<b>M. Kovalenko, M. Kotyrba, S. Yakunin</b>
---------------------	---	----------	-------------	------------	---

Kurzbeschreibung An introduction to single crystal growth with the Bridgman-Stockbarger technique and thin film preparation using melt processing and evaporation deposition. Physical characterization of single crystals and thin films.

Lernziel The practical laboratory course gives an insight into the growth of single crystals and their applications. Focus lies on the growth of semiconductor crystals, thin film preparation (melt & evaporation technique) of semiconducting materials and the measurement of their physical (optical & electronic) properties. Additionally, the complete work is documented in a detailed scientific report.

Inhalt The growth of perovskite (CsPbBr<sub>3</sub>) semiconductor crystals using the Bridgman-Stockbarger technique as a model system for single crystals grown from the melt. Alternatively thin films derived over melt processing or via evaporation deposition are prepared. The preparation of crystals for physical measurements through cutting and polishing. Measuring optical characteristics (absorption) as well as electronic properties, including current-voltage (IV) measurements, time-of-flight, charge carrier recombination, charge extraction efficiencies, noise measurement and photodetection.

Skript Electronic version of the script will be provided.

Literatur All references in the script will be provided in .pdf-form, no other sources are needed.

Voraussetzungen /  
Besonderes Every participant works on 14 afternoons in a row (Tuesday - Thursday, 13:00 - 18:00) during the semester after being assigned to a group of two or three participants depending on the overall amount of participants. No further presence is demanded.

- Presence dates:  
27.02. - 27.03.2024  
28.02. - 28.03.2024  
12.03. - 17.04.2024  
20.03. - 25.04.2024  
28.03. - 08.05.2024  
11.04. - 16.05.2024  
24.04. - 29.05.2024  
25.04. - 30.05.2024

Preferences for the personal assignment can be considered.

Electronic enrollment is mandatory. (except ETH-external participants).

Safety concept: <https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html>

By enrolling in this lab course, students confirm to thoroughly study all safety information and follow instructions.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

## ►► Energy Economics and Policy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-1115-00L</b>	<b>Energy Innovation and Management ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. L. Powell, A. Nunez-Jimenez, A. Stephan</b>

Kurzbeschreibung Fundamental changes, such as more decentralized energy production, sector coupling or digitalization, challenge the existing business models of organizations in the energy sector such as utilities or technology providers. This course adopts quantitative and qualitative approaches to explore innovation and managerial, organizational and decision-making aspects towards a net zero energy system.

Lernziel After completing the course, students will be able to:

- Understand the challenges occurring in the energy sector and that companies (in or relying on the energy sector) are facing
- Understand the basics of managerial/organizational aspects in the energy sector with a particular focus on innovations
- Identify and use the appropriate quantitative tools for strategic decision-making in the energy sector



Inhalt	<p>This course explores innovation and managerial, organizational and decision-making aspects in the energy sector for the transition towards a net zero energy system. The course is split in two parts with a quantitative and a qualitative focus, respectively.</p> <p>In the first part, students will learn about aspects such as the financial valuation of investment decisions and the ways that quantitative energy models of different types can be used to assist with strategic decision-making in the energy sector. Students will be introduced to three types of models: (1) techno-economic analyses of renewable energy generation and (mobile) storage technologies, (2) planning and simulation of a multi-energy system, and (3) an energy market game, which simulates the behavior of utilities in an electricity market. This part of the course will include individual and group assignments.</p> <p>In the second part, guided by questions like “how does the energy industry change and why” or “how would you make the decision if you were the head of a utility”, the students will understand how firms manage innovations and why they can be difficult to manage even for established firms in the energy sector. This part of the course will be guided as an interactive case study.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Verhandlung	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>363-1164-00L</b>	<b>Topics in Energy and Climate Policy</b> <i>Participation is limited to 20 students. A mandatory prerequisite is to attend the course "363-0514-00L Energy Economics and Policy".</i>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	This block seminar allows students to deepen their knowledge of energy and climate policy issues by presenting and discussing some scientific papers that analyze the economic aspects of energy and climate policy instruments.				
Lernziel	<p>After taking this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Engage in, participate and learn from discussion on the design, implementation and effectiveness of energy and climate policy instruments.</li> <li>Read, present and discuss scientific papers that analyse issues in energy and climate policy critically.</li> </ul>				
Inhalt	<p>During the course of Energy Economics and Policy, which is a prerequisite for this course, the students will be learning the basic principles and ideas in a frontal instruction-oriented style. This course is additionally offered to those interested students who want to further deepen their knowledge of topics in energy economics and policy. This block seminar will take place on a Friday afternoon and Saturday, and it will adopt a more participatory approach where students will actively present and discuss some topics in energy and climate policy. This block course will take place at the end of the spring semester.</p> <p>We will be discussing papers dealing with the following topics:</p> <p>Participation in the course will be limited to 20 students.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Economics of market-oriented policy measures such as taxes and subsidies</li> <li>Economics of non-market-oriented policy instruments such as standards, regulations, information policies, nudges, etc.</li> <li>Application of energy and climate policy instruments with a focus on developing countries including topics related to mobility, electrification, and pollution.</li> </ul> <p>The students will receive a proposal of a series of scientific papers at the beginning of the semester, during an introductory meeting, from which to choose one to present to the participants of the seminar. The presentation can be individual or in groups, depending on the number of participants. The student assessment will be based on their presentation as well as on their discussion of the other papers that are presented.</p> <p>Participation in the course will be limited to 20 students, and a mandatory prerequisite is to attend the Energy Economics and Policy course offered by MTEC in FS2022.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert		

<b>364-0576-00L</b>	<b>Advanced Sustainability Economics</b> <i>PhD course, open for MSc students</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Komarov, A. Minabutdinov</b>
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	<p>Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.</p> <p>Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksei Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ITET*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1601-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Only students who fulfill the following criteria are allowed to enroll for and start with their master thesis:</i> <i>a. successful completion of the bachelor program;</i> <i>b. any additional requirements necessary to gain admission to the master program EST have been successfully completed;</i> <i>c. both the semester project and the internship have been successfully completed.</i>	O	30 KP	40D	Betreuer/innen

*Registration in mystudies required!*

**Kurzbeschreibung** The master program in Energy Science and Technology culminates in a six months research project which addresses a scientific research questions on one's chosen area of specialization. The masters thesis is supervised by a program-affiliated faculty member and the topic must be approved in advance by the tutor.

**Lernziel** see above

227-1101-00L	<b>How to Write Scientific Texts</b> <i>Strongly recommended prerequisite for Semester Projects, Bachelor's, and Master Theses at D-ITET (MSc BME, BSc/MSc EEIT, MSc EST and MSc QE).</i>	E-	0 KP		U. Koch
--------------	--	----	------	--	---------

**Kurzbeschreibung** This four-hour course covers the basics of writing and presenting scientific work. The focus lies on the structure and the main elements of a scientific text. Formatting guidelines, citation rules, good practice of scientific writing and hints to convince the audience are part of the course.

**Lernziel**

- You can write scientific texts using the correct structure
- You can convincingly present scientific work
- You can differentiate the scientific style from novels and news
- You can adhere to citation rules and scientific integrity

**Inhalt** The block course cover the following topics:

- Structure of Scientific Texts (title, author list, abstract, state-of-the-art, "in this paper" paragraph, scientific part, summary)
- Structure of Scientific Presentations
- Formatting/Style of Scientific Elements (figures, equations, tables)
- Citation Rules and Scientific Integrity

The lecture will be given in two parts on two afternoons. Some exercises will be built into the lecture.

**Literatur** Scientific Integrity, see <https://ethz.ch/en/research/ethics-and-animal-welfare/research-integrity.html>

**Voraussetzungen / Besonderes** You should be writing either a bachelor/semester/master thesis or a scientific publication in the immediate future.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

### Energy Science and Technology Master - Legende für Typ

W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch
Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Erd- und Klimawissenschaften Bachelor

## ► Grundlagenfächer I

### ►► Fächer der Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-2002-02L	<b>Chemie II</b>	O	5 KP	2V+2U	J. Cvengros, J. E. E. Buschmann, P. Funck, R. Verel
Kurzbeschreibung	Chemie II: Redoxreaktionen, Chemie der Elemente, Einführung in die organische Chemie				
Lernziel	In dem Fach Chemie II werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				
Inhalt	<p>Erarbeiten der Grundlagen von anorganischer und organischer Stoffchemie</p> <p>1. Redoxreaktionen</p> <p>2. Anorganische Stofflehre Regeln und Beispiele anorganischer Nomenklatur: Verbindungen, Ionen, Säuren, Salze, Komplexverbindungen. Ein Gang durch die Elementgruppen, ihrer Typologie und ihrer wichtigen Verbindungen. Beschreibung einiger bedeutender industrieller Produktionsverfahren. Das Entstehen von Verbindungen als Konsequenz der Elektronenstruktur der Valenzschale.</p> <p>3. Einführung in die Organische Chemie Stofflehre: Beschreibung der wichtigsten Stoffklassen und funktionellen Gruppen, Einführung in deren Reaktivität. Stereochemie: Raumanordnung von Molekülbausteinen. Reaktionsmechanismen: SN1 und SN2- Reaktionen; Elektrophile aromatische Substitution; E1- und E2- Eliminationsreaktionen; Additionsreaktionen an C=C-Doppelbindungen; Chemische Reaktivität von Carbonyl- und von Carboxylgruppen.</p>				
Literatur	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMIE. 14. Auflage, Pearson Studium, 2018.				
Kompetenzen	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, PRINCIPLES OF MODERN CHEMISTRY, 8th Edition, Thomson, London, 2016.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
401-0252-00L	<b>Mathematik II: Analysis II</b>	O	7 KP	5V+2U	A. Cannas da Silva, S. Kalisnik Hintz
	<i>Am Mittwoch der ersten Semesterwoche findet die freiwillige Zwischenprüfung zur Leistungskontrolle als Jahreskurs statt. Die Raum-Aufteilung wird per E-Mail kommuniziert.</i>				
Kurzbeschreibung	Fortführung der Themen von Mathematik I mit Schwerpunkt auf der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung.				
Lernziel	Mathematik ist von immer grösserer Bedeutung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Grund dafür ist das folgende Konzept zur Lösung konkreter Probleme: Der entsprechende Ausschnitt der Wirklichkeit wird in der Sprache der Mathematik modelliert; im mathematischen Modell wird das Problem - oft unter Anwendung von äusserst effizienter Software - gelöst und das Resultat in die Realität zurück übersetzt.				
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesungen Mathematik I und II ist es, die einschlägigen mathematischen Grundlagen bereit zu stellen. Differentialgleichungen sind das weitaus wichtigste Hilfsmittel im Prozess des Modellierens und stehen deshalb im Zentrum beider Vorlesungen.</p> <p>- Mehrdimensionale Differentialrechnung: Funktionen von mehreren Variablen, partielle Ableitungen, Kurven und Flächen im Raum, Skalar- und Vektorfelder, Gradient, Rotation und Divergenz.</p> <p>- Mehrdimensionale Integralrechnung: Mehrfachintegrale, Linien- und Oberflächenintegrale, Arbeit und Fluss, Integralsätze von Gauss und Stokes, Anwendungen.</p> <p>- Einführung in Partielle Differentialgleichungen: Trennung der Variablen, Wärmeleitungs-, Wellen- und Potential-Gleichung.</p>				
Skript	Siehe Moodle-Webseite und Literatur				
Literatur	<p>- Thomas, G. B., M.D. Weir und J. Hass: Analysis 2, Pearson.</p> <p>- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Bd. 2 und 3.</p> <p>- Hungerbühler, N.: Einführung in partielle Differentialgleichungen, vdf.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathe-Lab (Präsenzstunden): Bitte entnehmen Sie der Moodle-Webseite den Zeitplan für das Mathe-Lab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
651-3078-00L	<b>Geologie der Schweiz</b>	O	2 KP	2V	I. Stössel
Kurzbeschreibung	<p>- Die Landschaft Schweiz und ihre geologische Geschichte</p> <p>- Alpen und Juragebirge: Archive einer Ozeangeschichte</p> <p>- Von der Plattentektonik zur Gebirgsbildung</p> <p>- Landschaftsbildende Prozesse</p>				

Lernziel	- Verständnis wichtiger erdwissenschaftlicher Informationsquellen sowie geologischer Prozesse mit Relevanz für die Interpretation des geologischen Untergrunds der Schweiz. - Geschichte der in der Schweiz sichtbaren Gesteinsabfolgen von deren Bildung bis zum Anschnitt an der Erdoberfläche. - Überblick zur geologisch-tektonischen Entwicklung der Alpen und des weiteren Umfelds der Schweiz. - oberflächenbildende Prozesse und Landschaftsgeschichte.
Inhalt	Erdplatten - Alpine Gebirge; Geologie der Schweiz im Überblick; tektonische Grosseinheiten und deren Charakteristika; geologische Geschichte von Gesteinen in der Schweiz (Grundgebirge, Karbon/Perm, Trias, Jura, Kreide, Känozoikum); Alpenbildung: Subduktion - Kollision - Deckenbildung; das nordalpine Vorlandbecken; Grabenbildungen im alpinen Umfeld; Hebung der Alpen und Jurafaltung; Eiszeiten und Landschaftsentwicklung
Skript	Beilagen (Moodle) zur Geologie der Schweiz
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: 651-3001-00 Dynamische Erde I

<b>651-3002-00L</b>	<b>Dynamische Erde II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>I. Stössel, S. Willett, A. Fichtner, G. Haug</b>
Kurzbeschreibung	Prozesse der Erdoberfläche: Klima, Wasserkreislauf, Verwitterung und Erosion, Transport, Sedimentation. Gesteinsdeformation. Geochronologie, Stratigraphie und Erdgeschichte.				
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen in allen Gebieten der Erdwissenschaften. Praktische Erarbeitung, Vertiefung und Diskussion des Inhalts der Vorlesung Dynamische Erde II.				
Inhalt	Prozesse der Erdoberfläche: Klima, Wasserkreislauf, Verwitterung und Erosion, Transport, Sedimentation. Gesteinsdeformation. Geochronologie, Stratigraphie und Erdgeschichte.				
Literatur	Grotzinger, J., Jordan, T., 2017, Press/Siever Allgemeine Geologie. 7. Auflage, Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-48342-8">https://doi.org/10.1007/978-3-662-48342-8</a> Grotzinger, J., Jordan, T.H., 2020, Understanding Earth, Macmillan Learning, 8th Ed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Übungen und Kurzexkursionen in Kleingruppen (10-15 Studenten), welche parallel zu den Themen der Vorlesung laufen, und von Hilfsassistierenden geleitet werden. Anhand von angewandten Fragestellungen und Fallstudien werden konkrete Beispiele erdwissenschaftlicher Themen diskutiert. Beschreibung und Interpretation der wichtigsten Gesteine in Handstücken. Verschiedene Kurzexkursionen in die Region Zürich erlauben das direkte Erfahren erdwissenschaftlicher Prozesse (z. Bsp. Oberflächenprozesse) und das Erkennen von erdwissenschaftlichen Fragestellungen und Lösungen in der heutigen Gesellschaft (z. Bsp. Bausteine, Wasser). Das Arbeiten in Kleingruppen ermöglicht auch die Diskussion und das Erarbeiten aktueller erdwissenschaftlicher Themen.				

### ►► Weitere obligatorische Fächer Basisjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3982-00L</b>	<b>Geologischer Feldkurs I</b> <i>Voraussetzungen: Besuch der Lerneinheiten Dynamische Erde I+II (651-3001-00L und 651-3002-00L) und Geologie der Schweiz (651-3078-00L).</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>S. Bernasconi</b> , weitere Dozierende
	<i>Studierende Geographie UZH bezahlen den vollen Tarif.</i>				
	<i>Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	Identifikation und Beschreibung wichtiger sedimentärer, magmatischer und metamorpher Gesteine und deren Bildungsprozesse und -bedingungen in einem gut bekannten geologischen Zeitrahmen.				
Lernziel	Verstehen sedimentärer, magmatischer und metamorpher Gesteine. Darstellung geologischer Beobachtungen im Feldbuch; Aufnahmen stratigraphischer Profile und Entnahme von Gesteinsproben.				
Inhalt	Feldbeobachtungen (4 Tage) an Grundgebirgs- und vulkano-sedimentären Einheiten der Südalpen (E-Lombardei). Beschreiben und Interpretieren von metamorphen (Gneise, Metapelite), magmatischen (Vulkanite) und sedimentären Gesteinen (Konglomerate, Sandsteine, Pelite, Karbonate). Diskussion metamorpher und magmatischer Prozesse sowie der Ablagerungsmilieus von klastischen und Karbonatsedimenten des Perm und der Trias.				
Skript	Kursunterlagen und Karten werden abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Besuch der Lerneinheiten Dynamische Erde I+II (651-3001-00L und 651-3002-00L) und Geologie der Schweiz (651-3078-00L).  Weitere Informationen s. Kursausschreibung und Vorbesprechung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>651-3002-01L</b>	<b>Erdwissenschaftliche Exkursionen I</b> <i>Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a>.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. W. Schmidt, O. Bachmann, A. Gilli, S. Heuberger, L. Nibourel, I. Stössel</b>
Lernziel	Praktisches Lernen geologischer Begriffe im Feld.				
Inhalt	Exkursionen zu klassischen und illustrativen Lokalitäten in verschiedenen tektonischen Einheiten der Schweizer Alpen und benachbarten Gebieten wie Ostjura, Molasse/Quartär, Glarner Alpen, Kaiserstuhl und Hegau, Gotthard, Verzasca (Tessin). Demonstration lithologischer, sedimentologischer, tektonischer, metamorpher, chronostratigraphischer, plutonisch/vulkanischer und paläontologischer Aspekte in den genannten Regionen. Diskussion von Naturgefahren wie Felsstürze und Hochwasser.				
Skript	Unterlagen zu den verschiedenen Tagesthemen.				
Literatur	Vorlesungsunterlagen von Dynamische Erde I und II, Geologie der Schweiz.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert

## ► Grundlagenfächer II

### ►► Prüfungsblock 1

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0062-00L</b>	<b>Physik I</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise der Physik mit Hilfe von Konzeptfragen, Demonstrationsexperimenten und Problemlösung. Wo immer möglich werden Anwendungen aus Mechanik, Fluidodynamik und Wärmelehre aus den Bereichen der Studiengänge vermittelt.				
Lernziel	Förderung des wissenschaftlichen Denkens. Es soll die Fähigkeit entwickelt werden, beobachtete physikalische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen.				
Inhalt	Mechanik des Massenpunktes, Mechanik starrer Körper, Arbeit, Energie, Leistung, Schwingungen und Einführung in die Wärmelehre.				
Skript	Skript wird verteilt				
Literatur	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2022.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ► Allgemeine erdwissenschaftliche Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3321-00L</b>	<b>Erdwissenschaftliches Kartenpraktikum I</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Volante, L. Nibourel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in das Lesen und Konstruieren von einfachen geologischen Karten. Konstruktion von geologischen Profilen. Einführung in die Lambert'sche Projektion und Schmidt'sches Netz (Stereoplots).				
Lernziel	Dieses Praktikum lebt in erster Linie von Übungen, die die Studierenden in Kleingruppen unter Anleitung selbst lösen. Verbesserung des geologisch relevanten dreidimensionalen Vorstellungs- und Darstellungsvermögens.  Fähigkeit geologische Karten zu lesen und interpretieren, sowie geologische Profile zu zeichnen.				
Inhalt	Handhabung des Schmidt'schen Netzes üben, damit später eigene Felddaten dargestellt werden können. Strukturlinien, Symbole wahre und scheinbare Mächtigkeiten von geologischen Schichten wahrer und scheinbarer Einfallswinkel V-Regel Dreipunktprobleme Diskordanzen Verwerfungen Einführung in die Lambert'sche Projektion Falten Magmatische Strukturen				
Skript	Aufgabenstellungen und Anleitungen werden abgegeben und sind auf Moodle erhältlich.				
Literatur	Semesterliteratur ist in der ERDW-Bibliothek erhältlich.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Belegung ist Studierenden der ETH vorbehalten, Studierende der UZH klären bitte mit der Studienfachberatung Geographie und Erdsystemwissenschaften der Universität Zürich, welche Module der UZH als Ersatz dafür vorgesehen sind.  Dieser Kurs ist zwar nicht Voraussetzung, jedoch extrem hilfreich für den Geologischen Feldkurs I und II.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
<b>651-3600-00L</b>	<b>Grundlagen der Gesteinsmikroskopie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. W. Schmidt, M. G. Fellin</b>
Kurzbeschreibung	<i>Für diesen Kurs besteht eine Anwesenheitspflicht. Unentschuldigtes Fernbleiben führt zum Ausschluss aus dem Kurs.</i> Handhabung des Polarisationsmikroskopes, Verständnis der wichtigsten optischen diagnostischen Eigenschaften, Erkennung gesteinsbildender Mineralien und Komponenten sowie von Gefügen und Texturen in magmatischen, metamorphen und sedimentären Gesteinen.				
Lernziel	Einsatz des Polarisationsmikroskopes fuer die Untersuchung eines Gesteinsserie (z.B. fuer BSc Arbeit), Faehigkeit zur Identifikation von unbekanntem Mineralien im Duennschliff. Beziehung makroskopisches Handstueck - Duennschliff im Mikroskop.				
Skript	Skript mit ca. 50 Seiten wird in der ersten Stunde verteilt. Handouts mit den Aufgaben fuer jede Doppelstunde, Hausaufgaben werden in den meisten Lektionen verteilt				
Voraussetzungen / Besonderes	Erster Kurs der Mikroskopie, ist Voraussetzung fuer alle weiteren Mikroskopie-Kurse.  Achtung Anwesenheitspflicht ! Obligatorische Abgabe von Uebungen Zweiteilige Pruefung ist in der letzten Semesterwoche, 20 min um 2 von 3 theoretischen Fragen zu beantworten (Skript ist Pruefungsrelevant), 1 h um einen Duennschliff zu mikroskopieren.				

<b>651-3440-01L</b>	<b>Geophysics II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Jackson, P. Tackley</b>
Kurzbeschreibung	Treatment of fundamental aspects of gravimetry and geomagnetism. We review the fundamentals of gravity set out by Newton, orbital dynamics and gravity applications in exploration geophysics. We will explore the mechanisms by which the geomagnetic field is created, how geomagnetic measurements can be used for resource exploration, and how palaeomagnetism tells us about the history of the Earth.				
Lernziel	Treatment of fundamental aspects of geophysics in the area of gravimetry and geomagnetism: methods and applications. Our objectives are to learn fundamental theories and techniques relevant to the geomagnetic and gravity fields, but also to put them into practice in a quantitative way. We will learn to use mathematical techniques make quantitative estimates of geophysical phenomena. The examination will require the implementation of mathematics to solve questions in the spheres of geomagnetism and gravity.				
Inhalt	Gravimetry: gravitation, Earth rotation, centrifugal force. Gravity, geoid, reference ellipsoid, normal gravity. Reduction of gravity measurements, gravity anomalies. Isostasy: models of Pratt, Airy, Vening Meinesz. Interpretation of gravity anomalies and relationship to dynamic and static features. Geomagnetism: geomagnetic fields of external and internal origin, dipole and non-dipole fields, diurnal variation, magnetic prospecting, magnetic anomalies. Rock magnetism, remanent magnetizations. Paleomagnetism: sample treatment, secular variation, geocentric axial dipole field, apparent polar wander curves, polarity reversals, magnetic stratigraphy.				
Skript	Lecture slides will be distributed.				
Literatur	Primary Texts: W. Lowrie: Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press 1997 (1st Edition) or 2007 (2nd Edition) C. M. R. Fowler: The Solid Earth - An Introduction to Global Geophysics, 2004. Secondary Texts: F. D. Stacey and P. M. Davis: Physics of the Earth, Cambridge University Press 2008.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: The Dynamic Earth I or an equivalent course.				
<b>651-3420-00L</b>	<b>Paläontologie</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Klug, M. Hautmann, E. Schneebeil-Hermann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Methoden der Paläontologie und Biostratigraphie. Vorstellung der für die Erdwissenschaften wichtigen Fossilgruppen: Morphologie (Baupläne), zeitliches Vorkommen, Evolution, Ökologie, Skelette und Materialien, Anwendungen in den Erdwissenschaften, Paläobiogeographie und Biodiversität. Analyse des Fossilberichtes, Anwendung der biochronologischen Methode.				
Lernziel	Kenntnis der wichtigsten Methoden der Paläontologie und Biostratigraphie. Bedeutung und Anwendbarkeit der Fossilgruppen für Erdwissenschaftler. Überblick über wichtige Fossilgruppen, deren Morphologie (Baupläne), zeitliches Vorkommen, Evolution und ökologische Bedeutung. Verständnis der Eigenheiten von Fossilabfolgen und der Anwendung der biochronologischen Methode auf Beckenanalyse, Paläobiogeographie und Biodiversitätsänderungen.				
Inhalt	Geschichte und Methoden der Paläontologie. Vorstellung der Baupläne mit Schwerpunkt auf Hartteilen, des zeitlichen Vorkommens, der Evolution und Ökologie Bedeutung der wichtigsten Fossilgruppen: Mikrofossilien, Korallen, Cephalopoden, Muscheln, Brachiopoden, Arthropoden und Echinodermen hinsichtlich Fossilisation, Spurenfossilien, Paläoökologie, Biostratigraphie, Biochronologie, Paläobiogeographie und Biodiversität.				
Skript	Alle wichtige Unterlagen für Kurs und Pratika im Internet (PDF).				
Literatur	Boardman, R.S., Cheetham, A.H. & Rowell, A.J. 1987: Fossil invertebrates. Blackwell. Stanley SM 1999 Earth System History. Freeman & Co. Lehmann, U. & Hillmer, G. 1997: Wirbellose Tiere der Vorzeit. Enke, Stuttgart. Oschmann, W. 2018: Leben der Vorzeit. Grundlagen der Allgemeinen und Speziellen Paläontologie. UTB. Prothero, D.R. 1998: Bringing Fossil to Life. WCB/McGraw-Hill.				
Voraussetzungen / Besonderes	http://www.palaeos.com Neben Vorlesungen werden Übungen in zwei Gruppen (Dienstag bzw. Mittwoch nachmittag, 13.15-15 Uhr) am Paläontologischen Institut durchgeführt (Raum KO2 E72).				
<b>651-3424-00L</b>	<b>Sedimentologie und Stratigraphie</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Gilli</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die grundlegenden Konzepte der Sedimentologie. Die Studierenden werden mit einer Reihe von Erosions-, Transport- und Ablagerungsprozessen und -umgebungen vertraut gemacht. Die typischen Fazies der wichtigsten Ablagerungsgebiete werden vorgestellt.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage - die Bildung von Sedimenten zu beschreiben und daraus das sedimentäre Ablagerungsmilieu und deren Umweltbedingungen zu rekonstruieren. - verschiedene Methoden der Korrelation und der zeitlichen Einordnung anwenden zu können				
Inhalt	Teil I: Sedimente und Sedimenttransport - Verwitterung - Sedimenttransport und Sedimentstrukturen - Klastische Sedimente - Karbonate und der Kohlenstoffkreislauf - Evaporite, Gezeitenablagerungen und Dolomite - Kieselige Sedimente - Diagenese  Teil II: Sedimentäre Ablagerungsräume - Flüsse - Seen - Wind - Gletscher und Eis - Flachmarine Ablagerungen: Küste und Delta - Marine Flachwasserkarbonate - Hemipelagische Sedimente - Tiefmarine Ablagerungen  Teil III: Stratigraphie - Lithostratigraphie - Sequenzstratigraphie - Chemostratigraphie				
Skript	Sedimentologie-Skript und Vorlesungsunterlagen auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung "Dynamische Erde" oder vergleichbare Einführungsvorlesung  Die Semesterendprüfung findet in KW 23 (erste Woche nach Vorlesungsende) statt.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>651-3422-00L</b>	<b>Strukturgeologie</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Volante</b>
Kurzbeschreibung	Einführung und Beschreibung der mechanischen Entwicklungsprozesse von 1) Spröden Strukturen (Verwerfungen, Klüfte, Adern) 2) Duktilen Strukturen (Falten, Schieferungen, Lineationen, Scherzonen und Diapire) 3) Einführung in die Theorie der finiten Verformung.				
Lernziel	Erarbeitung eines eines großen Wissens über Deformationsstrukturen und ein Einblick in die Prozesse, die die Entwicklung dieser Deformationsstrukturen steuern.				
Inhalt	Einführung und Beschreibung der mechanischen Entwicklungsprozesse von 1) Spröden Strukturen (Verwerfungen, Klüfte, Adern) 2) Duktilen Strukturen (Falten, Schieferungen, Lineationen, Scherzonen und Diapire) 3) Einführung in die Theorie der finiten Verformung.				
Literatur	Eisbacher G.H. (1996) Einführung in die Tektonik (2.Auflage). Enke Verlag. Meschede M. (1994) Methoden der Strukturgeologie. Enke Verlag. Means W.D. (1976) Stress and strain. Basic concepts of continuum mechanics for geologists. Springer Verlag. Ramsay J.G. & Huber M.I. (1983) The techniques of modern structural geology - Volume1 : Strain analysis. Academic Press. Ramsay J.G. & Huber M.I. (1987) The techniques of modern structural geology - Volume2 : Folds and fractures. Academic Press. Twiss R.J. & Moores E.M. (1992) Structural geology. W.H. Freeman & Company.				
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				
<b>651-3480-00L</b>	<b>Erdwissenschaftliche Exkursionen II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>I. Stössel, weitere Dozierende</b>
	<i>Studierende Geographie und Erdsystemwissenschaften UZH bezahlen den vollen Tarif.</i>				
	<i>Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	Ausflüge zu einem breiten Spektrum erdwissenschaftlicher Aspekte in den Alpen und angrenzenden Gebieten				
Lernziel	Feldbezogene geologische Grundlagen und Beobachtungen				
Inhalt	Geologische, petrographische und paläontologische Aspekte je nach Ausflug (s. Exkursionsprogramm)				
Skript	Exkursionsunterlagen				
Voraussetzungen / Besonderes	Studierende Geographie UZH bezahlen den vollen Tarif (keine Subventionen).  Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf</a>				
<b>651-3581-00L</b>	<b>Geophysikalisches Feldpraktikum</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Obermann</b>
	<i>Studierende des D-ERDW haben Vorrang. Bei freier Kapazität können Studierende der UZH (Geographie und Erdsystemwissenschaften) den Kurs zum vollen Tarif absolvieren.</i>				
Kurzbeschreibung	Das geophysikalische Feldpraktikum ist eine praktische Einführung in die Grundlagen verschiedener geophysikalischer Messmethoden.  Es besteht aus 8, halbtägigen Experimenten im Feld, in denen einfache Prospektionsaufgaben aus den Bereichen Seismik, Geoelektrik, Geothermik, Geomagnetik, Gravimetrie demonstriert, durchgeführt und ausgewertet werden.				
Lernziel	Eine Übersicht und ein Grundverständnis von den unterschiedlichen geophysikalischen Methoden gewinnen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ein Besuch des Kurses ist nur sinnvoll, wenn bereits eine Vorlesung zur Einführung in die Geophysik besucht wurde. Im Zweifel bitte vorher abklären.  Ein Unkostenbeitrag (in den letzten Jahren ca. 40 CHF) wird zu Veranstaltungsbeginn eingesammelt.  Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken	gefördert gefördert		
<b>651-3482-00L</b>	<b>Geologischer Feldkurs II: Sedimente</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>V. Picotti, A. Gilli, S. Heuberger,</b>

Studierende des D-ERDW haben Vorrang. Bei freier Kapazität können Studierende der UZH (Geographie und Erdsystemwissenschaften) den Kurs zum vollen Tarif absolvieren.

S. Ivy Ochs, L. Nibourel,  
M. Schönbächler, S. Volante

Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <http://exkursionen.erdw.ethz.ch>.

Kurzbeschreibung	Kartierung von Sedimentgesteinen und stratigraphischen Einheiten mit der anschliessenden Erstellung einer geologischen Karte im Massstab 1:10.000. Verfassen eines Berichts, der die Fazies und den Charakter der geologischen Einheiten, die quartären Oberflächenablagerungen und die tektonischen Strukturen dokumentiert.		
Lernziel	Die Studierenden lernen, wie man kartierbare Einheiten im gewählten Kartierungsmaßstab definiert. Sie sind in der Lage, stratigraphische Einheiten und damit verbundene tektonische Elemente sowie Ablagerungen des Quartärs, hauptsächlich alluvialen, glazialen und gravitationsbedingten Ursprungs, zu erfassen, zu beschreiben und zu kartieren.		
Inhalt	7-tägiger Feldkurs, einschliesslich individueller Zeit mit Instruktoren im Felde, Arbeitssitzungen und Diskussionen nach dem Abendessen, sowie das Verfassen von Berichten.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: - Erfolgreicher Abschluss des Geologischen Feldkurses I (651-3982-00L) - Besuch der Vorlesungen Strukturgeologie (651-3422-00L) und Sedimentologie & Stratigraphie (651-3432-00L)		
	Studierende Geographie bezahlen den vollen Tarif (keine Subventionen).		
	Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Integrierte Erdsysteme

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4180-01L	<b>Integrierte Erdsysteme I ■</b>	O	5 KP	4G+1U	<b>O. Bachmann, A. Fichtner, A. Jackson, M. Schönbächler, P. Tackley</b>
Kurzbeschreibung	Die Erde hat eine komplexe Geschichte seit ihrer Bildung vor ~4.6 Milliarden Jahre durchlaufen. Um die Entwicklung der Erde zu verstehen, braucht es eine integrative Perspektive, die viele verschiedene Disziplinen der Erdwissenschaften umfasst (z.B. die Geochemie, Geophysik und Geologie). Das Hauptziel des Kurses ist einen integrierten Blick mit dem Fokus feste Erde zu erarbeiten.				
Lernziel	Das Hauptziel des Kurses ist einen integrierten Ansatz mit dem Fokus feste Erde zu erarbeiten, durch eine Serie von Vorlesungen, Übungen und Tutorials, welche verschiedene Disziplinen der Erdwissenschaften umfassen.				
651-4180-03L	<b>Integrierte Erdsysteme III ■</b>	O	5 KP	4G+1U	<b>S. Heuberger, M. Brehme, T. Driesner, A. Gilli, M. Hefny</b>
Kurzbeschreibung	Im Kurs Integrierte Erdsysteme III werden die geologischen Rohstoffe der Erde, die Georessourcen, aus integrierender Perspektive betrachtet. Es werden drei interagierende Schwerpunktthemen behandelt: 1) die nicht-metallischen mineralischen Rohstoffe (Kies & Sand, Zementrohstoffe, Kohlenwasserstoffe) 2) die geothermischen Rohstoffe (Geoenergie) 3) die metallischen Rohstoffe (Erze).				
Lernziel	Die Studierenden erarbeiten einen Überblick über die verschiedenen nutzbaren, geologischen Rohstoffe der Erde. Insbesondere wird die Bildung dieser Georessourcen im Kontext der interagierenden petrologischen, tektonischen, geophysikalischen und geochemischen Prozesse diskutiert und vertieft. Die Studierenden können die wirtschaftliche Bedeutung dieser Georessourcen einordnen und deren verantwortungsvolle Nutzung beurteilen.				
Inhalt	Der dritte Teil der Vorlesung "Integrierte Erdsysteme" behandelt geologische Rohstoffe, die Georessourcen. Drei Schwerpunkte werden in dieser Lehrveranstaltung gesetzt: 1. nicht-metallische mineralische Rohstoffe (Steine & Erden, Kohlenwasserstoffe, Industriemineralien, Salze), 2. Geothermie, 3. Metallische Rohstoffe (Erzlagerstätten). Der Teil der nicht-metallischen mineralischen Rohstoffe diskutiert die Entstehung sowie die Prospektion dieser Rohstoffe an ausgewählten Beispielen. Die Studierenden erhalten Einblick in die tektonischen und sedimentären Bedingungen, die zur Lagerstättenbildung geführt haben, sowie in die zu deren Auffindung benötigten Prospektionstechniken und Geodaten (z.B. 3D-Modelle, Bohrungen, Seismik). Der Geothermie-Teil befasst sich mit der Nutzung von Niedrig- und Hoch-Enthalpie Geothermie-Systemen zur Gewinnung von Wärme und/oder Strom. Die Studierenden werden vom geologischen Untergrund, und den darin vorkommenden und zirkulierenden Flüssigkeiten, über das geothermische Kraftwerk an der Erdoberfläche bis hin zu den Wärme- und/oder Strom-Gestehungskosten, die wesentlichen Aspekte eines geothermischen Kraftwerkes qualitativ und semi-quantitativ untersuchen und beurteilen. Der Teil über Erzlagerstätten stellt ausgewählte Lagerstättentypen und deren Bildung in den Kontext von tektonischen, petrologischen und geochemischen Prozessen. Die Studierenden werden anhand von umfangreichem Probenmaterial die wichtigsten Charakteristika dieser Lagerstätten erarbeiten und die Interpretation von kleinskaligen Feldbeziehungen üben. Daraus werden qualitative und semi-quantitative Rückschlüsse über die chemischen Prozesse hinter der Anreicherung von Erzmetallen abgeleitet.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert geprüft

## ► Vertiefungen

### ►► Vertiefung Geologie und Geophysik

#### ►►► Methoden

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-3684-00L	<b>Geologischer Feldkurs III: Kristallin ■</b> <i>BSc Studierende des D-ERDW (6. Semester) haben Vorrang. Bei freier Kapazität können Studierende der UZH (Geographie und Erdsystemwissenschaften) den Kurs zum vollen Tarif absolvieren.</i>	W+	4 KP	6P	A. Galli
	<i>Sehr empfohlen ist der vorgängige Besuch des Kurs 651-4131-00L Introduction to Digital Mapping, da im Geologischen Feldkurs III zum Teil mit Tablets kartiert wird.</i>				
Kurzbeschreibung	Mit modernen Methoden werden die Studierenden eine geologische Karte und Profile aufnehmen, damit tektono-metamorphe Prozesse in den Alpen verstanden werden können.				
Lernziel	Die Studierenden lernen, wie die Aufnahme einer geologischen Karte und geologischen Profilen mit modernen digitalen Methoden durchgeführt wird, wie repräsentative Gesteinsproben genommen werden und, wie die Kombination von geologischen Karten und Profilen zum Verständnis der Prozesse führt, welche die kontinentale Kruste gestalten.				
Inhalt	Digitale geologische Kartierung, Sampling, alpine Tektonik, metamorphe Prozesse.				
Skript	Ein Skript und die Einleitung über die digitale Kartierung werden vor dem Kurs verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Kosten des Terrainkurses sind 350 CHF + Reisekosten bis Rodi-Fiesso Posta.  Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf</a> (Abmeldebedingungen gemäss AGB).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
651-3680-00L	<b>Erdwissenschaftliche Exkursionen III</b> <i>Studierende des D-ERDW haben Vorrang. Bei freier Kapazität können Studierende der UZH (Geographie und Erdsystemwissenschaften) den Kurs zum vollen Tarif absolvieren.</i>	W+	1 KP	2P	I. Stössel, weitere Dozierende
	<i>Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	Ausflüge zu einem breiten Spektrum erdwissenschaftlicher Aspekte in den Alpen und angrenzenden Gebieten				
Lernziel	Feldbezogene geologische Grundlagen und Beobachtungen				
Inhalt	Geologische, petrographische und paläontologische Aspekte je nach Ausflug (s. Exkursionsprogramm)				
Skript	Exkursionsunterlagen				
Voraussetzungen / Besonderes	Studierende Geographie und Erdsystemwissenschaften bezahlen den vollen Tarif (keine Subventionen).  Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_dt.pdf</a>				
651-3660-00L	<b>Analyse von Zeitreihen in der Umweltphysik und Geophysik</b>	W+	3 KP	2G	F. Haslinger, A. Obermann
Kurzbeschreibung	In den Geowissenschaften sammeln wir oft große, digital aufgezeichnete Datensätze. Diese Zeitreihen-Daten können verarbeitet werden um spezielle Aspekte der Signale herauszuheben, ein immenser Vorteil zu Papier-Aufzeichnungen. Wir behandeln grundlegende Methoden und Konzepte der Zeitreihenanalyse, z.B. deterministische vs stochastische Prozesse, Signal-Korrelation und Fourier-Analyse.				
Lernziel	Verständnis verschiedener Methoden der Analyse von zeitabhängigen Messdaten.				
Inhalt	Anhand verschiedener Messdaten werden Prinzipien erläutert sowie verschiedene Auswertungsmethoden ausprobiert: determinierte und regellose Vorgaenge, stationaere und nicht-stationaere Vorgaenge, Abtasttheorem, Trendanalyse, Auto- und Kreuzkorrelation, Frequenzanalyse (Fourier Transformation).				
Skript	Die Übungen setzen Grundkenntnisse in MATLAB voraus.				
Literatur	Vorlesungsskript und Uebungen werden abgegeben. - B. Buttkus: Spektralanalyse und Filtertheorie in der angewandten Geophysik. Springer, 1991. - R. Schlittgen und B. Streitberg: Zeitreihenanalyse. Oldenburg Verlag, Muenchen, 1999.				

Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundstudium Erd- oder Umweltnaturwissenschaften				
	Matlab Grundkenntnisse				
Kompetenzen	Die Inhalte der Lehrveranstaltung werden für 651-4005-00 Geophysical Data Processing vorausgesetzt.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>651-4131-00L</b>	<b>Introduction to Digital Mapping</b>	<b>W Dr</b>	<b>2 KP</b>	<b>3V</b>	<b>A. Galli, V. Akker, A. Ceccato</b>
Kurzbeschreibung	This course is run as block course on Mo 10th of June (in the afternoon, at ETH), Tu 11th of June (whole day, in the field) and Wed 12th of June (in the morning, at ETH). The course gives an introduction to digital mapping in geosciences from data collection to the final map construction, focusing on the practical application of different digital mapping tools to produce a modern geological map.				
Lernziel	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepare a tablet for the field work;</li> <li>• work in the field using a tablet to map lithological contacts and structures, and acquire georeferenced structural data, field notes, field pictures;</li> <li>• process the data acquired in the field and produce a geological map in digital format</li> </ul>				
Inhalt	The following topics are covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to softwares used in the field (FieldMove, FieldClino);</li> <li>• Access to spatial geodata in Switzerland, but also worldwide;</li> <li>• 1 day excursion with practical training (location to be defined);</li> <li>• Introduction to QGIS to produce a digital map;</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite is <ul style="list-style-type: none"> <li>• 651-4031-00 Geographic Information Systems or an equivalent course</li> <li>• 651-3482-00 Geological Field Course II: Sedimentary Rocks or an equivalent course</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ▶▶▶ Vertiefung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3503-00L</b>	<b>Magmatismus und Metamorphose II</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>O. Bachmann, M. W. Schmidt, J.-C. Storck</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs stellt die Fortsetzung von Magmatismus und Metamorphose I dar und behandelt die Entstehung und Differentiation magmatischer Gesteine sowie die Metamorphose magmatischer und sedimentärer Gesteine als Produkte geodynamischer Prozesse im Erdinnern.				
Lernziel	Der Kurs ist die Fortsetzung und Vertiefung des Stoffs der in Magmatismus und Metamorphose I behandelt wird. Der Kurs stellt eine Verknüpfung von Petrographie, Geochemie, experimenteller und theoretischer Petrologie sowie Petrophysik dar mit dem Ziel fundamentale magmatische und metamorphe Prozesse in zeitlichen und räumlichen Abläufen darzustellen. Es werden folgende Themen und Zusammenhänge besprochen respektive vertieft: (1) Prinzipien chemischer Systeme und Reaktionen; (2) Intraplatten Magmatismus; (3) Oxidationszustand und Stoffkreisläufe der Erde; (3) physikalische Eigenschaften magmatischer Systeme und deren Einfluss auf Segregations-, Differentiations-, Aufstiegs- und Platznahmemechanismen. Eine Quantifizierung magmatischer und metamorpher Prozesse wird anhand des Mineralbestandes, der Geochemie, Phasenpetrologie und thermodynamischen Ansätzen in den Übungen und Hausaufgaben praktisch vertieft.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzip und fundamentales Verständnis von chemischen Systemen &amp; Reaktionen ("Schreinemaker")</li> <li>- Alkalischer Intraplatten-Magmatismus («hot spots and rifts»)</li> <li>- Sauerstoff-Fugazität: Reduktion und Oxidation, tiefer Erdmantel</li> <li>- Strukturen und physikalische Eigenschaften von Schmelzen und Magmen</li> <li>- Metabasalte</li> <li>- LMI – Layer Mafic Intrusions – Beispiel einer Magmadifferenzierung</li> </ul>				
Skript	Vorlesungsunterlagen und Hausaufgaben werden abgegeben und weiteres Material auf Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Als zusätzliches, unterrichtsbegleitendes Material empfehlen wir das Buch von J.D. Winter «Principles of Igneous and metamorphic petrology», Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung Magmatismus und Metamorphose II setzt den vorgängigen Besuch der Lehrveranstaltung Magmatismus und Metamorphose I (oder einer äquivalenten Lehrveranstaltung) voraus.				
	Die Abgabe von 7 hinreichend gelösten Hausaufgaben ist obligatorisch und wird als Semesterleistung bewertet, fuer 9 hinreichend gelöste Hausaufgaben wird ein Bonus von 0.25 Notenpunkten zur Schlussnote hinzugerechnet.				
	Die Semesterendprüfung findet in KW 23 (erste Woche nach Vorlesungsende) zur Vorlesungszeit statt.				

### ▶▶▶ Anwendung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3508-00L</b>	<b>Hydrogeologie</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Brehme</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden die Grundlagen der Hydrogeologie vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Warum ist uns Grundwasser wichtig?</li> <li>- Wie gewinnt man Grundwasser?</li> <li>- Wie beschreibt man die Verteilung und Bewegung von Grundwasser?</li> </ul>				

Lernziel	Studenten können: - den Wert von Grundwasser als natürliche Ressource erkennen. - hydrologische Wasserbilanzen durchführen. - Methoden zur Charakterisierung von Grundwasserkörpern beschreiben. - Grundwasserströmungsgleichungen in einfachen Fällen anwenden. - klassische Methoden zur Auswertung von Pumpversuchen beschreiben.
Inhalt	1. Überblick 2. Grundwassergewinnung 3. Grundlagen der Grundwasserströmung 4. Grossräumige Grundwasserströmung 5. Instationäre Grundwasserströmung 6. Radialströmung (Pumpversuche)
Skript	Vorlesungsmaterialien werden zur Verfügung gestellt.
Literatur	Höttling & Coldewey (2013) Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. Springer Spektrum -- Bear (2007) Hydraulics of Groundwater. Dover Publications Inc.

### ▶▶▶ Wahlfächer

*Die aufgeführten Wahlfächer werden empfohlen.*

*Den Studierenden steht zusätzlich das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur Auswahl offen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0302-00L</b>	<b>Clays in Geotechnics: Problems and Applications</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Plötze</b>
Kurzbeschreibung	This course gives a comprehensive introduction in clay mineralogy, properties, characterising and testing methods as well as applied aspects and problems of clays and clay minerals in geotechnics.				
Lernziel	Upon successful completion of this course the student is able to: - Describe clay minerals and their fundamental properties - Describe/propose methods for characterisation of clays and clay minerals - Draw conclusion about specific properties of clays with a focus to their potential use, problematics and things to consider in geotechnics and engineering geology.				
Inhalt	- Introduction to clays and clay minerals (importance and application in geosciences, industry and everyday life) - Origin of clays (formation of clays and clay minerals, geological origin) - Clay mineral structure, classification and identification incl. methods for investigation (e.g., XRD) - Properties of clay materials, characterisation and quantification incl. methods for investigation (e.g., cation exchange, rheology, plasticity, shearing, swelling, permeability, retardation and diffusion) - Clay Minerals in geotechnics: Problems and applications (e.g. soil mechanics, barriers, slurry walls, tunnelling)				
Skript	Lecture slides and further documents will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>651-4056-00L</b>	<b>Limnogeology</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Dubois, A. Gilli, K. Kremer</b>
Kurzbeschreibung	This course links lakes, their subsurface and their environment. It will be discussed how lake sediments record past environmental changes (e.g. climate, human impact, natural hazards) and how lake sediments can be used to reconstruct these changes. Emphasis is also given on the modern limnologic processes essential in interpreting the fossil record. Field and laboratory work is foreseen.				
Lernziel	Students are able to - explain and discuss the role of lake sediments as archives of environmental change. - plan an own limnogeologic campaign, i.e. finding, recovering, analyzing and interpreting the sedimentary lake archive to solve a particular scientific question. - examine the complexity of a lake system with all its connection to the environment. - relate subaerial processes with subaquatic processes. - identify processes around and in lakes causing natural hazards.				
Inhalt	Content of the course: Introduction - Lakes, the small oceans History of Limnogeology. Limnogeologic campaigns The water column: Aquatic physics (currents, waves, oscillations, etc.). Sediments caught in the water: sediment traps Geophysical survey methods (multibeam bathymetry, seismics) Large open perialpine lakes. Laminations in lake sediments: Clastic vs. biochemical varves. Hydrologically closed lake systems Chronostratigraphic dating of lake sediments Lake sediments as proxies for climate change Lake sediments as recorder of anthropogenic impact  The class includes 2 lectures as field work on Lake Zurich. Introduction to themes of Lake Zurich field work. Limnogeological methods on the lake and in the laboratory: various sampling and surveying techniques (water analysis, seismic surveying, sediment coring, laboratory analyses). Seismic-to-core correlation and interpretation				
Skript	Will be distributed in each class unit.				
Literatur	Will be distributed in each class unit.				
Voraussetzungen / Besonderes	Credit points and grade will be given based on a individually written report about the project and a group presentation.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.				
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Lernziel	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
	The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nanofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices.				
	The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.				
Inhalt	<p>Micropalaeontology and Molecular paleontology</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis.</li> <li>2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nanofossil biostratigraphy.</li> <li>3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaerchaota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages.</li> <li>4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal); shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions.</li> <li>5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity.</li> <li>6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO<sub>2</sub> and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution.</li> <li>7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.</li> </ol>				
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle				
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft
<b>651-4087-00L</b>	<b>Case Studies in Exploration and Environmental Geophysics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. Maurer, M. Hertrich, J. Robertsson, M. O. Saar, T. Spillmann</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on benefits and limitations of geophysical methods applied to problems of high societal relevance. It is demonstrated, how seismics, ground-penetrating-radar and other electromagnetic methods can be employed in geothermics, the cryosphere, hydrocarbon exploration, natural hazard assessments and radioactive waste disposal problems.				
Lernziel	This course is set up for both, geophysicists and non-geophysicists. The former will become familiar with applications of geophysical methods, for which they have learned the underlying theory in other courses. Non-geophysicists (i.e., potential users of geophysical technics, such as geologists and geotechnical engineers) will learn, which geophysical method or which combination of geophysical methods can be used to solve a particular in their realm.				
Inhalt	The main learning goal for both groups is to understand the benefits and limitations of geophysical techniques for important applications, such as exploration problems, waste disposal, or natural hazards.				
	During the first part of the course, various themes will be introduced, in which geophysical methods play a key role.				
	Module 1 (22.2.): Natural Hazards (H.R. Maurer)				
	Module 2 (29.2./11.4): Geothermal Energy (M. Saar)				
	Module 3 (7.3.): Long-term geophysical monitoring of Geologic Carbon Sequestration (GCS) projects (B. Biondi)				
	Module 4 (14.3./21.3.): Radioactive Waste Disposal (T. Spillmann)				
	Module 5 (25.4.): Cryosphere Applications (H.R. Maurer)				
	Module 6 (28.3.): Hydrocarbon Exploration (Fons ten Kroode)				
	During the second part of the course, we will focus on Deep Underground Laboratories. They offer exciting opportunities for research associated with many themes covered in Modules 1 to 6. The lab visits are scheduled as follows				
	2.5.: Mont Terri Laboratory				
	16.5: Bedretto Laboratory				
	23.5.: Grimsel Test Site				
	The laboratory visits will occupy the full afternoons of the respective days. For earning the credit points, at least two out of the three laboratory visits are mandatory, but the students are encouraged, to join all visits.				
	Active participation of the students will be required. Prior to the laboratory visits, the students must familiarize themselves with one experiment (in total, not per laboratory), and they will introduce this experiment during the visit to their fellow students. Finally, a short report on the experiment assigned will have to be written. Presentation and report will contribute 50% to the final grade.				
	The remaining 50% of the final grade will be earned with an oral exam. More details will be provided during the course.				
Skript	Course material will be provided in the teaching repository associated with this course.				
Literatur	Provided during the course				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of geophysical methods is required.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>651-4006-00L</b>	<b>Seismic Waves I</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Bowden, S. Keating</b>
Kurzbeschreibung	Brief review of continuum mechanics and the seismic wave equation; P and S waves; reciprocity and representation theorems; eikonal equation and ray tracing; Huygens and Fresnel; surface-waves; normal-modes; seismic interferometry and noise; numerical solutions.				
Lernziel	After taking this course, students will have the background knowledge necessary to start an original research project in quantitative seismology.				

Literatur	Shearer, P., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, 1999.				
	Aki, K. and P. G. Richards, Quantitative Seismology, second edition, University Science Books, Sausalito, 2002.				
	Nolet, G., A Breviary of Seismic Tomography, Cambridge University Press, 2008.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a quantitative lecture with an emphasis on mathematical description of wave propagation phenomena on the global scale, hence basic knowledge in vector calculus, linear algebra and analysis as well as seismology (e.g. from the 'wave propagation' lecture) are essential to follow this course.				
<b>651-4008-00L</b>	<b>Dynamics of the Mantle and Lithosphere</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Balázs</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Mantle-Lithosphäre Systems zu erreichen. Der Kurs fokussiert hauptsächlich auf die Erde aber bespricht auch wie diese Prozesse in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
Lernziel	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Umhang-Lithosphäre Systems zu erreichen, konzentriert, hauptsächlich auf Masse aber auch bespricht, wie diese Prozesse anders als in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
<b>701-0106-00L</b>	<b>Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. A. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte mathematische Themen und Konzepte, die allenfalls schon in den Vorlesungen Mathematik I-III eingeführt worden sind, werden im Sinne einer Vorbereitung auf spätere Spezialvorlesungen anhand von Beispielen aus der Praxis verknüpft, illustriert, vertraut gemacht und vor allem angewandt. Es wird bei Gelegenheit auch neuer Stoff behandelt.				
Lernziel	Das Ziel besteht darin, auf spätere Spezialvorlesungen vorzubereiten. Die Studierenden sollen vertrauter gemacht werden mit dem schon behandelten mathematischen Stoff, den mathematischen Konzepten und vor allem mit deren Anwendungs- und Interpretationsmöglichkeiten.				
Inhalt	Es werden Beispiele aus der Praxis zu folgenden Themen behandelt: Gewöhnliche Differentialgleichungen; Eigenwertproblem der linearen Algebra; Lineare und nichtlineare Differentialgleichungssysteme; Partielle Differentialgleichungen (Diffusionsgleichung, Transportgleichung, Wellengleichung)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>651-4918-00L</b>	<b>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-A. Meier, L. Mizrahi</b>
	<i>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I focuses on supervised learning and does not require enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II (unsupervised and probabilistic learning focused) or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III (project focused).</i>				
Kurzbeschreibung	This is a 4 week intensive, hands-on course on the basics of machine learning and neural networks. With numerous examples from across the geosciences we learn how to use supervised machine learning techniques to solve geoscience problems in a data driven way.				
Lernziel	The core objective is to understand the logic behind neural network algorithms, and to learn how to use them to tackle your own research problems. This course should prepare you to employ supervised ML techniques e.g. for your BSc or MSc thesis project. You will learn how to use and handle large data sets of various kinds, including point measurements (e.g. ocean temperatures), time series (e.g. seismograms) and image data (e.g. maps). We will go through and develop a wide range of example problems, and learn how to apply different types of neural networks to solve scientific problems.				
Inhalt	The class consists of 4 hours of interactive lectures per week, and 4 hours per week of partially supervised exercises. During the lectures we go through, and further develop, a series of jupyter notebooks. In the exercises you apply and modify the concepts learned in class to other, similar problems.				
	Brief introduction to python coding				
	Single- and multi-parameter optimisation				
	● Grid search				
	● Linear least squares				
	● Non-linear least squares				
	Neural networks for regression and classification				
	● Theory				
	● Model design				
	● Model optimisation				
	● Performance evaluation				
	● Training and practical considerations				
	Convolutional neural networks				
	Modern architectures overview and application in geosciences				
	● Recurrent neural networks				
	● Variational Autoencoders				
	● Generative and large language models				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematics I - IV or equivalent; prior experience in python programming is helpful but not required; no other formal prerequisites are required besides an interest in quantitative and computational methods.				
	Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I focuses on supervised learning and does not require enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II (unsupervised and probabilistic learning focused) or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III (project focused).				
<b>651-4938-00L</b>	<b>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>M.-A. Meier, C. Magnabosco</b>
	<i>Completion or parallel enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I and/or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II is required. Additionally, you will need to find a supervisor who provides a problem and data set and who accompanies you throughout the class.</i>				
Kurzbeschreibung	In this class you tackle an individual research problem by applying the machine learning methods you learned in Machine Learning for Earth and Planetary Science I and/or Machine Learning for Earth and Planetary Science II.				

Lernziel	For a geoscience problem of your choice, you identify the most suitable machine learning technique(s), and apply them to the problem. You optimise and fine tune and evaluate the model, in order to find the best possible performance for the problem at hand. From this experience, you learn the intricacies and the power of a particular data science method, and to solve a data driven problem in detail.
Inhalt	After a kick-off meeting you work independently with your supervisor, and present your project with a poster or powerpoint presentation at the end of the class. You can ask questions and get advice at weekly office hours.
Voraussetzungen / Besonderes	Completion or parallel enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I and/or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II is required. Additionally, you will need to find a supervisor who provides a problem and data set and who accompanies you throughout the class.

<b>651-4912-00L</b>	<b>Planetary Habitability</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	P. Tackley, Dozent/innen
Kurzbeschreibung	This course surveys current thinking on what features of planets are essential to their habitability through reading and discussing key papers. Each week we will examine one proposed habitability factor and read papers arguing for and against its importance. Students will present and lead discussion on the papers each week, synthesizing the main issues with the class.				
Lernziel	The goal of the course is to critically evaluate the factors or processes that have been proposed as being essential for planetary habitability. Students will learn to summarize and evaluate scientific papers, synthesize information and arguments presented across different papers, and present this information orally to the class. Over the course of the class students will develop their own understanding of planetary habitability and formulate new research directions that could further test hypotheses discussed in class.				
Inhalt	The course will focus on 6 key topics related to planetary habitability, one per week. Students will present important papers related to the weekly topic and lead a discussion. Week 1-What factors are important for habitability? Week 2-What are the Habitable Zone limits and how well can they be defined? Week 3-Are waterworlds habitable? Week 4-Is plate tectonics necessary for habitability? Week 5-Is a magnetic field necessary for habitability? Week 6-Are planets around M-dwarfs habitable?				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have a basic knowledge of planetary science.				
<i>Auswahl aus dem gesamten Angebot der ETH.</i>					

### ▶▶▶ Bachelor Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3698-01L</b>	<b>Bachelor-Seminar II</b> <i>Das Bachelor-Seminar ist Bestandteil der Bachelor-Arbeit.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>J. D. Rickli, L. Ermert</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen des wissenschaftlichen Zitierens und der Forschungsethik. Verfassen eines kurzen wissenschaftlichen Projektplanes zur Bachelorarbeit. Erstellen und Präsentieren eines Posters zur Arbeit.				
Lernziel	1) Studierende können einen Termin- und Projektplan für eine wissenschaftliche Forschungsarbeit erstellen. Das zu schreibende BSc Proposal behandelt den geplanten Verlauf und die Ziele der Bachelor-Arbeit 2) Studierende können wissenschaftliche Resultate in einem Poster präsentieren 3) Studierende wissen was ein Plagiat ist und kennen die daraus resultierenden Folgen 4) Studierende kennen die Regeln im Umgang mit fremdem geistigen Eigentum				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Resultate der Bachelor-Arbeit werden mit dem Bachelor-Poster an der BSc Posterfair des D-ERDW präsentiert.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

### ▶▶ Vertiefung Klima und Wasser

*Für Beratungen in der Vertiefung Klima und Wasser steht Dr. Hanna Joos, Institut für Klima und Atmosphäre, zur Verfügung.*

### ▶▶▶ Wahlfächer

*Im Rahmen der Wahlfächer müssen mindestens 11 KP absolviert werden.*

*Für Beratungen in der Vertiefung Klima und Wasser steht Dr. Hanna Joos, Institut für Klima und Atmosphäre, zur Verfügung.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...  - selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben. - bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern. - mit der Komplexität realer Daten umgehen. - Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern. - Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen. - Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren. - Standard-Algorithmen erklären und anwenden.				

Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol>				
	Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assitierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0048-00L</b>	<b>Fortgeschrittene Physik für Umwelt- und ErdwissenschaftlerInnen</b>	<b>W+</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Christl</b>
Kurzbeschreibung	Grundkonzepte der Quanten- und Kernphysik ausgerichtet auf umwelt- und erdwissenschaftliche Fragestellungen				
Lernziel	Diese Vorlesung ist eine Einführung in die sogenannte "Moderne Physik". Die Grundlagen der Quanten- und Kernphysik werden vermittelt und allgemeine Lösungsansätze für quantenmechanische und kernphysikalische Probleme werden erarbeitet. Die Fähigkeit zur eigenständigen Lösung einfacher Problemstellungen aus den behandelten Themengebieten wird erreicht. Besonderer Wert wird auf das Verständnis experimenteller Methoden zur Beobachtung der behandelten physikalischen Phänomene gelegt.				
Inhalt	<p>Quantenphysik:  Grundlagen der Quantenmechanik: Planck'sche Strahlung mit Bezug zum Strahlungshaushalt und Klima der Erde, Photoeffekt, Materiewellen, Unschärferelation, Schrödingergleichung, Kastenpotential, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator.</p> <p>Atom- und Molekülphysik:  Wasserstoffatom, Energiezustände, Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung, molekulare Schwingungszustände, Laser.</p> <p>Kernphysik:  Aufbau des Atomkerns (Kernmodelle, Kernkräfte), Radioaktivität (Zerfallsarten), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Nachweis von radioaktiver Strahlung, Strahlenwirkung und Strahlendosis, Kernspaltung und -Fusion, natürliche und künstliche Radioaktivität in der Umwelt, Radioisotope als natürliche Tracer.</p>				
Skript	In der Vorlesung wird Skript verteilt. Dazu werden zu speziellen Themen weitere Unterlagen ausgegeben.				
Literatur	- H. Haken, H. C. Wolf: Atom- und Quantenphysik, 8. Aufl. (Springer, 2004) - K. Bethge, G. Walter, B. Wiedemann: Kernphysik, 2. Aufl. (Springer, 2001)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0478-00L</b>	<b>Introduction to Physical Oceanography</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Münnich, N. Casacuberta Arola, G.-K. Plattner</b>
Kurzbeschreibung	The lecture gives an overview over physical properties, flows and transport phenomena in stratified water bodies (reservoirs, lakes and the oceans). The focus is on oceans, their currents and the role of the seas in the global climate system. Students completing the course are able to interpret basic flow equations and apply them to phenomema.				
Lernziel	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- apply the basic conservation principles of physics to various bodies of water.</li> <li>- explain the singularities of various natural flow systems.</li> <li>- apply closed solutions and simple evaluation procedures to characterise flow and transport.</li> <li>- present an overview of the mechanical flow properties of environmental flow systems.</li> <li>- describe the role of the oceans in the global climate system.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of governing equations (Navier-Stokes equation, Coriolis force, scaling)</li> <li>- Stratification and mixing (molecular diffusion, Reynolds decomposition, turbulent transport, turbulent closure, boundary layers)</li> <li>- Density-driven ocean currents (thermocline theory, deep water formation)</li> <li>- Wind-driven ocean currents (Ekman transport, Sverdrub ballance, westerly boundary currents)</li> <li>- Waves in Fluids (surface waves, internal waves, Rossby waves)</li> <li>- Oceans and climate (El Nino, Ice Ages)</li> </ul>				
Skript	In lieu of a script excerpts the course is accompanied by a Wiki about the topics of the lecture.				
Literatur	- Descriptive Physical Oceanography: An Introduction (L. Talley, G. Pickard) - Atmosphere, Ocean and Climate Dynamics (J. Marshall, A. Plumb) - Ocean Circulation (Open University) - Waves, Tides & Shallow-Water Processes (Open University)				



Voraussetzungen / Besonderes	PDFs of the book by L. Talley and the Open University books can be obtained free of charge through ScienceDirect.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
<b>701-0106-00L</b>	<b>Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. A. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte mathematische Themen und Konzepte, die allenfalls schon in den Vorlesungen Mathematik I-III eingeführt worden sind, werden im Sinne einer Vorbereitung auf spätere Spezialvorlesungen anhand von Beispielen aus der Praxis verknüpft, illustriert, vertraut gemacht und vor allem angewandt. Es wird bei Gelegenheit auch neuer Stoff behandelt.				
Lernziel	Das Ziel besteht darin, auf spätere Spezialvorlesungen vorzubereiten. Die Studierenden sollen vertrauter gemacht werden mit dem schon behandelten mathematischen Stoff, den mathematischen Konzepten und vor allem mit deren Anwendungs- und Interpretationsmöglichkeiten.				
Inhalt	Es werden Beispiele aus der Praxis zu folgenden Themen behandelt: Gewöhnliche Differentialgleichungen; Eigenwertproblem der linearen Algebra; Lineare und nichtlineare Differentialgleichungssysteme; Partielle Differentialgleichungen (Diffusionsgleichung, Transportgleichung, Wellengleichung)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-1236-00L</b>	<b>Messmethoden in der Meteorologie und Klimaforschung</b>	<b>W+</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Hirschi, D. Michel, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, technischen und theoretischen Grundlagen zur Messung physikalischer Größen in der Atmosphäre. Zusätzlich werden Überlegungen zur Planung von Messkampagnen und zur Datenauswertung diskutiert.				
Lernziel	Lernziele der Veranstaltung sind: - Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre unter schwierigen Umweltbedingungen - Kennenlernen verschiedener Messmethoden - Erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode bei gegebener Fragestellung - Finden der optimalen Beobachtungsstrategie bezüglich der Wahl des Instrumentes, Beobachtungshäufigkeit, Genauigkeit etc.				
Inhalt	Probleme der Zeitreihenanalyse, Abtasttheorem, Zeitkonstanten und Abtastrate. Theoretische Analyse der verschiedenen Sensoren für Temperatur, Feuchte, Wind und Druck. Diskussion störender Einflüsse auf Messinstrumente, Funktionsweise aktiver und passiver Fernerkundungssysteme. Prinzip der Messung von turbulenten Flüssen (z.B. Wärmefluss) mittels Eddy-Korrelation. Beschreibung der technischen Ausführung von Sensoren und komplexer Messsysteme (Radiosonden, automatische Wetterstationen, Radar, Windprofiler). Demonstration von Instrumenten.				
Skript	Studierende können eine Kopie der Vorlesung als PDF-Datei herunterladen.				
Literatur	- Emeis, Stefan: Measurement Methods in Atmospheric Sciences, In situ and remote. Bornträger 2010, ISBN 978-3-443-01066-9 - Brock, F. V. and S. J. Richardson: Meteorological Measurement Systems, Oxford University Press 2001, ISBN 0-19-513451-6 - Thomas P. DeFolice: An Introduction to Meteorological Instrumentation and Measurement. Prentice-Hall 2000, 229 p., ISBN 0-13-243270-6 - Fritschen, L.J., Gay L.W.: Environmental Instrumentation, 216 p., Springer, New York 1979. - Lenschow, D.H. (ed.): Probing the Atmospheric Boundary Layer, 269 p., American Meteorological Society, Boston MA 1986. - Meteorological Office (publ.): Handbook of Meteorological Instruments, 8 vols., Her Majesty's Stationery Office, London 1980. - Wang, J.Y., Felton, C.M.M.: Instruments for Physical Environmental measurements, 2 vol., 801 p., Kendall/Hunt Publ. Comp., Dubuque Iowa 1975/76.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung konzentriert sich auf die physikalischen atmosphärischen Größen, während sich die Vorlesung 701-0234-00 mit den chemischen Größen beschäftigt. Die beiden Vorlesungen sind komplementär, zusammen vermitteln sie die instrumentellen Grundlagen zum Praktikum 701-0460-00. Die Kontaktzeiten in diesem Praktikum sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesungen möglich ist.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
<b>701-0234-00L</b>	<b>Messmethoden in der Atmosphärenchemie</b>	<b>W+</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>U. Krieger</b>
Kurzbeschreibung	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt: Überwachung der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, Remote Sensing, Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen. Lernziel: Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre, Kriterien für die Wahl der optimalen Methode. Kenntnis verschiedener Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen.				
Lernziel	Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre und erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode für eine gegebene Fragestellung. Kenntnis der verschiedenen Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen sowie von ausgewählten Messinstrumenten.				
Inhalt	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt und theoretisch analysiert, die in atmosphärenchemischen Messungen Verwendung finden: Geräte zur Überwachung im Rahmen der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, "remote sensing", Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen zu atmosphärischen Fragestellungen.				
Literatur	B. J. Finnlayson-Pitts, J. N. Pitts, "Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere", Academic Press, San Diego, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	Methodenvorlesung zu den Praktika 701-0460-00 und 701-1230-00. Die Kontaktzeiten in diesen Praktika sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesung möglich ist.				
	Voraussetzungen: Atmosphärenphysik I und II				
<b>651-3660-00L</b>	<b>Analyse von Zeitreihen in der Umwelphysik und Geophysik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Haslinger, A. Obermann</b>
Kurzbeschreibung	In den Geowissenschaften sammeln wir oft große, digital aufgezeichnete Datensätze. Diese Zeitreihen-Daten können verarbeitet werden um spezielle Aspekte der Signale herauszuheben, ein immenser Vorteil zu Papier-Aufzeichnungen. Wir behandeln grundlegende Methoden und Konzepte der Zeitreihenanalyse, z.B. deterministische vs stochastische Prozesse, Signal-Korrelation und Fourier-Analyse.				
Lernziel	Verständnis verschiedener Methoden der Analyse von zeitabhängigen Messdaten.				

Inhalt	Anhand verschiedener Messdaten werden Prinzipien erläutert sowie verschiedene Auswertungsmethoden ausprobiert: determinierte und regellose Vorgaenge, stationaere und nicht-stationaere Vorgaenge, Abtasttheorem, Trendanalyse, Auto- und Kreuzkorrelation, Frequenzanalyse (Fourier Transformation).		
Skript	Die Übungen setzen Grundkenntnisse in MATLAB voraus. Vorlesungsskript und Uebungen werden abgegeben.		
Literatur	- B. Buttkus: Spektralanalyse und Filtertheorie in der angewandten Geophysik. Springer, 1991. - R. Schlittgen und B. Streitberg: Zeitreihenanalyse. Oldenburg Verlag, Muenchen, 1999.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundstudium Erd- oder Umweltnaturwissenschaften  Matlab Grundkenntnisse		
Kompetenzen	Die Inhalte der Lehrveranstaltung werden für 651-4005-00 Geophysical Data Processing vorausgesetzt.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>651-3508-00L</b>	<b>Hydrogeologie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Brehme</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden die Grundlagen der Hydrogeologie vermittelt: - Warum ist uns Grundwasser wichtig? - Wie gewinnt man Grundwasser? - Wie beschreibt man die Verteilung und Bewegung von Grundwasser?				
Lernziel	Studenten können: - den Wert von Grundwasser als natürliche Ressource erkennen. - hydrologische Wasserbilanzen durchführen. - Methoden zur Charakterisierung von Grundwasserkörpern beschreiben. - Grundwasserströmungsgleichungen in einfachen Fällen anwenden. - klassische Methoden zur Auswertung von Pumpversuchen beschreiben.				
Inhalt	1. Überblick 2. Grundwassergewinnung 3. Grundlagen der Grundwasserströmung 4. Grossräumige Grundwasserströmung 5. Instationäre Grundwasserströmung 6. Radialströmung (Pumpversuche)				
Skript	Vorlesungsmaterialien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Höttling & Coldewey (2013) Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. Springer Spektrum -- Bear (2007) Hydraulics of Groundwater. Dover Publications Inc.				
<i>Auswahl aus dem gesamten Angebot der ETH.</i>					

## ▶▶▶ Praktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0460-00L</b>	<b>Praktikum Atmosphäre und Klima</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>14P</b>	<b>U. Krieger, R. Modini, A. Prévôt, R. Spirig</b>
Kurzbeschreibung	Das Praktikum bietet die Möglichkeit, atmosphärenphysikalische und -chemische Versuche im Rahmen eines Vollpraktikums durchzuführen. Hier bietet sich die Möglichkeit, experimentelle, instrumentelle, numerische und theoretische Aspekte der Atmosphärenwissenschaften kennenzulernen.				
Lernziel	Lernziel ist die erfolgreiche Durchführung interdisziplinärer Feldarbeiten innerhalb der Atmosphärenwissenschaften. Dazu werden die TeilnehmerInnen moderne Sondierungs- und Analysemethoden kennenlernen und üben, sowie Datensätze erheben und diese für konkrete Fragestellungen über den Zustand der Atmosphäre und die relevanten Prozesse auswerten. Durch die Zusammenarbeit über verschiedene Fachbereiche hinweg (Physik, Chemie, atmosphärische Dynamik und Transport) wird die interdisziplinäre Teamarbeit geübt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Als Voraussetzung für dieses Praktikum werden Kenntnisse der folgenden Kurse benötigt: - 701-0471-00 Atmosphärenchemie - 701-0473-00 Wettersysteme - 251-0840-01 Anwendungsnahes Programmieren mit Python Teilnehmer, die diese Kurse nicht belegt haben, müssen sich die erforderlichen Kenntnisse im Eigenstudium aneignen.  Als Begleitung zu diesem Praktikum wird der Besuch der folgenden Kurse sehr empfohlen: - 701-0234-00 Messmethoden in der Atmosphärenchemie - 701-1236-00 Messmethoden in der Meteorologie				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ▶▶▶ Bachelor Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-3698-01L	<b>Bachelor-Seminar II</b> <i>Das Bachelor-Seminar ist Bestandteil der Bachelor-Arbeit.</i>	O	2 KP	1S	J. D. Rickli, L. Ermert
Kurzbeschreibung	Grundlagen des wissenschaftlichen Zitierens und der Forschungsethik. Verfassen eines kurzen wissenschaftlichen Projektplanes zur Bachelorarbeit. Erstellen und Präsentieren eines Posters zur Arbeit.				
Lernziel	1) Studierende können einen Termin- und Projektplan für eine wissenschaftliche Forschungsarbeit erstellen. Das zu schreibende BSc Proposal behandelt den geplanten Verlauf und die Ziele der Bachelor-Arbeit 2) Studierende können wissenschaftliche Resultate in einem Poster präsentieren 3) Studierende wissen was ein Plagiat ist und kennen die daraus resultierenden Folgen 4) Studierende kennen die Regeln im Umgang mit fremdem geistigen Eigentum				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Resultate der Bachelor-Arbeit werden mit dem Bachelor-Poster an der BSc Posterfair des D-ERDW präsentiert.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ► Wissenschaft im Kontext

#### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ERDW*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

#### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-3698-00L	<b>Bachelor-Arbeit</b> <i>Voraussetzung: Zur Bachelor-Arbeit muss das Bachelor-Seminar II im FS besucht werden.</i>	O	12 KP	32D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten. Die Studierenden zeigen damit, dass sie die grundlegenden wissenschaftlichen Fähigkeiten und spezifisches Wissen aus den Kursen sowie aus der Literatur beherrschen. Die Bachelor-Arbeit wird im Themenbereich der Wahlvertiefung ausgeführt und mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen.				
Lernziel	Mit der Bachelor-Arbeit lernen die Studierenden a) eine Fragestellung mit wissenschaftlichen Methoden und Konzepten zu bearbeiten b) Analysen korrekt durchzuführen, zu dokumentieren und deren Resultate zu interpretieren c) einen Bericht nach wissenschaftlichen Standards zu verfassen und die verwendete Literatur korrekt zu zitieren				
Inhalt	Die Bachelor-Arbeit besteht in der Regel aus: - Literaturstudie von ca. 2 Wochen - Praktischer Teil von ca. 3 Wochen (Feld, Labor, etc.) - Schriftliche Arbeit von ca. 3 Wochen				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Bachelor Seminar II (651-3698-01L) ist Bestandteil der Bachelor-Arbeit und wird im gleichen Semester absolviert.				

### ► Ergänzendes Lehrangebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0106-00L	<b>Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III</b>	Z	3 KP	2G	M. A. Sprenger
Kurzbeschreibung	Ausgewählte mathematische Themen und Konzepte, die allenfalls schon in den Vorlesungen Mathematik I-III eingeführt worden sind, werden im Sinne einer Vorbereitung auf spätere Spezialvorlesungen anhand von Beispielen aus der Praxis verknüpft, illustriert, vertraut gemacht und vor allem angewandt. Es wird bei Gelegenheit auch neuer Stoff behandelt.				
Lernziel	Das Ziel besteht darin, auf spätere Spezialvorlesungen vorzubereiten. Die Studierenden sollen vertrauter gemacht werden mit dem schon behandelten mathematischen Stoff, den mathematischen Konzepten und vor allem mit deren Anwendungs- und Interpretationsmöglichkeiten.				
Inhalt	Es werden Beispiele aus der Praxis zu folgenden Themen behandelt: Gewöhnliche Differentialgleichungen; Eigenwertproblem der linearen Algebra; Lineare und nichtlineare Differentialgleichungssysteme; Partielle Differentialgleichungen (Diffusionsgleichung, Transportgleichung, Wellengleichung)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
252-0842-00L	<b>Programmieren und Problemlösen</b> <i>Belegungsfrist: 16.02.2024</i>	Z	3 KP	2V+1U	D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein

Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.		
Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmendesign Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>		
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/pp1-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/pp1-2024/</a>		
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahes Programmieren mit Python (252-0840-02)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert

#### Erd- und Klimawissenschaften Bachelor - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Erdwissenschaften Master

## ► Vertiefung in Geology

### ►► Pflichtmodul Analytical Methods in Earth Sciences

*Es sind je 6KP innerhalb dem Teil A und 6KP innerhalb dem Teil B zu belegen.*

#### ►►► Teil A: Mikroskopie Kurse

*Die Kurse dieses Moduls finden jeweils im Herbstsemester statt.*

#### ►►► Teil B: Methoden

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4038-00L	<b>Microstructures and Rock Rheology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Behr, L. Grafulha Morales</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite includes Structural Geology. Petrology or Petrography course is strongly recommended.				
651-4131-00L	<b>Introduction to Digital Mapping</b>	<b>W Dr</b>	<b>2 KP</b>	<b>3V</b>	<b>A. Galli, V. Akker, A. Ceccato</b>
Kurzbeschreibung	This course is run as block course on Mo 10th of June (in the afternoon, at ETH), Tu 11th of June (whole day, in the field) and Wed 12th of June (in the morning, at ETH). The course gives an introduction to digital mapping in geosciences from data collection to the final map construction, focusing on the practical application of different digital mapping tools to produce a modern geological map.				
Lernziel	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepare a tablet for the field work;</li> <li>• work in the field using a tablet to map lithological contacts and structures, and acquire georeferenced structural data, field notes, field pictures;</li> <li>• process the data acquired in the field and produce a geological map in digital format</li> </ul>				
Inhalt	The following topics are covered: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to softwares used in the field (FieldMove, FieldClino);</li> <li>• Access to spatial geodata in Switzerland, but also worldwide;</li> <li>• 1 day excursion with practical training (location to be defined);</li> <li>• Introduction to QGIS to produce a digital map;</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite is <ul style="list-style-type: none"> <li>• 651-4031-00 Geographic Information Systems or an equivalent course</li> <li>• 651-3482-00 Geological Field Course II: Sedimentary Rocks or an equivalent course</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ►► Wahlpflichtmodule Geology

*Innerhalb der Majors Geology sind mindestens zwei Wahlpflichtmodule zu absolvieren.*

#### ►►► Biogeochemistry

#### ►►►► Biogeochemistry: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4044-04L	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Lernziel	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
	The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nannofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices.				
	The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.				

Inhalt	<p>Micropaleontology and Molecular paleontology</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis.</li> <li>2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy.</li> <li>3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaercheota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages.</li> <li>4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal); shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions.</li> <li>5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity.</li> <li>6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO2 and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution.</li> <li>7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.</li> </ol>		
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle		
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO2, and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.				
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement			gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kritisches Denken			gefördert geprüft

### ▶▶▶▶ Biogeochemistry: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4044-02L</b>	<b>Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course</b> <i>Lectures from "Micropalaeontology and Molecular Palaeontology" and "The Global Carbon Cycle - Reduced" are recommended but not mandatory for participation in the field course.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>T. I. Eglinton, A. Gilli, J. Hemingway</b>
	<i>Priority is given to D-ERDW students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>				
	<i>No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through</i>				

<http://exkursionen.erdw.ethz.ch> only.

Kurzbeschreibung	<p>Geochemistry: C-sequestration in glacial flood plains, soil formation on different bedrocks, nutrient scavenging in lakes          Geo-Ecology: Geochemical, hydrologic, atmospheric interactions          Geo-Microbiology: Pioneering organisms in "new" habitats in glacial retreat areas, their role in carbon cycling. Microbes dissolving/forming minerals          Lifestyles: Physiological adaptation to extreme conditions</p>		
Lernziel	<p>Illustrating basic geological, chemical and geo-biological topics under natural conditions and relating them to past, present and future global environmental conditions in high mountain habitats.          Each course participant focuses on a scientific question related to one of the course topics, searches for details in the literature and presents a short summary of his / her course research on the last day of the course.</p>		
Inhalt	<p>Didactic Approach: Preparation lectures, investigation of field sites, sampling and sample preservation and follow-up analyses for the lab module (651-4044-01L), studying papers, exercises on concept formulation, ecosystem modeling, presentation of field results.          The preparation for the fieldwork is designed as a partial distance-learning course via the internet. Field Guides along with other course material can be viewed before the field course. Detailed introduction to the topics takes place during the course week. Students will need to complete a variety of assignments and participate at discussion forums on OLAT before and during the field course.</p> <p>The field course (651-4044-02L) will take place in the Biogeoscience Arena Silvretta. It can be followed by a semester project in the laboratory (independent sign-up under 651-4044-01L).          Which sites will be visited in the Biogeoscience Arena Silvretta depends on the weather, accessibility in case of early snow, and the time.          Selection of topics depending on course focus:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biogeochemical processes in rock weathering and the formation of minerals: Gonzen, former iron mine; Alvaneu, sulfur springs. Chemical and microbially mediated transformation of carbonates and gypsum: Albula valley region.</li> <li>2. Geomicrobiology and hydrogeochemistry in thermal spring (Tamina gorge, Pfäfers) and cold water mineral springs of the Lower Engadin Window: Highly mineralized spring water emerging from low-grade metamorphic rocks (Bündner shist) by ion exchange processes and release of rock interstitial fluids.</li> <li>3. Geochemical nutrient sequestration in high mountain lakes and in snow and ice: Joeri lake area (Silvretta gneiss).</li> <li>4. Coupled processes in biogeochemical iron, manganese, and phosphorus cycling: Jöri lake XIII.</li> <li>5. Primary processes in soil and peat formation (inorganic to organic transition, carbon sequestration) and microbial colonization: Glacial retreat flood plains, early vegetation on deltas, and moraine soils.</li> <li>6. Lifestyles under extreme conditions: Microorganisms and small invertebrates in ice (Cryoconite holes, Silvretta glacier), snow, and highly mineralized spring water.</li> <li>7. Formation and weathering of serpentinite (Totalp), effects on soil formation, and on vegetation.</li> <li>8. Economic aspects of geo-hydrology: mineral water market, wellness tourism, and geo-medical aspects.</li> </ol> <p>(not all sites listed will be visited every year. The topics might vary depending on the course focus and the participants.)</p>		
Skript	<p>The new field guides and details about the course logistics will become available on OLAT in June via Details under <a href="https://lms.uzh.ch/url/RepositoryEntry/16318464010?quest=true&amp;lang=de">https://lms.uzh.ch/url/RepositoryEntry/16318464010?quest=true&amp;lang=de</a>          (The course site will be renewed as soon as all details are available). Participants who are enrolled for this course in the excursion sign-up tool will receive further instructions during the spring semester.</p>		
Literatur	<p>Lecture slides and literature references are available on the corresponding OLAT site: Details under <a href="https://lms.uzh.ch/url/RepositoryEntry/16318464010?quest=true&amp;lang=de">https://lms.uzh.ch/url/RepositoryEntry/16318464010?quest=true&amp;lang=de</a></p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Sites visited and course contents can vary from year to year depending on interest, accessibility and weather conditions.          Field-work can last up to 8 hours daily and will take place at altitudes up to 3000m. This requires endurance and a certain physical fitness.          Participants need to be prepared.          Target Groups: Field course and semester project work for the upper level Bachelor curriculum and for Master students.</p> <p>This field course is coupled to a semester project work "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical", when samples collected during the field work will be analyzed. Students who sign up for both, the field and the lab component, have priority. It is possible, however, to participate at the field section only.          The lecture course "651-4004-00L Organic Geochemistry and the Global Carbon Cycle" is a good preparation for the combined Field-Lab Course.</p> <p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>

<b>651-4056-00L</b>	<b>Limnogeology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Dubois, A. Gilli, K. Kremer</b>
Kurzbeschreibung	<p>This course links lakes, their subsurface and their environment. It will be discussed how lake sediments record past environmental changes (e.g. climate, human impact, natural hazards) and how lake sediments can be used to reconstruct these changes. Emphasis is also given on the modern limnologic processes essential in interpreting the fossil record. Field and laboratory work is foreseen.</p>				
Lernziel	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain and discuss the role of lake sediments as archives of environmental change.</li> <li>- plan an own limnogeologic campaign, i.e. finding, recovering, analyzing and interpreting the sedimentary lake archive to solve a particular scientific question.</li> <li>- examine the complexity of a lake system with all its connection to the environment.</li> <li>- relate subaerial processes with subaquatic processes.</li> <li>- identify processes around and in lakes causing natural hazards.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Content of the course:          Introduction - Lakes, the small oceans          History of Limnogeology.          Limnogeologic campaigns          The water column: Aquatic physics (currents, waves, oscillations, etc.).          Sediments caught in the water: sediment traps          Geophysical survey methods (multibeam bathymetry, seismics)          Large open perialpine lakes.          Laminations in lake sediments: Clastic vs. biochemical varves.          Hydrologically closed lake systems          Chronostratigraphic dating of lake sediments          Lake sediments as proxies for climate change          Lake sediments as recorder of anthropogenic impact</p> <p>The class includes 2 lectures as field work on Lake Zurich.          Introduction to themes of Lake Zurich field work.          Limnogeological methods on the lake and in the laboratory: various sampling and surveying techniques (water analysis, seismic surveying, sediment coring, laboratory analyses).          Seismic-to-core correlation and interpretation</p>		
Skript	Will be distributed in each class unit.		
Literatur	Will be distributed in each class unit.		
Voraussetzungen / Besonderes	Credit points and grade will be given based on a individually written report about the project and a group presentation.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert

---

<b>651-4226-00L</b>	<b>Geochemical and Isotopic Tracers of the Earth System</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Vance, G. De Souza, J. D. Rickli, T. Sweere</b>
---------------------	---	-----------	-------------	-----------	---

**Kurzbeschreibung** The unit will investigate the geochemical approaches used to understand the dynamics of the surface Earth, with an emphasis on geochemical archives preserved in ocean sediments. The class will be organised into three themes, each treating a different aspect of surface Earth chemistry and how it is recorded in archives - mainly ocean sediments but also including others such as ice-cores and loess.

**Lernziel** The unit is designed with the particular aim of providing a firm grounding in the geochemical methods used to observe and trace the Earth System, now and in the past. Students will gain a basic understanding of the relevant geochemical techniques through an introductory set of lectures and lectures specific to each theme. Students will be encouraged to think about their application and interpretation from first principles. But the emphasis will be placed on independent learning by the student through their own research, and the presentation of that research to the class. For each theme, we will use particular time periods in Earth history as case studies. All students will investigate one of these tools in depth themselves, including its application to problems and questions in the history of the surface Earth.

**Inhalt** The themes covered in the class will include:  
 Tracing the large-scale controls on ocean chemistry through time using analytical tools, mass balance and box models;  
 Tracking global-scale aspects of the carbon cycle through time, concentrating on processes on the continents, such as chemical weathering, how their record is preserved in the oceans, and using the Cenozoic as a case study;  
 Understanding the progressive oxygenation of the surface Earth, and how we know about it.  
 Students will be encouraged to become familiar with the range of modern geochemical tools used to investigate key scientific questions within the above themes, such as radiogenic isotopes, stable isotopes, speciation of elements in the oceans and in sediments.

About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.

**Skript** For lectures on the basic aspects of each theme, slides will be available in advance of the lectures.

**Literatur** About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.

**Voraussetzungen /  
Besonderes** This class builds on ETH Bachelors classes in oceanography, in geochemistry and in earth system science. Those who have not taken similar classes in their Bachelors may need to familiarise themselves with basic concepts in order to take full advantage of this class. Basic reading material will be compiled that those who might need them can consult - but it is the responsibility of the student to do the catching up.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

### ▶▶▶ Palaeoclimatology

#### ▶▶▶▶ Palaeoclimatology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4004-00L	The Global Carbon Cycle - Reduced	O	3 KP	2G	T. I. Eglinton, L. Bröder,



Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.		
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.		
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

### ▶▶▶▶ Palaeoclimatology: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4226-00L	<b>Geochemical and Isotopic Tracers of the Earth System</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Vance, G. De Souza, J. D. Rickli, T. Sweere</b>
Kurzbeschreibung	The unit will investigate the geochemical approaches used to understand the dynamics of the surface Earth, with an emphasis on geochemical archives preserved in ocean sediments. The class will be organised into three themes, each treating a different aspect of surface Earth chemistry and how it is recorded in archives - mainly ocean sediments but also including others such as ice-cores and loess.				
Lernziel	The unit is designed with the particular aim of providing a firm grounding in the geochemical methods used to observe and trace the Earth System, now and in the past. Students will gain a basic understanding of the relevant geochemical techniques through an introductory set of lectures and lectures specific to each theme. Students will be encouraged to think about their application and interpretation from first principles. But the emphasis will be placed on independent learning by the student through their own research, and the presentation of that research to the class. For each theme, we will use particular time periods in Earth history as case studies. All students will investigate one of these tools in depth themselves, including its application to problems and questions in the history of the surface Earth.				
Inhalt	<p>The themes covered in the class will include:</p> <p>Tracing the large-scale controls on ocean chemistry through time using analytical tools, mass balance and box models; Tracking global-scale aspects of the carbon cycle through time, concentrating on processes on the continents, such as chemical weathering, how their record is preserved in the oceans, and using the Cenozoic as a case study; Understanding the progressive oxygenation of the surface Earth, and how we know about it. Students will be encouraged to become familiar with the range of modern geochemical tools used to investigate key scientific questions within the above themes, such as radiogenic isotopes, stable isotopes, speciation of elements in the oceans and in sediments.</p> <p>About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.</p>				
Skript	For lectures on the basic aspects of each theme, slides will be available in advance of the lectures.				
Literatur	About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds on ETH Bachelors classes in oceanography, in geochemistry and in earth system science. Those who have not taken similar classes in their Bachelors may need to familiarise themselves with basic concepts in order to take full advantage of this class. Basic reading material will be compiled that those who might need them can consult - but it is the responsibility of the student to do the catching up.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert		
651-4056-00L	<b>Limnogeology</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Dubois, A. Gilli, K. Kremer</b>
Kurzbeschreibung	This course links lakes, their subsurface and their environment. It will be discussed how lake sediments record past environmental changes (e.g. climate, human impact, natural hazards) and how lake sediments can be used to reconstruct these changes. Emphasis is also given on the modern limnologic processes essential in interpreting the fossil record. Field and laboratory work is foreseen.				
Lernziel	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain and discuss the role of lake sediments as archives of environmental change.</li> <li>- plan an own limnogeologic campaign, i.e. finding, recovering, analyzing and interpreting the sedimentary lake archive to solve a particular scientific question.</li> <li>- examine the complexity of a lake system with all its connection to the environment.</li> <li>- relate subaerial processes with subaquatic processes.</li> <li>- identify processes around and in lakes causing natural hazards.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Content of the course:  Introduction - Lakes, the small oceans  History of Limnogeology.  Limnogeologic campaigns  The water column: Aquatic physics (currents, waves, oscillations, etc.).  Sediments caught in the water: sediment traps  Geophysical survey methods (multibeam bathymetry, seismics)  Large open perialpine lakes.  Laminations in lake sediments: Clastic vs. biochemical varves.  Hydrologically closed lake systems  Chronostratigraphic dating of lake sediments  Lake sediments as proxies for climate change  Lake sediments as recorder of anthropogenic impact</p> <p>The class includes 2 lectures as field work on Lake Zurich.  Introduction to themes of Lake Zurich field work.  Limnogeological methods on the lake and in the laboratory: various sampling and surveying techniques (water analysis, seismic surveying, sediment coring, laboratory analyses).  Seismic-to-core correlation and interpretation</p>				
Skript	Will be distributed in each class unit.				
Literatur	Will be distributed in each class unit.				
Voraussetzungen / Besonderes	Credit points and grade will be given based on a individually written report about the project and a group presentation.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to is other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.				
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Lernziel	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
	The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nanofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices.				
	The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.				

Inhalt	<p>Micropaleontology and Molecular paleontology</p> <p>1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis.</p> <p>2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy.</p> <p>3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaercheota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages.</p> <p>4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal); shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions.</p> <p>5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity.</p> <p>6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO2 and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution.</p> <p>7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.</p>				
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle				
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>651-4157-00L</b>	<b>Past Droughts, Floods and Rainfall Variability</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Changes in rainfall may constitute one of the strongest impacts of anthropogenic climate changes in many regions. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in flood frequency, drought incidence, fire frequency, and changes in precipitation systems.				
Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to assess the variability and drivers of past changes in precipitation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.				
Inhalt	General Circulation models of climate continue to feature greater uncertainty in the simulation of precipitation than temperature. Is there evidence for past changes in mean and extreme precipitation, and its spatial distribution, which can elucidate important processes or help in the evaluation of model robustness? Does flood frequency show a systematic relationship with warmer or cooler or overall wetter climates? What factors condition the frequency and duration of droughts? To what extent is past fire frequency conditioned by droughts? What are the drivers of past changes in tropical and extratropical precipitation systems?				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>651-4157-02L</b>	<b>Impact and Drivers of Past Ocean Circulation Change</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The potential for changes in the modern ocean thermohaline circulation remains a major uncertainty in projections of future anthropogenic climate impacts. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in AMOC intensity, the triggers and sensitivity of AMOC, and the feedbacks. We also explore the longer term evolution of the modern ocean circulation and its effect o				

Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to understand the past climate feedbacks involving ocean circulation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.		
Inhalt	The movie "The Day After Tomorrow" depicts dramatic climatic consequences of an abrupt reduction in the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). But, is there paleoclimate evidence to support large past variations in the AMOC and other ocean circulation? What are the observed triggers of past changes in AMOC? Is AMOC more easily disrupted under certain climate states? How globally widespread are the climatic impacts of changes in AMOC? How has the long term evolution of continent locations and ocean gateways influenced the system of ocean currents and their stability? Finally, how do changes in ocean circulation drive further climate feedbacks through processes such as ocean carbon storage or high latitude sea ice distribution?		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert

## ▶▶▶ Sedimentology

### ▶▶▶▶ Sedimentology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4150-00L	<b>Sedimentary Rocks and Processes</b> <i>Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this field course at full costs (no subsidies).</i>	O	3 KP	3P	V. Picotti
Kurzbeschreibung	<i>No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only.</i>				
Lernziel	Students will be trained for 10 days in the field analysis of sedimentary rocks. They will learn how to measure sections, they will combine facies analysis with analysis of sedimentary structures in the field. The area of study selected for this course changes from year to year.				
Inhalt	The students will be able to analyse and describe marine sedimentary rocks in the field and they will be able to reconstruct their depositional setting.				
Literatur	The students will learn how to analyze sedimentary rocks in the field. The field course will include investigations of marine carbonates and siliciclastics in an alpine setting.				
Voraussetzungen / Besonderes	Will be distributed before the course BSc in Earth Sciences Some experience in geological field mapping (Geological Field Course 1 and 2 or equivalent)				

### ▶▶▶▶ Sedimentology: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4134-00L	<b>Tectonic Geomorphology</b> <i>If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	W	6 KP	2V+6P	V. Picotti, Y. Wang
Kurzbeschreibung	Course covers the theory and applications of tectonic geomorphology. Topics include the landscape response to an earthquake, use of fluvial terraces and other geomorphic markers to map uplift, methods of dating surfaces and landscapes, topographic evolution over active structures and landscape evolution of active mountain ranges. Methods include field mapping, DEM analysis and computer modeling.				
Lernziel	To learn theoretical and practical aspects of modern tectonic geomorphology. Classroom and computer-based analysis will be combined to provide hands-on experience with geomorphic data, analysis and modeling techniques. We will work through a series of practicals based on real world case studies that will build on the concepts learned in class.				
Inhalt	Course includes a lecture component (in second half-semester) and a series of classroom practicals. Students should also register for the associated fieldtrip component, which will hopefully be able to take place. The fieldtrip will involve collecting field data from active structures in the Northern Apennines. Lecture component will include theoretical background and analysis of real world data.				
Literatur	Required Textbook: Tectonic Geomorphology, Burbank and Anderson, Blackwell.				
Voraussetzungen / Besonderes	651-4904-00 G Digital Topography and Geomorphology is a prerequisite for this course.  Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>  Geography and Earth System Sciences students UZH may attend the lecture but will have to pay the full amount for this field course (no subsidies from UZH).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft

101-0302-00L	<b>Clays in Geotechnics: Problems and Applications</b>	W	3 KP	2G	M. Plötze
Kurzbeschreibung	This course gives a comprehensive introduction in clay mineralogy, properties, characterising and testing methods as well as applied aspects and problems of clays and clay minerals in geotechnics.				
Lernziel	Upon successful completion of this course the student is able to: - Describe clay minerals and their fundamental properties - Describe/propose methods for characterisation of clays and clay minerals - Draw conclusion about specific properties of clays with a focus to their potential use, problematics and things to consider in geotechnics and engineering geology.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to clays and clay minerals (importance and application in geosciences, industry and everyday life)</li> <li>- Origin of clays (formation of clays and clay minerals, geological origin)</li> <li>- Clay mineral structure, classification and identification incl. methods for investigation (e.g., XRD)</li> <li>- Properties of clay materials, characterisation and quantification incl. methods for investigation (e.g., cation exchange, rheology, plasticity, shearing, swelling, permeability, retardation and diffusion)</li> <li>- Clay Minerals in geotechnics: Problems and applications (e.g. soil mechanics, barriers, slurry walls, tunnelling)</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and further documents will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik		gefördert geprüft geprüft gefördert	
<b>651-4902-00L</b>	<b>Quaternary Geology and Geomorphology of the Alps</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Ivy Ochs, N. Akçar, U. H. Fischer</b>
	<i>Geography and Earth System Sciences students UZH may attend the lecture but will have to pay the full amount for the excursion (no subsidies from UZH).</i>				
Kurzbeschreibung	After a brief introduction to the scientific principles of glaciology, we survey the present state of knowledge on Pleistocene glacial periods and post-glacial landscape modification in the Alps. Emphasis is on understanding modes of formation of landscape elements attributable to glacial, glaciofluvial, periglacial, fluvial, hillslope and mass wasting processes.				
Lernziel	Through a combination of lectures, classroom practical exercises, and field mapping of Quaternary landforms, an intuitive understanding of the formation and evolution of the landscape of the Alps and the forelands will be built up. We focus on development of the following skills: landform recognition on remote imagery and in the field; depositional process identification based on sediment study in outcrop; reconstruction of valley-scale geomorphological evolutionary sequences.				
Inhalt	The following topics will be covered: glacier mass and energy balance; glacier motion; glacier hydrology; glacial erosion; glacial sediment balance; piedmont and valley glacier landsystems; till formation; glaciofluvial sediments; periglacial landforms and processes, alluvial and debris-flow fan processes; Alpine rock slope failure landform/sediment associations; Alpine Quaternary stratigraphy.				
Skript	Slides from the lectures will be made available.				
Literatur	Lists of key scientific articles will be given for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
	Required attendance at lectures and excursions (1-day excursions during the semester and one 2-day field mapping session during the summer).				
	Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this excursion at full costs (no subsidies from UZH).				
	Grading will be a combination of classroom participation, student presentations, practical exercises, field reports and field maps from the excursions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung		gefördert geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.  In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

## ▶▶▶ Structural Geology

### ▶▶▶▶ Structural Geology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4132-00L	<b>Field Course IV: Alpine Field Course</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Priority is given to D-ERDW students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	O	4 KP	6P	W. Behr, V. Picotti
Kurzbeschreibung	<p><i>No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only.</i></p> <p>Geological Mapping in the Alps in pairs with an assigned supervisor. Common activities are an introductory excursion, and a final presentation of the report and map, either in the field or in class. The scheduled two weeks are set at the beginning and end of the summer, to allow interested students to add some mapping days.</p>				
Lernziel	Learning how to map a geological complex area, including superficial deposits, in a temperate setting with important vegetational cover. These conditions will be experienced by most students during their future professional life. Familiarise with the geology of the Alps.				
Inhalt	Geological mapping in groups of 2 in areas of the Alps spanning from crystalline basement to (meta)sediments. Each pair will choose the area, between the proposed ones, based on their specific choice; defining the stratigraphy by distinguishing mappable formations and compare it with the proposed subdivisions and nomenclature; sedimentological and structural analysis; reconstruction of the history of the area; final presentation of map, strat column and cross sections, with feedback from instructors. Final group report to be handed in within the second week of September.				
Skript	Will be handed out.				
Literatur	Will be distributed				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Successful participation in Field Courses I-III and success to all courses of the Bachelor.</p> <p>Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this field course at full costs (no subsidies).</p> <p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p>				
651-4022-00L	<b>Advanced Structural Geology with Field Course</b>	O	4 KP	6P	W. Behr
Kurzbeschreibung	To provide a theoretical grounding in advanced aspects of structural geology, as well as the practical application of structural field mapping techniques in complexly deformed areas.				
Lernziel	To learn to map, characterize, measure and analyze complex structures and multiple phases of deformation in the field. The purpose of the course is to give you an experience akin to doing real structural geology and tectonics research while exposing you to advanced aspects of structural analysis.				
Inhalt	<p>This course will involve an 8-day field trip (including 3 travel days) to the Tauern Window in the Eastern Alps. We will hike up to two separate huts in Italy and Austria (respectively) with a travel-day in between. The field areas will be within walking distance from the huts, with no climbing or special Alpine experience required. In the field you will be measuring, documenting and interpreting a wide range of structural features using both digital and paper formats. Students will be graded on documents turned in at the end of each field course section, including Google Earth (.kmz) files, written descriptions with annotated photographs or sketches, a geologic map, and field test responses. The key objectives of the course are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction to digital structural analysis tools</li> <li>Recognizing and measuring structural elements including compositional layering, foliations, lineations, cleavages, fold elements</li> <li>Distinguishing deformation phases through fabric analysis</li> <li>Distinguishing deformation modes and mechanisms (brittle vs. ductile, frictional vs. viscous)</li> <li>Recognizing rheological contrasts in the field</li> <li>Recognizing basic relationships between deformation &amp; metamorphism</li> <li>Synthesizing a wide range of field observations into a written report</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Previous field mapping experience (field courses I, II and III for ETH Bachelor students or the equivalent for students admitted from elsewhere to the Master program); Structural Geology Course; Petrology/Petrography Course is recommended but not required.</p> <p>Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this lecture but will have to pay the full amount for the field course (no subsidies from UZH).</p> <p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert geprüft gefördert gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft

### ►►►► Structural Geology: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4134-00L	<b>Tectonic Geomorphology</b> <i>If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+6P</b>	<b>V. Picotti, Y. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Course covers the theory and applications of tectonic geomorphology. Topics include the landscape response to an earthquake, use of fluvial terraces and other geomorphic markers to map uplift, methods of dating surfaces and landscapes, topographic evolution over active structures and landscape evolution of active mountain ranges. Methods include field mapping, DEM analysis and computer modeling.				
Lernziel	To learn theoretical and practical aspects of modern tectonic geomorphology. Classroom and computer-based analysis will be combined to provide hands-on experience with geomorphic data, analysis and modeling techniques. We will work through a series of practicals based on real world case studies that will build on the concepts learned in class.				
Inhalt	Course includes a lecture component (in second half-semester) and a series of classroom practicals. Students should also register for the associated fieldtrip component, which will hopefully be able to take place. The fieldtrip will involve collecting field data from active structures in the Northern Apennines. Lecture component will include theoretical background and analysis of real world data.				
Literatur	Required Textbook: Tectonic Geomorphology, Burbank and Anderson, Blackwell.				
Voraussetzungen / Besonderes	651-4904-00 G Digital Topography and Geomorphology is a prerequisite for this course.  Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>  Geography and Earth System Sciences students UZH may attend the lecture but will have to pay the full amount for this field course (no subsidies from UZH).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
651-4038-00L	<b>Microstructures and Rock Rheology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Behr, L. Grafuha Morales</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite includes Structural Geology. Petrology or Petrography course is strongly recommended.				
651-4144-00L	<b>Introduction to Finite Element Modelling in Geosciences</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Balázs, A. De Montserrat Navarro</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to programming the Finite Element Method (FEM) in 1D and 2D.				
Lernziel	Topics covered include thermal diffusion, elasticity, Stokes flow, isoparametric elements, and code verification using the method of manufactured solutions. The focus is on hands-on programming, and you will learn how to write FEM codes starting with an empty MATLAB script.				
Inhalt	Course content includes brief derivation and implementation details for the Finite Element Method (FEM) for thermal diffusion, linear elasticity, and incompressible Stokes flow, using numerical quadrature and isoparametric elements. 1-dimensional examples are extended to 2 dimensions. Code verification is introduced, using the method of manufactured solutions. The focus is on hands-on programming; course exercises encourage development of a series of increasingly-complex codes, starting with an empty MATLAB script. A final project allows students flexibility to apply the method to an application of interest or to a standard problem.  Note: proficient users of numerical Python are free to use that environment, instead of MATLAB.				
Skript	The script will be made available online.				
Literatur	There is no mandatory literature. Some recommended literature will be discussed and made available during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of MATLAB (or self-sufficiency with numerical Python), linear algebra, and knowledge of programming the finite difference method.  The following courses are recommended before attending this course: 651-4241-00L Numerical Modelling I and II: Theory and Applications 651-4007-00L Continuum Mechanics 651-4003-00L Numerical Modelling of Rock Deformation				

### ►► Wahlmodule Geology

#### ►►► Basin Analysis

#### ►►►► Basin Analysis: Obligatorische Fächer

*Die obligatorischen Fächer dieses Moduls werden nur im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►►► Basin Analysis: Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4134-00L</b>	<b>Tectonic Geomorphology</b> <i>If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+6P</b>	<b>V. Picotti, Y. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Course covers the theory and applications of tectonic geomorphology. Topics include the landscape response to an earthquake, use of fluvial terraces and other geomorphic markers to map uplift, methods of dating surfaces and landscapes, topographic evolution over active structures and landscape evolution of active mountain ranges. Methods include field mapping, DEM analysis and computer modeling.				
Lernziel	To learn theoretical and practical aspects of modern tectonic geomorphology. Classroom and computer-based analysis will be combined to provide hands-on experience with geomorphic data, analysis and modeling techniques. We will work through a series of practicals based on real world case studies that will build on the concepts learned in class.				
Inhalt	Course includes a lecture component (in second half-semester) and a series of classroom practicals. Students should also register for the associated fieldtrip component, which will hopefully be able to take place. The fieldtrip will involve collecting field data from active structures in the Northern Apennines. Lecture component will include theoretical background and analysis of real world data.				
Literatur	Required Textbook: Tectonic Geomorphology, Burbank and Anderson, Blackwell.				
Voraussetzungen / Besonderes	651-4904-00 G Digital Topography and Geomorphology is a prerequisite for this course.  Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>  Geography and Earth System Sciences students UZH may attend the lecture but will have to pay the full amount for this field course (no subsidies from UZH).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>651-4018-00L</b>	<b>Borehole Geophysics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Hertrich</b>
Kurzbeschreibung	This introductory course on borehole geophysical methods covers the application of borehole logging and borehole-borehole and borehole-surface seismic, and radar imaging to rock mass and reservoir characterization. The principles of operation of various logging sondes will be covered as well as their application. The emphasis is on geotechnical rather than oil and gas well reservoir engineering.				
Lernziel	The course will introduce students to modern borehole logging techniques with the emphasis on geotechnical rather than oil and gas well reservoir engineering. Although the principles of operation of the various sondes will be covered, the primary focus will be on application. For a given problem in a given environment, the students should be able to design a logging program that will furnish the requisite information. They will also be able to extract information on rock mass/reservoir properties by combining curves from a suite of logs. The students will also learn about surface-to-borehole and borehole-to-borehole seismic methods for rock mass characterisation. This will include VSP and tomography.				
Inhalt	- General introduction to geophysical logging  - Discussion of various logging types including - Caliper logs - Televiwer logs - Flowmeter and temperature logs - Resistivity logs - Nuclear logs - Sonic logs  - Surface-to-borehole and borehole-to-borehole methods - Instrumentation - Vertical seismic profiling - Crosshole tomography - Applications				
Skript	A pdf copy of the lecture will be posted on the course website no later than the day before each class.				
Literatur	Well logging for physical properties (A handbook for Geophysicists, Geologists and Engineers), 2nd Edition, Hearst, J.R., Nelson, P.H. and F.L. Paillet, John Wiley and Son, 2001. - Out of print.  Well logging for Earth Scientists, Ellis, D.V. and J.M. Singer, 2nd Edition, Springer, 2007. In print - cost Euro 33.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
<b>651-4232-00L</b>	<b>Low Temperature Thermochronology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. G. Fellin, S. Willett</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the basic theory, methods and applications of low temperature thermochronometry, which is a fundamental tool used to study shallow crustal and earth-surface processes like burial and exhumation in orogenic belts and sedimentary basins.				
Lernziel	The objective of this course is to familiarize students with the use of thermochronometry as a tool to study shallow crustal and earth-surface processes such as burial and exhumation, brittle deformation and landform evolution.				
Inhalt	This course presents the basic theory, methods and applications of low temperature thermochronometry. Methods covered include fission track dating, (U-Th)/He dating, and Argon dating. Theoretical aspects of track annealing, diffusion and closure of leaky systems are covered. Course includes laboratory exercises. Applications and modeling studies are presented and discussed based on select case studies.				

### ▶▶▶ Earthquake Seismology

#### ▶▶▶▶ Earthquake Seismology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4103-00L</b>	<b>Earthquakes II: Source Physics</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. P. Rinaldi, P. A. Selvadurai, R. Schultz</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the fundamental principles to understand physical processes leading to and governing earthquake source ruptures. To obtain that understanding we cover topics ranging from friction and fault mechanics up to earthquake source descriptions. The acquired understanding will be applied to a topic of choice to practice research skills.				



Lernziel	<p>The aim of the course is to gain a fundamental understanding of the physical processes leading to and governing earthquake ruptures. This means that students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe earthquake sources both conceptually and mathematically</li> <li>- explain processes affecting earthquake nucleation, propagation and arrest</li> <li>- explain processes affecting inter-, co-, and postseismic</li> <li>- differentiate source kinematic and dynamic concepts</li> <li>- interpret earthquake source properties from both perspectives</li> <li>- derive fundamental equations in elasto-statistics and dynamics</li> <li>- interpret earthquake occurrences and put them in perspective</li> <li>- address fundamental questions in earthquake physics</li> <li>- critically assess and discuss scientific literature</li> </ul>
Inhalt	<p>We will cover a range of topics, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a summary of basics of earthquake mechanics: definitions, faults, elastic rebound theory, and source parameters</li> <li>- Mathematical description of the source</li> <li>- Representation theorem, point and extended sources, source spectra</li> <li>- Source inversion</li> <li>- Linear Elastic Fracture Mechanics quasi-static and dynamic</li> <li>- Rupture nucleation, propagation and arrest</li> <li>- Energy partitioning</li> <li>- Fault mechanics and friction laws</li> <li>- Earthquake statistics and interaction</li> </ul> <p>After a theoretical understanding has been acquired, we invite students to apply this knowledge to their topic of preference by presenting a group of state-of-the-art and/or classical papers as a final project. This will require them to understand and evaluate current challenges and state-of-the-art practices in earthquake physics. Additionally, this stimulates participants to improve their skills to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- critically analyze (to be) published papers</li> <li>- disseminate knowledge within their own and neighboring research fields</li> <li>- formulate their opinion, new ideas and broader implications</li> <li>- present their findings to an audience</li> <li>- ask questions and actively participate in discussions on new scientific ideas</li> </ul> <p>An interactive laboratory demonstration will be performed and the data will be used to validate theoretical formulations discussed in class. The experiment will illuminate frictional behaviour and energy partitioning with first hand experience.</p> <p>The course will be evaluated in 3 parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a report on laboratory demonstration</li> <li>- a presentation discussing a topic of chose based on a group of suggested papers</li> <li>- an oral in-class examination with peer interaction</li> </ul> <p>The course is worth 3 credit points, and a satisfactory total grade (4 or better) is needed to obtain 3 ECTS. The lab demonstration report has a weight of 20% and the presentation and oral in-class examination weigh for 40% each.</p>
Skript	Course notes will be made available on a designated course web site. An overview of the discussed principles are available in the three books mentioned below.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The Mechanics of Earthquakes and Faulting by Ch. Scholz (2002), Cambridge University Press</li> <li>- Quantitative Seismology by K. Aki and P.G. Richards (2nd edition, 2002), University Science Books.</li> <li>- Source Mechanisms of Earthquakes, Theory and Practice by Udias, Madariaga and Buforn (2014), Cambridge University Press.</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>We recommend to have taken Earthquakes 1: Seismotectonics, although a decent understanding of physics, mathematics (i.e. linear algebra, tensor calculus, and differential equations), seismology, and/or continuum mechanics can compensate for that.</p> <p>The course will be given in English.</p>

### ▶▶▶▶ Earthquake Seismology: Wahlpflichtfächer

*Neben den obligatorischen Kursen muss für dieses Modul zusätzlich ein frei wählbarer Kurs im Umfang von mind. 3KP nach Absprache mit dem Fachberater gewählt werden (HS oder FS).*

### ▶▶▶ Geographic Information Systems

*Die Fächer des Moduls werden von der UZH angeboten und müssen an der UZH belegt werden.*

### ▶▶▶▶ Geographic Information Systems: Obligatorische Fächer

*Die obligatorischen Kurse dieses Moduls finden jeweils im Herbstsemesters statt.*

### ▶▶▶▶ Geographic Information Systems: Wahlpflichtfächer

*Die GIS-Kurse des Wahlbereichs müssen nach Absprache mit den Dozierenden der GIS-Gruppe UZH gewählt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4278-00L	Monitoring the Earth with Radars from Satellites ■	W	4 KP	3G	A. Manconi, G. Dasser
Kurzbeschreibung	The course focuses on space-borne radar applications tailored to geosciences. Students will develop independently projects on real case-studies by leveraging open source data and software. Students' performance will be assessed by lecturers, peers and an external committee during a mini-conference. The course was developed in the Innovedum framework.				
Lernziel	The course aims at providing the tools to fully take advantage of space-borne radar data in geoscience applications. The course will offer the chance to learn a cutting-edge remote sensing technique and to independently apply the methods to real scenarios relevant for their future activities as scientists and/or practitioners.				
Inhalt	The activities of the course will show how to properly select and obtain radar datasets, process them according to the state-of-art algorithms, interpret the results, evaluate pros and cons on specific geological targets, and integrate the analysis of radar data with other survey and monitoring approaches. Moreover, practical exercises and field excursions are designed to pursue the "Learning by doing" concept.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires a background in Earth Sciences, thus the priority is to MSc students of the D-ERDW. In the case the course attracts the attention of BSc, MSc, and PhD students from other ETH departments and/or other universities.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft

## ▶▶▶ Glaciology

### ▶▶▶▶ Glaciology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-1504-00L</b>	<b>Snowcover: Physics and Modelling</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Schneebeili, R. Dadic</b>
Kurzbeschreibung	Snow is a fascinating high-temperature material and relevant for applications in glaciology, hydrology, atmospheric sciences, polar climatology, remote sensing and natural hazards. This course introduces key concepts and underlying physical principles of snow, ranging from individual crystals to polar ice sheets.				
Lernziel	The course aims at a cross-disciplinary overview about the phenomenology of relevant processes in the snow cover, traditional and advanced experimental methods for snow measurements and theoretical foundations with key equations required for snow modeling. Tutorials and short presentations will also consider the bigger picture of snow physics with respect to climatology, hydrology and earth science.				
Inhalt	The lectures will treat snow formation, crystal growth, snow microstructure, metamorphism, ice physics, snow mechanics, heat and mass transport in the snow cover, surface energy balance, snow models, wind transport, snow chemistry, electromagnetic properties, and experimental techniques.				
	The tutorials include a demonstration/exercise part and a presentation part. The demonstration/exercise part consolidates key subjects of the lecture using small data sets, mathematical toy models, order of magnitude estimates, image analysis and visualization, small simulation examples, etc. The presentation is given by the students, summarizing a relevant paper on the topic.				
	The first practical experience with modern methods measuring snow properties can be acquired in the field excursion.				
Skript	Lecture notes, and selected publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	We strongly recommend the field excursion to Davos on Saturday, March 09, 2024, in Davos. The excursion will teach you the primary use of traditional and modern field techniques (snow profile, Near-infrared photography, SnowMicroPen), and you will have the chance to use the instruments yourself. The excursion includes visiting the SLF cold laboratories with the micro-tomography setup and the snowmaker.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

### ▶▶▶▶ Glaciology: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0288-00L</b>	<b>Snow and Avalanches: Processes and Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schweizer, S. L. Margreth</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt Schnee- und Lawinenprozesse und präventive Schutzmassnahmen im Sinne des integralen Risikomanagements.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Schnee- und Lawinenmechanik vermitteln</li> <li>- Methoden zur Modellierung von Schnee- und Lawinenprozessen aufzeigen</li> <li>- Wechselwirkung von Schnee- und Lawinen mit Objekten (Gebäude, Masten, Kunstbauten) und Natur (insb. Wald) darstellen</li> <li>- Methoden der kurz- und langfristigen Gefahrenanalyse erklären</li> <li>- Mögliche Schutzmassnahmen im Rahmen eines integralen Risikomanagements vorstellen</li> <li>- Grundlagen über Planung, Bemessung und Wirkung der verschiedenen kurz- und langfristigen Massnahmen vermitteln</li> </ul>				
Inhalt	Übersicht über Schnee- und Lawinenprozesse im Einzugsgebiet; Schneeniederschlag, Schneelasten, Extremwertstatistik; Schneeeigenschaften; Schneedecke; Interaktion Schneedecke-Atmosphäre; Lawinenbildung; Gefahrenbeurteilung, Lawinenprognose; Lawinendynamik; Interaktion mit Objekten; Gefahrenzonierung; Schutzmassnahmen; Integrales Risikomanagement.				

Literatur Armstrong, R.L. and Brun, E. (Editors), 2008. Snow and Climate - Physical processes, surface energy exchange and modeling. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 222 pp.

Bründl, M., and Margreth, S.: Integrative risk management: The example of snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), edited by: Haeblerli, W., and Whiteman, C., Hazards and Disaster Series, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 259-296, 2021.

BUWAL/SLF, 1984. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ, Bern.

Egli, T., 2005. Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern.

Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K. and Sokratov, S.A., 2009. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. HP-VII Technical Documents in Hydrology, 83. UNESCO-IHP, Paris, France, 90 pp.

Furukawa, Y. and Wettlaufer, J.S., 2007. Snow and ice crystals. Physics Today, 60(12): 70-71.

Margreth, S., 2007. Technische Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. 134 S.

McClung, D.M. and Schaerer, P. 2006. The Avalanche Handbook, 3rd ed., The Mountaineers, Seattle.

Mears, A.I., 1992. Snow-avalanche hazard analysis for land-use planning and engineering. 49, Colorado Geological Survey.

Schweizer, J., Bartelt, P., and van Herwijnen, A.: Snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), 2nd ed., edited by: Haeblerli, W., and Whiteman, C., Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 377-416, 2021.

Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Reviews of Geophysics, 41(4): 1016, doi:10.1029/2002RG000123.

Shapiro, L.H., Johnson, J.B., Sturm, M. and Blaisdell, G.L., 1997. Snow mechanics - Review of the state of knowledge and applications. Report 97-3, US Army CRREL, Hanover, NH, U.S.A.

Voraussetzungen /  
Besonderes

Ganztägige Exkursion (nicht obligatorisch) nach Davos zur Vertiefung ausgewählter Themen mit Einblick in die Tätigkeit des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Anfang März)

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Entscheidungsfindung	gefördert
	Problemlösung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

651-4162-00L

**Field Course Glaciology**

Priority is given to ETHZ students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.

W

3 KP

6P

A. Bauder, D. Farinotti, M. Werder

No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <http://exkursionen.erdw.ethz.ch> only.

Kurzbeschreibung

Introduction to investigation methods in glaciology with both theory and experimental application. The students design, plan, and evaluate their individual projects, and present the results to their colleagues and the instructors.

Lernziel

- Introduction to measurement techniques in glaciology
- Experience with realisation of measurement and data analysis
- Interpretation and presentation of results

Inhalt

The course covers methodologies and techniques to analyse physical conditions of glaciers and their evolution. Basic measurement techniques of surveying, drilling as well as working with sensors and data loggers are introduced. Covered fields include topographical setting, mass balance, glacier fluctuations, ice flow and glacier hydrology. The course starts with an introduction in May at the end of the spring semester and is followed by 9 days in August including lectures at ETH and field work on Rhonegletscher.

Voraussetzungen /  
Besonderes

Basic knowledge in glaciology e.g. course 651-3561-00L Kryosphäre or 101-0289-00L Applied Glaciology is recommended. Good physical fitness and safe walking in pathless terrain required.

Kompetenzen

Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB\\_ERDW\\_Exkursionen\\_en.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf)

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Entscheidungsfindung	gefördert
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	gefördert
	Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

651-1506-00L

**The High-Mountain Cryosphere: Processes and Risks (University of Zurich)**

W

3 KP

2G

Uni-Dozierende

Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.  
UZH Modulkürzel: GEO856

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html>

Kurzbeschreibung Vertiefte Grundlagen und aktuelle Probleme der Schnee- und Eisforschung.  
Lernziel Special knowledge about snow and ice, especially in high mountains

**651-1513-00L** **Field Studies on High Mountain Processes (University W of Zurich)** **6 KP** **2S+4P** Uni-Dozierende  
Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.  
UZH Modulkürzel: GEO411

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html>

Kurzbeschreibung This course is focused on introducing field methods and their application for investigating processes in high mountain environments. Besides getting familiar with specific methods and field equipment, it conveys the development and practical aspects of field-project studies in high mountains areas.

Lernziel Besides getting familiar with specific methods and field equipment (including ice-penetrating radar, temperature logging, melt measurements and modelling, geomorphological mapping, sampling strategies, ...) it conveys the development and practical aspects of field-project studies in high mountains areas.

Inhalt Note that the course will end with a compulsory presentation session. This module will, as a whole, also contribute to a deeper understanding of the physical processes and their interactions in high mountain areas.

The module consists of two parts: (i) The preparatory seminar, introducing the field-approaches and related background in practical seminars (4h, bi-weekly practicals in FS, compulsory); and (ii) The field course (5-day, August, compulsory), in which the students work on their own group-project in the field (Witenwasserengletscher, Rotondohütte area) using the methods and tools from the preparatory seminar, followed by two compulsory data analysis sessions at the Department of Geography.

Skript Course information and documents will be provided over OLAT, Fieldcourse guide

Voraussetzungen / Besonderes Modul GEO231 or equivalent

## ▶▶▶ Lithosphere Structure and Tectonics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4096-00L</b>	<b>Inverse Theory I: Basics</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Fichtner</b>

Kurzbeschreibung Inverse theory is the art of inferring properties of a physical system from noisy and sparse observations. It is used to transform observations of waves into 3D images of a medium seismic tomography, medical imaging and material science; to constrain density in the Earth from gravity; to obtain probabilities of life on exoplanets ... Inverse theory is at the heart of many natural sciences.

Lernziel The goal of this course is to enable students to develop a mathematical formulation of specific inference (inverse) problems that may arise anywhere in the physical sciences, and to implement suitable solution methods. Furthermore, students should become aware that nearly all relevant inverse problems are ill-posed, and that their meaningful solution requires the addition of prior knowledge in the form of expertise and physical intuition. This is what makes inverse theory an art.

Inhalt This first of two courses covers the basics needed to address (and hopefully solve) any kind of inverse problem. Starting from the description of information in terms of probabilities, we will derive Bayes' Theorem, which forms the mathematical foundation of modern scientific inference. This will allow us to formalise the process of gaining information about a physical system using new observations. Following the conceptual part of the course, we will focus on practical solutions of inverse problems, which will lead us to study Monte Carlo methods and the special case of least-squares inversion.

In more detail, we aim to cover the following main topics:

1. The nature of observations and physical model parameters
2. Representing information by probabilities
3. Bayes' theorem and mathematical scientific inference
4. Random walks and Monte Carlo Methods
5. The Metropolis-Hastings algorithm
6. Simulated Annealing
7. Linear inverse problems and the least-squares method
8. Resolution and the nullspace
9. Basic concepts of iterative nonlinear inversion methods

While the concepts introduced in this course are universal, they will be illustrated with numerous simple and intuitive examples. These will be complemented with a collection of computer and programming exercises.

Prerequisites for this course include (i) basic knowledge of analysis and linear algebra, (ii) basic programming skills, for instance in Matlab or Python, and (iii) scientific curiosity.

Skript Presentation slides and detailed lecture notes will be provided.

Voraussetzungen / Besonderes This course is offered as a half-semester course during the first part of the semester

## ▶▶▶ Palaeontology

### ▶▶▶▶ Palaeontology: Wahlpflichtfächer

Courses to be discussed with Palaeontological Institute (UZH) or Climate Geology Group.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-1380-00L</b>	<b>Paläontologische Exkursionen an Wochenenden (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1P</b>	Uni-Dozierende

Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.  
UZH Modulkürzel: BIO279

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:

[https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline\\_s.html](https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html)

Kurzbeschreibung	Üblicherweise ein- bis dreitägige Geländeaufenthalte (eventuell mit Museumsbesuch) zum Vertiefen regionalgeologischer und erdgeschichtlicher Kenntnisse sowie zum Sammeln praktischer paläontologischer Erfahrungen.
Lernziel	Besuch von Fossilvorkommen im In- und Ausland, um die Erhaltung der Fossilien, die fazielle Ausbildung und die Stratigraphie der fossilführenden Schichten kennenzulernen und zu diskutieren sowie gegebenenfalls Fossilien zu sammeln.
Inhalt	Bevorzugte Ziele ein- und zweitägiger Exkursionen sind: Jura der Nordschweiz und von Süddeutschland. Kreide des westlichen Juragebirges und des Helvetikums. Mesozoikum des Südtessins, speziell des Monte San Giorgio. Molasse der weiteren Umgebung von Zürich. Ziele mehrtägiger Exkursionen sind u. a.: Mesozoikum und Tertiär der Südalpen. Tertiär des Wiener Beckens. Paläozoikum der Eifel, des Barrandiums, von Gotland und von Wales. Jura von Südengland. Jura und Kreide von Südfrankreich. Paläozoikum und Mesozoikum in Spanien. Aktuopaläontologie im Watt der Nordsee.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung findet nur statt, wenn eine Exkursion im Semester geplant ist, siehe: <a href="https://www.pim.uzh.ch/studium/exkursionen/">https://www.pim.uzh.ch/studium/exkursionen/</a> Nur falls eine Exkursion stattfindet, erfolgt die Anmeldung über das Sekretariat des Paläontologischen Institutes, Universität Zentrum.

<b>651-1392-00L</b>	<b>Palaeontological Colloquium (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: BIO571</i>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a>				
Kurzbeschreibung	Vorträge über aktuelle Themen aus dem Gesamtgebiet der Paläontologie (Paläobotanik, Paläozoologie und Mikropaläontologie) mit anschließender Diskussion.				
Lernziel	Spezielle Vertiefung paläontologischer Kenntnisse.				
Inhalt	Vorträge von Institutsangehörigen und eingeladenen Gästen aus dem In- und Ausland über aktuelle Themen aus dem Gesamtgebiet der Paläontologie (Paläobotanik, Paläozoologie und Mikropaläontologie) mit anschließender Diskussion.				

### ▶▶▶▶ Palaeontology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Lernziel	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Inhalt	The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nannofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices. The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry. Micropaleontology and Molecular paleontology 1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis. 2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy. 3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaercheota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages. 4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal); shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions. 5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity. 6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO2 and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution. 7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.				
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle				
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

### ▶▶▶ Quaternary Geology and Geomorphology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4902-00L</b>	<b>Quaternary Geology and Geomorphology of the Alps</b> <i>Geography and Earth System Sciences students UZH may attend the lecture but will have to pay the full amount for the excursion (no subsidies from UZH).</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Ivy Ochs, N. Akçar, U. H. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	After a brief introduction to the scientific principles of glaciology, we survey the present state of knowledge on Pleistocene glacial periods and post-glacial landscape modification in the Alps. Emphasis is on understanding modes of formation of landscape elements attributable to glacial, glaciofluvial, periglacial, fluvial, hillslope and mass wasting processes.				
Lernziel	Through a combination of lectures, classroom practical exercises, and field mapping of Quaternary landforms, an intuitive understanding of the formation and evolution of the landscape of the Alps and the forelands will be built up. We focus on development of the following skills: landform recognition on remote imagery and in the field; depositional process identification based on sediment study in outcrop; reconstruction of valley-scale geomorphological evolutionary sequences.				
Inhalt	The following topics will be covered: glacier mass and energy balance; glacier motion; glacier hydrology; glacial erosion; glacial sediment balance; piedmont and valley glacier landsystems; till formation; glaciofluvial sediments; periglacial landforms and processes, alluvial and debris-flow fan processes; Alpine rock slope failure landform/sediment associations; Alpine Quaternary stratigraphy.				
Skript	Slides from the lectures will be made available.				
Literatur	Lists of key scientific articles will be given for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
	Required attendance at lectures and excursions (1-day excursions during the semester and one 2-day field mapping session during the summer).				
	Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this excursion at full costs (no subsidies from UZH).				
	Grading will be a combination of classroom participation, student presentations, practical exercises, field reports and field maps from the excursions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>651-4134-00L</b>	<b>Tectonic Geomorphology</b> <i>If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+6P</b>	<b>V. Picotti, Y. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Course covers the theory and applications of tectonic geomorphology. Topics include the landscape response to an earthquake, use of fluvial terraces and other geomorphic markers to map uplift, methods of dating surfaces and landscapes, topographic evolution over active structures and landscape evolution of active mountain ranges. Methods include field mapping, DEM analysis and computer modeling.				
Lernziel	To learn theoretical and practical aspects of modern tectonic geomorphology. Classroom and computer-based analysis will be combined to provide hands-on experience with geomorphic data, analysis and modeling techniques. We will work through a series of practicals based on real world case studies that will build on the concepts learned in class.				
Inhalt	Course includes a lecture component (in second half-semester) and a series of classroom practicals. Students should also register for the associated fieldtrip component, which will hopefully be able to take place. The fieldtrip will involve collecting field data from active structures in the Northern Apennines. Lecture component will include theoretical background and analysis of real world data.				
Literatur	Required Textbook: Tectonic Geomorphology, Burbank and Anderson, Blackwell.				
Voraussetzungen / Besonderes	651-4904-00 G Digital Topography and Geomorphology is a prerequisite for this course.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
	Geography and Earth System Sciences students UZH may attend the lecture but will have to pay the full amount for this field course (no subsidies from UZH).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
<b>651-1513-00L</b>	<b>Field Studies on High Mountain Processes (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: GEO411</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2S+4P</b>	<b>Uni-Dozierende</b>

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	This course is focused on introducing field methods and their application for investigating processes in high mountain environments. Besides getting familiar with specific methods and field equipment, it conveys the development and practical aspects of field-project studies in high mountains areas.
Lernziel	Besides getting familiar with specific methods and field equipment (including ice-penetrating radar, temperature logging, melt measurements and modelling, geomorphological mapping, sampling strategies, ...) it conveys the development and practical aspects of field-project studies in high mountains areas. Note that the course will end with a compulsory presentation session. This module will, as a whole, also contribute to a deeper understanding of the physical processes and their interactions in high mountain areas.
Inhalt	The module consists of two parts: (i) The preparatory seminar, introducing the field-approaches and related background in practical seminars (4h, bi-weekly practicals in FS, compulsory); and (ii) The field course (5-day, August, compulsory), in which the students work on their own group-project in the field (Witenwasserengletscher, Rotondohütte area) using the methods and tools from the preparatory seminar, followed by two compulsory data analysis sessions at the Department of Geography.
Skript	Course information and documents will be provided over OLAT, Fieldcourse guide
Voraussetzungen / Besonderes	Modul GEO231 or equivalent

### ▶▶▶ Remote Sensing

Die Fächer des Moduls werden von der UZH angeboten und müssen an der UZH belegt werden.

### ▶▶▶▶ Remote Sensing: Obligatorische Fächer

Die obligatorischen Kurse dieses Moduls finden jeweils im Herbstsemester statt.

### ▶▶▶▶ Remote Sensing: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-2332-00L	<b>Remote Sensing Seminar and Colloquium (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: GEO441	W	6 KP	1S+2K	Uni-Dozierende

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	This course is composed of the remote sensing colloquium, which offers scientific talks on diverse remote sensing topics, and the seminar, which tackles various research questions in group projects.
Lernziel	The colloquium serves the purpose of broadening the view on remote sensing related topics as well as fostering international contacts and cooperation. Furthermore, it offers a forum to engage in scientific discussions on remote sensing topics. The seminar is a platform to get involved in a group project, which highlights the need for teamwork and collaboration in most working environments. Students will be able to bring all previously acquired skills to the table to develop concepts, analyze datasets and discuss results. Furthermore, they will improve their scientific writing and presentation skills.
Inhalt	The colloquium in remote sensing focuses on a variety of remote sensing related topics. Scientific talks will be presented by PhD students and invited guest speakers, followed by a discussion. The colloquium intends to address students, staff and visitors interested in remote sensing and related topics. Attendance during all events is mandatory for registered students. The seminar in remote sensing focuses on remote sensing data analysis within a group project. Each group will examine prepared datasets and a concept for the analysis will be developed and presented. The choice of specific hypotheses being tested on the dataset is more open than in other courses. After the full analysis has been applied (including processing steps developed within the group), the results will be written up in a project report, and also presented in a mini-colloquium. Together with the content of the work, scientific writing and presentation skills will be evaluated and discussed. During the first lecture, groups will be formed and topics distributed. Not attending without notice may result in working alone on a topic.

651-4278-00L	<b>Monitoring the Earth with Radars from Satellites</b> ■	W	4 KP	3G	A. Manconi, G. Dasser
--------------	---	---	------	----	-----------------------

Kurzbeschreibung	The course focuses on space-borne radar applications tailored to geosciences. Students will develop independently projects on real case-studies by leveraging open source data and software. Students' performance will be assessed by lecturers, peers and an external committee during a mini-conference. The course was developed in the Innovedum framework.
Lernziel	The course aims at providing the tools to fully take advantage of space-borne radar data in geoscience applications. The course will offer the chance to learn a cutting-edge remote sensing technique and to independently apply the methods to real scenarios relevant for their future activities as scientists and/or practitioners.
Inhalt	The activities of the course will show how to properly select and obtain radar datasets, process them according to the state-of-art algorithms, interpret the results, evaluate pros and cons on specific geological targets, and integrate the analysis of radar data with other survey and monitoring approaches. Moreover, practical exercises and field excursions are designed to pursue the "Learning by doing" concept.
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires a background in Earth Sciences, thus the priority is to MSc students of the D-ERDW. In the case the course attracts the attention of BSc, MSc, and PhD students from other ETH departments and/or other universities.

Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB\\_ERDW\\_Exkursionen\\_en.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft

### ▶▶▶ Shallow Earth Geophysics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4106-03L	<b>Geophysical Field Work and Processing: Preparation and Field Work</b>	O	7 KP	3V+11P	C. Schmelzbach, P. Nagy, A. Wieser
Kurzbeschreibung	Mapping aquifers for water supply, identifying archaeological remains to protect them, and investigating landslides for geohazard assessments are three examples highlighting the critical role played by near-surface geophysics. The course 'Geophysical Field Work and Processing' split into 'Methods', 'Preparation' and 'Field Work' provides an introduction into near-surface geophysical field work.				
Lernziel	The overall learning goal of the course 'Geophysical Fieldwork and Processing' is that by the end of the course the students will be able to plan and conduct a near-surface geophysical field campaign to address a 'real-world' problem as well as to process their self-acquired data, and to interpret and document their results.				
	Specific learning objectives of the 'Preparation' and 'Field Work' part are that by the end of the course, students will be able to...				
	...design and plan experiments to collect geophysical data appropriate for the target of investigation;				
	...relate the problem to solve to other investigations (e.g., case studies);				
	...identify the appropriate analysis technique and adequately process the data using state-of-the-art approaches;				
	...critically evaluate intermediate and final results;				
	...interpret the results considering all relevant information and draw conclusions based on the results;				
	...integrate the results into context and compare the results with relevant data and other studies.				
Inhalt	The 'Preparation' and 'Field Work' parts of 'Geophysical Field Work and Processing' are dedicated to addressing 'real-world' problems such as mapping archaeological remains, investigating the internal structure of a landslide, or locating abandoned landfills in geophysical field campaigns planned by student teams. Typically, the projects will be conducted in close collaboration with external experts.				
	The 'Preparation' part of the course (second half of the semester) is centered around planning the field experiments by introducing the students first to the 'real-world' problems that will be addressed. Then, they will learn in classroom lectures and hands-on exercises how to use tools to plan and conduct the field campaigns, such as preparing maps using Geographical Information Systems (GIS) and using Global Navigation Satellite System (GNSS) for surveying. By the end of the 'Preparation' part, the students teams will have worked out plans to carry out the field experiments based on expert lectures, literature studies and potential field visits.				
	The 'Field Work' part (first month following the spring semester; June) is centered around conducting in small teams field campaigns to acquire geophysical data using different methods to solve the 'real-world' problems. The students will then process, analyze and interpret their self-acquired data. Typically, the students will spend several days in the field followed by data processing sessions using state-of-the-art software solutions. The final results and interpretations will be presented (oral presentations; written reports) and discussed in the class as well as with external experts.				
Skript	Relevant reading material, manuals and instructions will be handed out during the course. ETH's Moodle platform will be used to share information and documents.				
Literatur	Recommended literature: An introduction to geophysical exploration Third Edition Kearey, Brooks, and Hill 2002, WILEY-BLACKWELL ISBN: 978-0-632-04929-5				
	Further recommended literature:				
	Environmental Geology Handbook of Field Methods and Case Studies Knödel, Klaus, Lange, Gerhard, Voigt, Hans-Jürgen Bundesanstalt für Geowissenschaften (Ed.) 2007, XXVI, 1358 p. 501 illus., 243 in color., Hardcover ISBN: 978-3-540-74669-0				
	Fundamentals of Geophysics William Lowrie 2nd Edition Cambridge University Press ISBN: 9780521675963				
	Good overview literature:				
	An Introduction to Applied and Environmental Geophysics John M. Reynolds WILEY-BLACKWELL ISBN: 978-0-471-48535-3				
	More detailed and specific:				
	Near-Surface Geophysics Edited by Dwain K. Butler Society of Exploration Geophysicists (SEG) ISBN: 9781560801306 (13); 1560801301 (10)				
Voraussetzungen / Besonderes	Passing the 'Methods' part of 'Geophysical Fieldwork and Processing' is a requirement to participate in the 'Preparation' and 'Field Work' parts.				
	Students of the Joint Master in Applied Geophysics: all three parts of 'Geophysical Fieldwork and Processing' ('Methods', 'Preparation' and 'Field Work') are compulsory.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>651-4018-00L</b>	<b>Borehole Geophysics</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Hertrich</b>
Kurzbeschreibung	This introductory course on borehole geophysical methods covers the application of borehole logging and borehole-borehole and borehole-surface seismic, and radar imaging to rock mass and reservoir characterization. The principles of operation of various logging sondes will be covered as well as their application. The emphasis is on geotechnical rather than oil and gas well reservoir engineering.				
Lernziel	The course will introduce students to modern borehole logging techniques with the emphasis on geotechnical rather than oil and gas well reservoir engineering. Although the principles of operation of the various sondes will be covered, the primary focus will be on application. For a given problem in a given environment, the students should be able to design a logging program that will furnish the requisite information. They will also be able to extract information on rock mass/reservoir properties by combining curves from a suite of logs. The students will also learn about surface-to-borehole and borehole-to-borehole seismic methods for rock mass characterisation. This will include VSP and tomography.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- General introduction to geophysical logging</li> <li>- Discussion of various logging types including <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caliper logs</li> <li>- Televiwer logs</li> <li>- Flowmeter and temperature logs</li> <li>- Resistivity logs</li> <li>- Nuclear logs</li> <li>- Sonic logs</li> </ul> </li> <li>- Surface-to-borehole and borehole-to-borehole methods <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentation</li> <li>- Vertical seismic profiling</li> <li>- Crosshole tomography</li> <li>- Applications</li> </ul> </li> </ul>				
Skript	A pdf copy of the lecture will be posted on the course website no later than the day before each class.				
Literatur	Well logging for physical properties (A handbook for Geophysicists, Geologists and Engineers), 2nd Edition, Hearst, J.R., Nelson, P.H. and F.L. Paillet, John Wiley and Son, 2001. - Out of print.				
Voraussetzungen / Besonderes	Well logging for Earth Scientists, Ellis, D.V. and J.M. Singer, 2nd Edition, Springer, 2007. In print - cost Euro 33. Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				

<b>651-4109-00L</b>	<b>Geothermal Energy</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. O. Saar, P. Bayer, M. Brehme, M. Esmail Pour</b>
Kurzbeschreibung	The course will introduce students to the general principles of Geothermics and is suitable for students who have a basic knowledge of Geoscience or Environmental Science (equivalent of a Bachelor degree).				
Lernziel	To provide students with a broad understanding of the systems used to exploit geothermal energy in diverse settings.				
Inhalt	<p>The course will begin with an overview of heat generation and the thermal structure of the Earth. The basic theory describing the flow of heat in the shallow crust will be covered, as will be the methods used to measure it. Petrophysical parameters of relevance to Geothermics, such as thermal conductivity, heat capacity and radiogenic heat productivity, are described together with the laboratory and borehole measurement techniques used to estimate their values. The focus will then shift towards the exploitation of geothermal heat at various depths and temperatures, ranging from electricity and heat production in various types of deep geothermal systems (including high and medium temperature hydrothermal systems, and Engineered Geothermal Systems at depths of 5 km or more), to ground-source heat pumps installed in boreholes at depths of a few tens to hundreds of meters for heating domestic houses.</p> <p>The subjects covered are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Week 1: Introduction. Earth's thermal structure. Conductive heat flow</li> <li>Week 2: Heat flow measurement. Advective heat flow. Petrophysical parameters and their measurement.</li> <li>Week 3: Temperature measurement. Hydrothermal reservoirs &amp; well productivity</li> <li>Week 4: Hydrological characterisation of reservoirs. Drilling. Optimized systems</li> <li>Week 5: Petrothermal or Engineered Geothermal Systems</li> <li>Week 6: Low-enthalpy systems 1</li> <li>Week 7: Low-enthalpy systems 2.</li> </ul>				
Skript	The script for each class will be available for download from the Ilias website no later than 1 day before the class.				

### ▶▶▶ Module aus der Vertiefung Engineering Geology

*Auswahl aus Engineering Geology Pflichtmodule*

### ▶▶▶ Module aus der Vertiefung Geophysics

*Auswahl aus Geophysics Pflichtmodule*

*Auswahl aus Geophysics Wahlpflichtmodule*

### ▶▶▶ Module aus der Vertiefung Mineralogy and Geochemistry

►►► Module aus der Vertiefung Geology Wahlpflichtmodule

Auswahl aus Geology Wahlpflichtmodule

► Vertiefung in Engineering Geology

►► Pflichtmodule Engineering Geology

►►► Engineering Geology: Fundamentals

Die Kurse für dieses Modul finden jeweils im Herbstsemester statt.

►►► Engineering Geology: Methods

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4061-00L	<b>Hydrogeological Field Course</b> <i>Prerequisite: Grundwasser I (102-0455-01L)</i>	O	3 KP	7P	M. Brehme, H. R. Fisch, X.-Z. Kong, S. G. Reinhardt Hauser, M. O. Saar
Kurzbeschreibung	The course covered a variety of hydrogeological investigation methods with both theory and application at an experimental site in unconsolidated sediments and fractured rock. Included were aquifer well tests and estimation of natural hydraulic heads. The students had to sample, display, evaluate and assess own data and write a report. -- Part II: 7-14 June (WE-break 8./9. June). 13-10 June @Mels				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To be able to choose an appropriate (goal, hydrogeological environment, logistic boundary conditions) investigation method and plan experiments accordingly.</li> <li>- To acquire own experiences in handling typical instruments, e.g. pump, pressure transmitter, data logger, inductive flowmeter, etc.</li> <li>- To understand the theoretical background of important hydrogeological field investigation methods.</li> <li>- To master typical data presentation and evaluation methods, e.g. diagnostic plots, type curve fitting etc.).</li> <li>- To be able to assess the quality and importance of the achieved results in view of theoretical and practical limitations.</li> </ul>				
Inhalt	Covered methods are <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aquifer and well tests (constant pressure, constant flow, step pumping tests, drawdown and build-up, single hole and crosshole, double packer and open hole),</li> <li>- Slug &amp; bail tests (pneumatic and bailer techniques, double packer intervals and open hole).</li> <li>- Hydraulic head profiling (natural conditions)</li> <li>- Tracer tests.</li> </ul>				
Skript	A script will be provided for download as pdf.				
Literatur	Please visit the course homepage (Main Link).				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite course 102-0455-01L Grundwasser I Schedule: The course will take place in Mels (SG) and in Thur (Widen).  Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
651-4064-00L	<b>Engineering Geological Field Course I (Soils)</b>	O	3 KP	6P	K. Thuro
Kurzbeschreibung	Application of geotechnical soil classification techniques in outcrops and core samples, including geomorphological and geological field mapping. Imparts knowledge for an understanding of Quaternary processes and their consequences on building (under)ground. Supplements lectures in soil mechanics and geological site investigation techniques.				
Lernziel	a) Students are able to perform a geotechnical characterization of soils according to international standards. b) Students are able to identify different types of soils in samples and in the field. They can interpret geological origin, formation and history of different soil types. c) Students are able to recognize geomorphological structures in the field and analyze their geological formation. d) Students can present their research results in an appropriate way (written and oral).				
Inhalt	The course starts with an introduction lecture on soil classification (USCS and Swiss standards), field testing and sampling techniques, borehole logging, mapping techniques and Quaternary geology of Zurich. The main part is an extensive field course which includes a quarry mapping exercise, borhole logging and field mapping by geomorphological features. Student teams get a mandate for geotechnical investigations on a certain question and have to write a report about their findings. Teaching in the field will primarily consist in guiding the students in their mapping work. Subsequently, the field and laboratory data is analyzed by the students.				
Skript	Course notes and field manual. All documents will be made available from the web.				
Literatur	KNAPPETT, J. & CRAIG, R.F. (2019): Craig's Soil Mechanics. - 600 p., 9th ed., London, New York (CRC Press). LANG, H.-J., HUDER, J., AMAN, P. & PUZRIN, A.M. (2011): Bodenmechanik und Grundbau. Das Verhalten von Böden und die wichtigsten grundbaulichen Konzepte. - 336 p., 9. Aufl., Berlin (Springer).				
Voraussetzungen / Besonderes	Other necessary equipment or material: Geological field equipment: Geologic compass, GPS receiver, soil hammer, field notebook (water resistant), field bag, coloured pencils, felt tipped pens (permanent), hand lens, straight edge (scale), meter, tri-angle, tracing paper, hydrochloric acid (in small bottle), string, computer notebook for report preparation  Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
651-4066-00L	<b>Engineering Geological Field Course II (Rocks)</b>	O	3 KP	6P	M. Ziegler, R. Vidanage De Silva

Kurzbeschreibung	This course focuses on characterizing and classifying rock masses in the field as done in preliminary and advanced stages of site assessments.		
Lernziel	The objectives of this course are to provide the student the necessary skills to carry out field mapping investigations and rock mass data acquisitions for assessing the rock mass conditions, focusing on quantifying geologic elements that have a primary influence on the project at hand, and processing and interpreting the acquired data in order to developing a geomechanical site model.		
Inhalt	This course covers methodologies and techniques to characterize and classify rock masses in the perspective of specific engineering objectives. This includes field characterization of intact rock types and properties (lithology, rock and rock mass strength, degree of weathering, etc.), quantifying their associated discontinuity networks, mapping and characterization of faults in terms of their engineering relevance, and the use of geomorphology in engineering geology field investigations. Obtained field datasets will be processed with state-of-the-art software solutions, visualized, and discussed.		
Skript	The integration and correlation of data acquired from different mapping techniques and areas (aerial/terrestrial photograph interpretation, surface outcrop mapping, underground outcrop mapping, core logging) is also part of this course. Relevant software programs will be introduced during the course and applied by the students.		
Voraussetzungen / Besonderes	Details on the course program will be made available via moodle. Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this field course at full costs (no subsidies). Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a> The field course is carried out during 2x5 days in mid-July. The student is expected to prepare for the field course in advance. The course structure will be presented to the student at the beginning of the spring semester.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert

### ►►► Engineering Geology: Integration

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4070-00L</b>	<b>Landslide Analysis</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Aaron, V. Gischig, J. Hirschberg</b>
Kurzbeschreibung	This course is about the analysis of landslide phenomena, mechanisms, stability and hazard mitigation. The course is focussed on case studies covering major landslide types in the Alps (rock fall, shallow soil slides, rock slides and topples, and deep seated landslides). The course makes use of a new blended e-learning environment and includes compulsory field trips to the study sites.				
Lernziel	The overall aim of the course is to prepare students for dealing with real-world landslide and slope stability problems. Students will gain knowledge and application experience in the field recognition, mapping and monitoring of landslides, the appropriate use of slope stability analysis methods, and the writing of landslide investigation reports. With this experience students may enter the professional workplace or research environment with modern skills and the confidence to tackle similar problems alone.				
Inhalt	The major types of landslides are introduced in face-to-face lectures. For every landslide type a case study is introduced which illustrates typical tasks and approaches of professionals working in the field of landslide hazard analysis and mitigation. All case studies include field visits focussing on geological conditions, morphological features, geotechnical properties and field measurements. In the lab we discuss appropriate geological and kinematic models, triggers, stability, failure processes and mitigation mechanisms. The results of the case studies are documented in reports which are the basis for the course evaluation.				
Skript	The course includes self study of landslide fundamentals supported by web-based e-learning materials, and audio-supported power-point-lectures. The case study analyses are supported by field handbooks, field data and analysis programs.				
Literatur	Sidle, R.C. & Ochiai H. 2006: Landslides, Processes, Prediction and Land use. AGU Books, Water Resources Monograph 18 Transportation Research Board 1996: Landslides, Investigation and Mitigation. Special Report 247. Turner A.K. & Schuster R.L. eds. National Academic Press Washington D.C.				
Voraussetzungen / Besonderes	Excursions are an integral part of this course. The dates of the excursions are published on <a href="https://www.erdw.ethz.ch/studium/exkursionen-feldkurse.html">https://www.erdw.ethz.ch/studium/exkursionen-feldkurse.html</a> Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4072-00L</b>	<b>Engineering Geology of Underground Excavations ■</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. de Palézieux dit Falconnet, H. Krietsch, R. Vidanage De Silva</b>
Kurzbeschreibung	This course deals with the geological activities related to underground excavations (field investigations, route selection, geological models and hazards, geotechnical properties, rock mass behavior, groundwater & environmental impacts). The course focuses on problem solving skills (trained in Lötschberg Base Tunnel case study, including report writing and orally communicating technical details).				
Lernziel	By the end of the course, the students will be able to: integrate knowledge of geology, soil and rock mechanics, and groundwater hydraulics for the assessment of geological hazards and the selection of suitable locations for underground excavations, understand and predict the properties and behavior of rocks and soils in underground excavations, describe the basic principles of underground excavation and support methods and are familiar with selected regulations, Communicate effectively in a professional engineering context by writing industry-style engineering geological reports and developing oral communication for technical audiences.				

Inhalt	Major Tasks of Engineering Geologists in Underground Constructions, Project Phases and Logistic Constraints of Various Types of Underground Constructions, Ground Behaviour in Underground Constructions (Rock and Soil), Groundwater and Environmental Impacts of Underground Constructions, Exploration Methods. Case Study Lötschberg Base Tunnel.		
	The Lötschberg Case Study forms a key component of this integration course. Students will learn (1) how to carry out preliminary investigations related to tunnel design, (2) how to select the tunnel route, (3) how to describe the geotechnical and hydrogeological conditions, (4) how to qualitatively and quantitatively assess geological hazards, rock mass behavior and environmental impacts, (5) how to write geological, geotechnical and hydrogeological reports, and (6) orally communicate technical information. A day field trip to the study area (March 12) and a tunneling site (April 17) are included in the course.		
Skript	A script is available in the form of slides and a few review publications on Moodle.		
Literatur	Richard Goodman 1993: Engineering Geology, Rock in Engineering Construction, John Wiley and Sons. Evert Hoek 2007: Practical Rock Engineering, Course Notes, <a href="http://www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp">wwwhttp://www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Successful completion of the fall semester courses of the modules 'Fundamentals' and 'Methods' of the major engineering geology (or equivalent courses).		
	See also the study guide of D-ERDW: <a href="https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/master/msc-earth-sciences-study-guide.pdf">https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/master/msc-earth-sciences-study-guide.pdf</a>		
	Excursions are an integral part of this course. The dates of the excursions are published on <a href="https://www.erdw.ethz.ch/studium/exkursionen-feldkurse.html">https://www.erdw.ethz.ch/studium/exkursionen-feldkurse.html</a>		
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW: <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert

<b>651-4074-00L</b>	<b>Landfills and Deep Geological Disposal of Radioactive Waste</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Vietor, J. Epting</b>
	<i>Geography and Earth System Sciences students UZH may attend this field course at full costs (no subsidies).</i>			
Kurzbeschreibung	This course focuses on the integration of geo-scientific and technical knowledge for the assessment of long-term safety and engineering feasibility of shallow and deep repositories for hazardous and radioactive wastes and for the clean-up of contaminated sites.			
Lernziel	The students learn about the requirements for safe storage/disposal of different types of waste. They learn that - according to the different chemical and physical properties - there are different requirements for the performance of the engineered and geological barriers. They learn about the criteria that are necessary in landfill planning, site evaluation and/or characterization projects or in the review of a proposed project. The students understand that waste disposal in landfills and in deep geological repositories are interdisciplinary projects. Such projects require a high degree of interdisciplinary communication between earth scientists (all sub-disciplines, e.g. mineralogy, sedimentology, rock mechanics, hydrogeology, geophysics, geochemistry), engineers and safety assessment modellers. The students understand that there may be interactions between the repository components (waste and engineered barriers) and the host rock, and, in the case of landfills, repositories act as chemical reactors influencing the technical and geosphere barriers. They are able to take this into account when designing experimental programs designated to understand these processes. Based on the experience from other courses (hydrogeology, basic principles of contaminant transport, underground excavations etc.) they are able to build up project-oriented geological models of shallow and deep disposal sites. Here they learn to take this into account when designing geological investigation and monitoring programs for the assessment of the performance and the long-term safety of a repository. The students are aware that long-term safety has an influence on repository design and construction. They realize that this has to be taken into account in engineering and are able to design appropriate investigation programs.			
Inhalt	This lecture course comprises a series of lectures with exercises and excursions. The course is subdivided in two parts: Part 1, Landfills and contaminated sites, Part 2, Deep Geological Disposal of Radioactive Waste). Topics addressed in the course are - principles of environmental protection in waste management and how this is applied in legislation. - role and character of heterogeneities of frequently used geological barriers - chemistry underlying the leaching of contaminants from the landfilled/contaminated material - Technical barrier design and function - Contaminated site remediation: Site evaluation, concepts and methods, advanced monitoring, remediation technologies - Concepts and long-term safety in radioactive waste management - Clay rocks and fractured hard rocks as transport barriers for contaminants - Engineering geology in deep geological disposal - Investigation methods in deep boreholes (data acquisition for the assessment of long-term safety and data relevant for repository layout and construction)			
Skript	Electronic copies of overheads			
Literatur	A list of recommended literature and internet links will be made available.			
Voraussetzungen / Besonderes	This course is compulsory for the MSc Earth Science Engineering Geology.  Recommended background for other geoscientists: Basic knowledge in geochemistry, hydrogeology, (borehole) geophysics, engineering geology  Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>			

## ▶▶▶ Engineering Geology: Industrial Internship

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4071-00L	<b>Industriepraktikum ■</b> <i>Voraussetzungen: Erfolgreicher Abschluss der Pflichtmodule Fundamentals, Methods und Integration.</i>	O	12 KP		externe Veranstalter
	<i>Das Industriepraktikum des Engineering Geology Major</i>				

wird nach Rücksprache mit Dr. Heike Willenberg im zweiten MSc Studienjahr absolviert werden. Die Richtlinien sind auf der Webseite der Ingenieurgeologie Gruppe publiziert.

Kurzbeschreibung	Das Industriepraktikum wird von der Industrie und der ETH betreut und umfasst anspruchsvolle technische und wissenschaftliche Arbeit im Bereich der Ingenieurgeologie. Die Dauer des Praktikums beschränkt sich auf 2.5 Monate. Das Praktikum wird im Voraus mit einem Arbeitsplan definiert und mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen.
Lernziel	Das Industriepraktikums führt die Studierenden an die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Bereiche sowie an die Aspekte der Kommunikation für eine zukünftige Arbeit in Privatindustrie oder technischer Administration heran.

## ► Vertiefung in Geophysics

### ►► Pflichtmodule Geophysics

#### ►►► Geophysics: Methods I

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4096-00L</b>	<b>Inverse Theory I: Basics</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Fichtner</b>
Kurzbeschreibung	Inverse theory is the art of inferring properties of a physical system from noisy and sparse observations. It is used to transform observations of waves into 3D images of a medium seismic tomography, medical imaging and material science; to constrain density in the Earth from gravity; to obtain probabilities of life on exoplanets ... . Inverse theory is at the heart of many natural sciences.				
Lernziel	The goal of this course is to enable students to develop a mathematical formulation of specific inference (inverse) problems that may arise anywhere in the physical sciences, and to implement suitable solution methods. Furthermore, students should become aware that nearly all relevant inverse problems are ill-posed, and that their meaningful solution requires the addition of prior knowledge in the form of expertise and physical intuition. This is what makes inverse theory an art.				
Inhalt	<p>This first of two courses covers the basics needed to address (and hopefully solve) any kind of inverse problem. Starting from the description of information in terms of probabilities, we will derive Bayes' Theorem, which forms the mathematical foundation of modern scientific inference. This will allow us to formalise the process of gaining information about a physical system using new observations. Following the conceptual part of the course, we will focus on practical solutions of inverse problems, which will lead us to study Monte Carlo methods and the special case of least-squares inversion.</p> <p>In more detail, we aim to cover the following main topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The nature of observations and physical model parameters</li> <li>2. Representing information by probabilities</li> <li>3. Bayes' theorem and mathematical scientific inference</li> <li>4. Random walks and Monte Carlo Methods</li> <li>5. The Metropolis-Hastings algorithm</li> <li>6. Simulated Annealing</li> <li>7. Linear inverse problems and the least-squares method</li> <li>8. Resolution and the nullspace</li> <li>9. Basic concepts of iterative nonlinear inversion methods</li> </ol> <p>While the concepts introduced in this course are universal, they will be illustrated with numerous simple and intuitive examples. These will be complemented with a collection of computer and programming exercises.</p> <p>Prerequisites for this course include (i) basic knowledge of analysis and linear algebra, (ii) basic programming skills, for instance in Matlab or Python, and (iii) scientific curiosity.</p>				
Skript	Presentation slides and detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the first part of the semester				

#### ►►► Geophysical Methods II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4013-00L</b>	<b>Potential Field Theory</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Khan, A. Mittelholz</b>
Kurzbeschreibung	The course will guide students in learning about the capabilities and limitations of potential field data, namely gravity and magnetic measurements as collected by industry, in determining geological sources. It will follow a mathematical approach, and students will learn to apply mathematical strategies to generate quantitative answers to geophysical questions.				
Lernziel	The course will guide students in learning about the capabilities and limitations of potential field data, namely gravity and magnetic measurements as collected by industry, in determining geological sources. It will follow a mathematical approach, and students will learn to apply mathematical strategies to generate quantitative answers to geophysical questions.				
Inhalt	<p>Part I: Concept of work &amp; energy, conservative fields, the Newtonian potential, Laplace's and Poisson's equation, solutions in Cartesian/spherical geometry, the Geoid, gravity instrumentation, field data processing, depth rules for isolated bodies, Fourier methods.</p> <p>Part II: Magnetic potential, dipole and current loops, distributed magnetization, remanent and induced magnetization, nonuniqueness &amp; "annihilators", field data processing, magnetic instrumentation, anomalies from total field data, reduction to the pole, statistical methods.</p> <p>Part III: Applicability to DC electrical methods: resistivity sounding.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: Successful completion of 651-4130-00 Mathematical Methods				

### ►► Wahlpflichtmodule Geophysics

#### ►►► Seismology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4006-00L</b>	<b>Seismic Waves I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Bowden, S. Keating</b>
Kurzbeschreibung	Brief review of continuum mechanics and the seismic wave equation; P and S waves; reciprocity and representation theorems; eikonal equation and ray tracing; Huygens and Fresnel; surface-waves; normal-modes; seismic interferometry and noise; numerical solutions.				
Lernziel	After taking this course, students will have the background knowledge necessary to start an original research project in quantitative seismology.				

Literatur Shearer, P., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, 1999.

Aki, K. and P. G. Richards, Quantitative Seismology, second edition, University Science Books, Sausalito, 2002.

Nolet, G., A Breviary of Seismic Tomography, Cambridge University Press, 2008.

Voraussetzungen / Besonderes This is a quantitative lecture with an emphasis on mathematical description of wave propagation phenomena on the global scale, hence basic knowledge in vector calculus, linear algebra and analysis as well as seismology (e.g. from the 'wave propagation' lecture) are essential to follow this course.

## ►►► Physics of the Earth's Interior

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4017-00L</b>	<b>Earth's Core and the Geodynamo</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. D. Marti, S. Maffei</b>
Kurzbeschreibung	In Earth's core, motions of liquid iron act as a dynamo producing the geomagnetic field. This course explores the composition, structure and physical conditions in Earth's core and describes the geomagnetic field before focusing on the geodynamo mechanism. An interdisciplinary perspective is adopted involving electromagnetism and fluid dynamics but also seismology and mineral physics.				
Lernziel	The objectives of this course are: (i) Development of the geophysical and sometimes mathematical tools needed to understand Earth's core and the geodynamo. (ii) Acquisition of knowledge concerning physical and observational constraints on the dynamics of Earth's core and the evolution of the geomagnetic field.				
Inhalt	(i) Structure and composition of Earth's core: Including PREM, Adams-Williamson equation, Inner core anisotropy, Geochemical constraints, High Pressure mineral physics Experiments, Phase changes, Adiabatic temperature profiles, Geotherms, Power sources for the Geodynamo. (ii) Observational geomagnetism: Spherical harmonics, Global field models, Westward drift, Jerks, Core field inverse problem, Core field structure and historical evolution, Polarity excursions and reversals, Time-averaged field. (iii) Theory of the Geodynamo: Review of Maxwell's equations, Induction equation, Alpha Effect and Omega Effect, Proudman-Taylor theorem Geostrophy, Rotating Convection, Experimental and numerical dynamos.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Earth's Core and Geodynamo Course capitalizes on the knowledge of: - 651-4001-00L: Geophysical Fluid Dynamics - 651-4130-00L: Mathematical Methods Therefore we recommend that the students have attended those courses or others of similar content.				
<b>651-4008-00L</b>	<b>Dynamics of the Mantle and Lithosphere</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Balázs</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Mantle-Lithosphäre Systems zu erreichen. Der Kurs fokussiert hauptsächlich auf die Erde aber bespricht auch wie diese Prozesse in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
Lernziel	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Umhang-Lithosphäre Systems zu erreichen, konzentriert, hauptsächlich auf Masse aber auch bespricht, wie diese Prozesse anders als in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				

## ►►► Applied Geophysics

### ►►►► Applied Geophysics: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4079-00L</b>	<b>Reflection Seismology Processing</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>6V+6U</b>	<b>D.-J. van Manen</b>
Kurzbeschreibung	Seismic data processing from field data to interpretation.				
Lernziel	Application of theoretical knowledge acquired in previous courses to the processing of a seismic data set and an extensive introduction to commercial processing software.				
Inhalt	Keywords: data conversion, amplitude reconstruction, filtering (in time and space), geometry assignment, static corrections, velocity analyses, normal-moveout (NMO) corrections, deconvolution, stacking, migration, interpretation.				
Literatur	Access to commercial processing software manuals and Yilmaz (2001) textbook Seismic Data Analysis				
Voraussetzungen / Besonderes	Students usually work in teams of 2.				
<b>651-4240-00L</b>	<b>Geofluids</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>X.-Z. Kong, T. Driesner</b>
Kurzbeschreibung	This course presents advanced topics of single/multiphase fluid flow, heat transfer, reactive transport, and geochemical reactions in the subsurface. Emphasis is on the understanding of the underlying governing equations of each physical and chemical process, and their relevance to applications, e.g., groundwater management, geothermal energy, CO2 storage, waste disposal, and oil/gas production.				
Lernziel	This course presents the tools for understanding and modeling basic physical and chemical processes in the subsurface. In particular, it will focus on fluid flow, reactive transport, heat transfer, and fluid-rock interactions in a porous and/or fractured medium. The students will learn the underlying governing equations, followed by a demonstration of corresponding analytical or/and numerical solutions. By the end of the course, the student should be able to: 1. Understand, formulate, and derive the governing equations of fluid flow, heat transfer, and solute transport; 2. Understand and apply the underlying physical and chemical processes to simplify and model practical subsurface problems; 3. Solve simple flow problems affected by fluid density (induced by the solute concentration or temperature); 4. Understand and be able to assess the uncertainties pertaining to the reactive transport processes; 5. Assess simple coupled reactive transport problems.				
Inhalt	1) Introduction to the fundamental concepts of fluid flow in the subsurface 2) Immiscible fluid flow in porous/fractured media 3) Solute transport and heat transfer in subsurface 4) Uncertainty estimation of solute transport properties 5) Density-driven flow 6) Reactive transport 7) Fluid injection and production 8) Fluid-rock interactions (non-mechanical) (8a) mineral and gas solubility in brines (8b) mineral dissolution/precipitation				
Literatur	R. Allan Freeze and John A. Cherry. Groundwater. 1979. Steven E. Ingebritsen, Ward E. Sanford, and Christopher E. Neuzil. Groundwater in geologic processes. 2008. Vedat Batu. Applied flow and solute transport modelling in aquifers. 2006. Luigi Marini. Geological sequestration of carbon dioxide : thermodynamics, kinetics, and reaction path modeling. 2006. Jacob Bear. Dynamics of fluids in porous media. 1988.				

▶▶▶▶ **Applied Geophysics: Wahlpflichtfächer**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4087-00L	<b>Case Studies in Exploration and Environmental Geophysics</b>	W+	3 KP	3G	H. Maurer, M. Hertrich, J. Robertsson, M. O. Saar, T. Spillmann
Kurzbeschreibung	This course focuses on benefits and limitations of geophysical methods applied to problems of high societal relevance. It is demonstrated, how seismics, ground-penetrating-radar and other electromagnetic methods can be employed in geothermics, the cryosphere, hydrocarbon exploration, natural hazard assessments and radioactive waste disposal problems.				
Lernziel	This course is set up for both, geophysicists and non-geophysicists. The former will become familiar with applications of geophysical methods, for which they have learned the underlying theory in other courses. Non-geophysicists (i.e., potential users of geophysical technics, such as geologists and geotechnical engineers) will learn, which geophysical method or which combination of geophysical methods can be used to solve a particular in their realm.				
Inhalt	<p>The main learning goal for both groups is to understand the benefits and limitations of geophysical techniques for important applications, such as exploration problems, waste disposal, or natural hazards.</p> <p>During the first part of the course, various themes will be introduced, in which geophysical methods play a key role.</p> <p>Module 1 (22.2.): Natural Hazards (H.R. Maurer)</p> <p>Module 2 (29.2./11.4): Geothermal Energy (M. Saar)</p> <p>Module 3 (7.3.): Long-term geophysical monitoring of Geologic Carbon Sequestration (GCS) projects (B. Biondi)</p> <p>Module 4 (14.3./21.3.): Radioactive Waste Disposal (T. Spillmann)</p> <p>Module 5 (25.4.): Cryosphere Applications (H.R. Maurer)</p> <p>Module 6 (28.3.): Hydrocarbon Exploration (Fons ten Kroode)</p> <p>During the second part of the course, we will focus on Deep Underground Laboratories. They offer exciting opportunities for research associated with many themes covered in Modules 1 to 6. The lab visits are scheduled as follows</p> <p>2.5.: Mont Terri Laboratory</p> <p>16.5: Bedretto Laboratory</p> <p>23.5.: Grimsel Test Site</p> <p>The laboratory visits will occupy the full afternoons of the respective days. For earning the credit points, at least two out of the three laboratory visits are mandatory, but the students are encouraged, to join all visits.</p> <p>Active participation of the students will be required. Prior to the laboratory visits, the students must familiarize themselves with one experiment (in total, not per laboratory), and they will introduce this experiment during the visit to their fellow students. Finally, a short report on the experiment assigned will have to be written. Presentation and report will contribute 50% to the final grade.</p> <p>The remaining 50% of the final grade will be earned with an oral exam. More details will be provided during the course.</p>				
Skript	Course material will be provided in the teaching repository associated with this course.				
Literatur	Provided during the course				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of geophysical methods is required.				
Kompetenzen	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

▶ **Vertiefung in Mineralogy and Geochemistry**

▶▶ **Pflichtmodul Analytical Methods in Earth Sciences**

*Die Kurse für dieses Modul finden jeweils im HS statt.*

▶▶▶ **Mikroskopie Kurse**

*Pflichtmodul Analytical Methods in Earth Sciences:  
Mikroskopie Kurse*

▶▶▶ **Analytical Methods Courses**

*Pflichtmodul Analytical Methods in Earth Sciences:  
Analytical Methods Courses*

## ►► Wahlpflichtmodule Mineralogy und Geochemistry

Innerhalb der Majors Mineralogy and Geochemistry sind mindestens zwei Wahlpflichtmodule zu absolvieren.

### ►►► Mineralogy and Petrology

#### ►►►► Mineralogy and Petrology: Obligatorische Fächer

Die obligatorischen Kurse dieses Moduls finden im Herbstsemester statt.

#### ►►►► Mineralogy and Petrology: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0302-00L</b>	<b>Clays in Geotechnics: Problems and Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Plötze</b>
Kurzbeschreibung	This course gives a comprehensive introduction in clay mineralogy, properties, characterising and testing methods as well as applied aspects and problems of clays and clay minerals in geotechnics.				
Lernziel	Upon successful completion of this course the student is able to: - Describe clay minerals and their fundamental properties - Describe/propose methods for characterisation of clays and clay minerals - Draw conclusion about specific properties of clays with a focus to their potential use, problematics and things to consider in geotechnics and engineering geology.				
Inhalt	- Introduction to clays and clay minerals (importance and application in geosciences, industry and everyday life) - Origin of clays (formation of clays and clay minerals, geological origin) - Clay mineral structure, classification and identification incl. methods for investigation (e.g., XRD) - Properties of clay materials, characterisation and quantification incl. methods for investigation (e.g., cation exchange, rheology, plasticity, shearing, swelling, permeability, retardation and diffusion) - Clay Minerals in geotechnics: Problems and applications (e.g. soil mechanics, barriers, slurry walls, tunnelling)				
Skript	Lecture slides and further documents will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

### ►►► Petrology and Volcanology

#### ►►►► Petrology and Volcanology: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4032-00L</b>	<b>Volcanology</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>O. Bachmann, R.-G. Popa</b>
Kurzbeschreibung	This course discusses processes occurring from magma generation to eruption, covering topics like magma transport and storage, magma reservoir evolution and architecture, eruption triggering and ascent in conduit, connection between magma reservoir properties and eruption behavior, eruption dynamics, and more. The course also discusses deposits, and prepares you for the volcanology field course.				
Lernziel	The class will provide you with a good understanding of the dynamics of volcanic systems, from source to surface. You'll discover more about how volcanoes work, as well as the connection between geochemistry and volcanic behavior. We'll see together how to interpret the depositional processes operating during volcanic eruptions, and how to anticipate potential hazards related to a given volcanic phenomena.				
Inhalt	During the course, we'll cover the following topics: - Types of Volcanoes and Plate Tectonics - Magma Migration and Transport - Volcano Monitoring - Magma Reservoir Nucleation, Growth and Architecture (and death) - Physical Properties of Magmas and Melts - Magmatic and Hydromagmatic Fragmentation - Lava Flows and Rheology - Explosive Eruption Styles - Effusive-Explosive Transitions - Calderas and Supervolcanoes - Eruption Columns - Volcanic Deposits - Geochronology, Rates and Dates in Igneous Systems - Volcanic Hazards and Climatic Impacts - Planetary Volcanism				
Skript	We'll hand out presentation slides.				
Literatur	A useful textbook is "Fundamentals of Physical Volcanology" by Parfitt and Wilson. We can provide other reading materials as well.				
Voraussetzungen / Besonderes	We strongly recommend taking the 'Microscopy of Magmatic Rocks' class (651-4047-00L) before the Volcanology class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert



## ▶▶▶▶ Petrology and Volcanology: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4036-00L	<b>Field Excursion Module Mineral Resources</b> <i>Priority is given to D-ERDW students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	W	3 KP	6P	C. Chelle-Michou, T. Driesner
Kurzbeschreibung	No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only. Excursion to areas of active and past mining activity and practical industry courses. Mapping relations between regional/local geology and ore deposit formation in the field and in active mines. Insight into the work of mine and exploration geologists, including geophysical measurements, geochemical data handling, economic evaluation, etc.				
Lernziel	Understand the regional and local geology as a framework for ore deposit formation. Detailed field and drill core mapping of hydrothermal veining and alteration. Discuss actual mineral deposits and their position within this framework during mine visits. Study similarities and differences between processes leading to the formation of different ore deposit types. Obtain insight into challenges linking economic geology and mining with social and environmental constraints.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course plans changing through the years. Subscribe through MyStudies once. Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
651-4032-01L	<b>Volcanology Field Course</b> <i>Number of participants limited to 20. Priority is given to D-ERDW students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	W	2 KP	6P	O. Bachmann
Kurzbeschreibung	No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only. The course complements the lecture class on physical volcanology, by providing a close look at the field characteristics of volcanic deposits. It is run in a volcanic province, typically in Europe (e.g., Iceland, Greece, Italy, Spain, Germany, France). The course focuses on the field description of many types of volcanic deposits and their edifices.				
Lernziel	After completion of this course, the students should be able to differentiate the different types of volcanic rocks in the field, and interpret the eruptive dynamics that led to their deposition. They should also be able to provide some guidance on the type of hazards that a given volcanic edifice or province is most likely to produce.				
Inhalt	The course involves a weeklong stay in a volcanic province, in most cases situated in Europe. A first part of the course will focus on a guided tour to look at volcanic deposits and learn the characteristics of the area. In a second stage, the students will have to complete some field exercises.				
Skript	A field guide and scientific papers pertaining to the area of study will be distributed				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: This course can only be taken after successful completion of 651-4032-00L Volcanology. Studierende Geographie und Erdsystemwissenschaften bezahlen den vollen Tarif (keine Subventionen). Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
651-4108-00L	<b>Applied Geothermobarometry</b>	W	3 KP	2G	A. Galli
Kurzbeschreibung	This course aims to give a general introduction on the most important approaches concerning the estimates of pressure and temperature conditions in metamorphic terrains. In particular, pressure-temperature grids, conventional geothermobarometers and metamorphic phase diagrams (pseudosections) are introduced and used to reconstruct the pressure-temperature evolution for case study samples.				
Lernziel	This course provides an overview on the most used methods in modern geothermobarometry. Students will be introduced to estimates of metamorphic conditions in the field, to calculations of P and T using conventional geothermobarometers and to software for calculating phase equilibria and stable mineral assemblages with thermodynamic data. Advantages and disadvantages of each approach will be discussed with the objective that students will be able to infer the metamorphic evolution of a rock/terrain.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course partly replaces and combines the courses "Phase Petrology" and "Computational Techniques in Petrology" of Prof. L. Tajcmanová.				

## ▶▶▶ Mineral Resources

### ▶▶▶▶ Mineral Resources: Obligatorische Fächer

*Die obligatorischen Kurse dieses Moduls finden im Herbstsemester statt.*

### ▶▶▶▶ Mineral Resources: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4036-00L	<b>Field Excursion Module Mineral Resources</b> <i>Priority is given to D-ERDW students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>	W	3 KP	6P	C. Chelle-Michou, T. Driesner
Kurzbeschreibung	No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only. Excursion to areas of active and past mining activity and practical industry courses. Mapping relations between regional/local geology and ore deposit formation in the field and in active mines. Insight into the work of mine and exploration geologists, including geophysical measurements, geochemical data handling, economic evaluation, etc.				
Lernziel	Understand the regional and local geology as a framework for ore deposit formation. Detailed field and drill core mapping of hydrothermal veining and alteration. Discuss actual mineral deposits and their position within this framework during mine visits. Study similarities and differences between processes leading to the formation of different ore deposit types. Obtain insight into challenges linking economic geology and mining with social and environmental constraints.				

Voraussetzungen / Course plans changing through the years. Subscribe through MyStudies once.  
Besonderes

Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB\\_ERDW\\_Exkursionen\\_en.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf)

<b>651-4024-00L</b>	<b>Mineral Resources II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Chelle-Michou, T. Driesner</b>
Kurzbeschreibung	Magmatic-hydrothermal ore formation from plate-tectonic scale to fluid inclusions, with a focus on porphyry-Cu-Au deposits, epithermal precious-metal deposits and granite-related Sn-W deposits				
Lernziel	Recognise and interpret ore-forming processes in hand samples. Understand the string of processes that contribute to metal enrichment mainly along active plate margins, from lithosphere dynamics through magma evolution, fluid separation, subsolidus fluid evolution, and alteration and mineral precipitation by interaction of magmatic fluids with country rocks and the hydrosphere. Understand connection to active volcanism and geothermal processes. Insight into modern research approaches including field mapping, analytical techniques and modelling in preparation for MSc projects.				
Inhalt	Detailed program of contents will be updated yearly.				
Skript	Short notes are distributed in class				
Literatur	Extensive reference list distributed with course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Builds on BSc integration course "Integrierte Erdsysteme" and MSc course "Mineral Resources I", as essential introductions to the principles of hydrothermal ore formation in sedimentary basins and to orthomagmatic metal enrichment. Reflected Light Microscopy and Ore Deposit Practical, coordinated with Mineral Resources I, is recommended but not essential. BSc students intending to study the module Mineral Resources in their MSc program should take both courses "Mineral Resources I and II" during their MSc studies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ▶▶▶ Geochemistry

### ▶▶▶▶ Geochemistry: Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4226-00L</b>	<b>Geochemical and Isotopic Tracers of the Earth System</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Vance, G. De Souza, J. D. Rickli, T. Sweere</b>
Kurzbeschreibung	The unit will investigate the geochemical approaches used to understand the dynamics of the surface Earth, with an emphasis on geochemical archives preserved in ocean sediments. The class will be organised into three themes, each treating a different aspect of surface Earth chemistry and how it is recorded in archives - mainly ocean sediments but also including others such as ice-cores and loess.				
Lernziel	The unit is designed with the particular aim of providing a firm grounding in the geochemical methods used to observe and trace the Earth System, now and in the past. Students will gain a basic understanding of the relevant geochemical techniques through an introductory set of lectures and lectures specific to each theme. Students will be encouraged to think about their application and interpretation from first principles. But the emphasis will be placed on independent learning by the student through their own research, and the presentation of that research to the class. For each theme, we will use particular time periods in Earth history as case studies. All students will investigate one of these tools in depth themselves, including its application to problems and questions in the history of the surface Earth.				
Inhalt	The themes covered in the class will include: Tracing the large-scale controls on ocean chemistry through time using analytical tools, mass balance and box models; Tracking global-scale aspects of the carbon cycle through time, concentrating on processes on the continents, such as chemical weathering, how their record is preserved in the oceans, and using the Cenozoic as a case study; Understanding the progressive oxygenation of the surface Earth, and how we know about it. Students will be encouraged to become familiar with the range of modern geochemical tools used to investigate key scientific questions within the above themes, such as radiogenic isotopes, stable isotopes, speciation of elements in the oceans and in sediments.  About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.				
Skript	For lectures on the basic aspects of each theme, slides will be available in advance of the lectures.				
Literatur	About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds on ETH Bachelors classes in oceanography, in geochemistry and in earth system science. Those who have not taken similar classes in their Bachelors may need to familiarise themselves with basic concepts in order to take full advantage of this class. Basic reading material will be compiled that those who might need them can consult - but it is the responsibility of the student to do the catching up.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ▶▶▶▶ Geochemistry: Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>651-4228-00L</b>	<b>Topics in Planetary Sciences</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Busemann, C. Gillmann, M. Schönbachler, P. Tackley</b>
Kurzbeschreibung	The course is based on reading and understanding research papers. Topics vary and cover e.g. planetary geophysics, geochemistry and dynamics including new results from space missions or models of the dynamical evolution of planetary bodies as well as planet and solar system formation. Each selected research paper is presented by a student, who then also leads an open discussion on the topic.				
Lernziel	The goal of the course is to discuss topics in planetary sciences in-depth, which were not covered in the general planetary science courses. The course particularly aims at training the student's ability to critically evaluate research papers, to summarize the findings concisely in an oral presentation, to discuss the science in a group and give constructive feedback on presentations. The course should enable the students to better understand the presented research, even if not in their fields of expertise and to convey scientific results to students with a distinct study direction (geology, geochemistry or geophysics).				
Inhalt	Topics, relevant papers selected typically from the recent literature by the lecturers, will vary. Suggestions from students are welcome but have to be discussed with a lecturer before the topics are listed and distributed. Special introductions are given to discuss good presentation practice.  Topics could include, e.g.: - Formation of the solar system and the terrestrial planets - Evolution of terrestrial bodies (Mercury, Venus, Moon, Mars, Vesta and the other asteroids) - Active asteroids/main-belt comets, icy moons (Ganymede, Callisto, Enceladus), comets and the outer solar system - Geophysical, geomorphologic and geochemical exploration of planetary bodies (e.g., remote sensing, meteorite studies, seismology, modelling) - exoplanets and transiting bodies from outside the solar system				
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to have passed either course 651-4010-00L Planetary Physics and Chemistry or course 651-4227-00L Planetary Geochemistry				
Kompetenzen	The number of students is restricted to 20.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.  In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				
Lernziel	The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.  The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nanofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices. The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.				

Inhalt	<p>Micropaleontology and Molecular paleontology</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis.</li> <li>2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy.</li> <li>3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenoaercha GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages.</li> <li>4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal); shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions.</li> <li>5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity.</li> <li>6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO2 and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution.</li> <li>7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.</li> </ol>
--------	--

Skript A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle

Literatur Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.

Voraussetzungen / Besonderes Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
Kommunikation		gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	

## ►► Wahlmodule Mineralogy and Geochemistry

### ►►► Module aus der Vertiefung Geology

*Auswahl aus Geology Wahlpflichtmodule*

*Auswahl aus Geology Wahlmodule*

### ►►► Module aus der Vertiefung Engineering Geology

*Auswahl aus Engineering Geology Pflichtmodule*

### ►►► Module aus der Vertiefung Geophysics

*Auswahl aus der Vertiefung Geophysics Pflichtmodule*

*Auswahl aus der Vertiefung Geophysics*

*Wahlpflichtmodule*

### ►►► Module aus der Vertiefung Mineralogy and Geochemistry

*Auswahl aus Mineralogy and Geochemistry*

*Wahlpflichtmodule*

*Auswahl aus Mineralogy and Geochemistry Wahlmodule*

## ► Wahlfächer

*Den Studierenden steht - in Absprache mit den zuständigen MSc-Kommission - das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur Auswahl offen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
	<i>Auswahl aus dem gesamten Angebot des Erdwissenschaften MSc</i>				
651-4096-02L	<b>Inverse Theory II: Applications</b> <i>Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss von 651-4096-00L Inverse Theory I: Basics.</i>	W	3 KP	2G	A. Fichtner, C. Böhm, A. Zunino
Kurzbeschreibung	This second part of the course on Inverse Theory provides an introduction to the numerical solution of large-scale inverse problems. Specific examples are drawn from different areas of geophysics and image processing. Students solve various model problems using python and jupyter notebooks, and familiarize themselves with relevant open-source libraries and commercial software.				

Lernziel	This course provides numerical tools and recipes to solve (non)-linear inverse problems arising in nearly all fields of science and engineering. After successful completion of the class, the students will have a thorough understanding of suitable solution algorithms, common challenges and possible mitigations to infer parameters that govern large-scale physical systems from sparse data measurements.				
Inhalt	Prerequisites for this course are (i) 651-4096-00L Inverse Theory: Basics, (ii) basic programming skills. The class discusses several important concepts to solve (non)-linear inverse problems and demonstrates how to apply them to real-world data applications. All sessions are split into a lecture part in the first half, followed by tutorials using python and jupyter notebooks in the second. The range of covered topics include:  1. Regularization filters and image deblurring 2. Travel-time tomography 3. Line-search methods 4. Time reversal and Born's approximation 5. Adjoint methods 6. Full-waveform inversion				
Skript	Presentation slides and some background material will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the second part of the semester				
<b>651-4219-00L</b>	<b>The Mineralogy of Steelmaking / Steel Plant Visit</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Iron is utilised by mankind since thousands of years and the present day world wide production of about 1.5 billion tons of steel makes the latter to one of the most important and irreplaceable industrial products. This course will communicate the relevant solid-liquid-vapor reactions along the production route of an integrated steel plant as an example for applied mineralogy.				
Lernziel	This course will put emphasis on applied mineralogy and show how concepts, familiar to Earth scientists, are being applied to industrial processes.				
Inhalt	Integral part of this course is a visit to the UNESCO world cultural heritage site "Völklingen Ironworks" and a factory tour through a nearby steel producing site. The excursion will take place on the third to fourth day with one overnight stay. The course will cover the following topics: - Basic information on the steelmaking industry - Pre-blast furnace processing of ores, coals and additives - Melting and reduction in the blast furnace - The "Basic Oxygen Furnace": de-carburisation, and the conversion from "hot metal" towards steel - Secondary steelmaking: de-oxidation and non-metallic inclusions - By-products: Chemistry, properties and applications of blast furnace and steelmaking slags - Chemistry and properties of refractory materials - The role of silicate liquids during casting steel - Industry excursion to an active steel producing site				
Voraussetzungen / Besonderes	Course dates: July 10th - 13th 2023				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>651-1617-00L</b>	<b>Geophysical Fluid Dynamics and Numerical Modelling Z Dr Seminar</b>		<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>P. Tackley, T. Gerya</b>
<b>651-4068-00L</b>	<b>Engineering Geology Seminar</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Hirschberg, J. Aaron, L. de Palézieux dit Falconnet</b>
Kurzbeschreibung	The seminar includes external and internal lectures on ongoing research topics and the presentation and defence of own MSc thesis research results. In addition students have the opportunity to make new contacts with researchers and practitioners, and get an understanding of the international engineering geology community.				
Lernziel	The students get an insight into selected research & development topics in engineering geology, hydrogeology and geothermics. The students present and discuss their MSc thesis research results topic with a larger scientific audience.				
Inhalt	This seminar includes internal and guest lectures related to engineering geology and hydrogeology research topics and presentations of the MSc thesis project results. Students have to attend 8 guest lectures in total during semester 2 and/or 4 and present and defend their own research results in semester 4. They keep a record of the attended guest lectures (using a prepared confirmation sheet).				
Skript	The course offers guidelines how to orally present scientific results.				
Voraussetzungen / Besonderes	Completed and accepted research plan. Significant results of own MSc thesis work.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>651-1180-00L</b>	<b>Research Seminar Structural Geology and Tectonics</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>W. Behr</b>
Kurzbeschreibung	A seminar series with both invited speakers from both inside and outside the ETH.				
Lernziel	The seminar series provides an opportunity to convey the latest research results to students and staff.				
Inhalt	Informal seminars with both internal and external speakers on current topics in Structural Geology, Tectonics and Rock Physics. The current program is available at: <a href="http://www.structuralgeology.ethz.ch/news-and-events/events-and-seminars.html">http://www.structuralgeology.ethz.ch/news-and-events/events-and-seminars.html</a>				
<b>651-4144-00L</b>	<b>Introduction to Finite Element Modelling in Geosciences</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Balázs, A. De Montserrat Navarro</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to programming the Finite Element Method (FEM) in 1D and 2D.				

Lernziel	Topics covered include thermal diffusion, elasticity, Stokes flow, isoparametric elements, and code verification using the method of manufactured solutions. The focus is on hands-on programming, and you will learn how to write FEM codes starting with an empty MATLAB script.			
Inhalt	Course content includes brief derivation and implementation details for the Finite Element Method (FEM) for thermal diffusion, linear elasticity, and incompressible Stokes flow, using numerical quadrature and isoparametric elements. 1-dimensional examples are extended to 2 dimensions. Code verification is introduced, using the method of manufactured solutions. The focus is on hands-on programming; course exercises encourage development of a series of increasingly-complex codes, starting with an empty MATLAB script. A final project allows students flexibility to apply the method to an application of interest or to a standard problem.			
Skript	Note: proficient users of numerical Python are free to use that environment, instead of MATLAB. The script will be made available online.			
Literatur	There is no mandatory literature. Some recommended literature will be discussed and made available during the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of MATLAB (or self-sufficiency with numerical Python), linear algebra, and knowledge of programming the finite difference method.  The following courses are recommended before attending this course: 651-4241-00L Numerical Modelling I and II: Theory and Applications 651-4007-00L Continuum Mechanics 651-4003-00L Numerical Modelling of Rock Deformation			
<b>651-4904-00L</b>	<b>Digital Topography and Geomorphology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b> <b>Y. Wang</b>
Kurzbeschreibung	The abundance of data that describes the shape and the physical properties of the Earth's surface provides us with the opportunity to understand the interactions between the solid Earth, the biosphere and the atmosphere. It allows researchers to detect and quantify tectonic, climatic and geomorphic signatures preserved in the landscape.			
Lernziel	This course will teach the basic methods available through GIS tools, and spatially-based computations based on standard, publicly available data. We will also learn about conversions between standard formats, visualization methods, data extraction and standard geomorphic analyses.			
Inhalt	Topographic data, as well as satellite and aerial photography became widely available during the last decade and are now extremely common in virtually any field of Earth Sciences. This data allows researchers to detect and quantify tectonic, climatic and geomorphic signatures preserved in the landscape. This includes, but is not limited to, the topographic expression of active faults, different tectonic and climate forcings, and various geomorphic process regimes. During this half-semester course (first half-semester) students will learn how to analyze and interpret digital topographic data to improve understanding of how landscapes record tectonic and geomorphic processes through a series of case-studies and hands-on practicals.			
Literatur	No required textbook, but students will be expected to read primary literature (provided by lecturer) associated with each case-study prior to each class.			
Voraussetzungen / Besonderes	This course is a prerequisite for the course 651-4134-00L Tectonic Geomorphology.  The course will utilize both ArcGIS and Matlab software.			
<b>651-2001-00L</b>	<b>Semester Research Project (small) ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b> Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Small individual research project done by a student and supervised by a Professor/Dozent/Oberassistent of D-ERDW. The content of each project is unique and is defined by the supervisor. The project consists of research activity aimed at producing new scientific results and/or data. Short scientific report/paper is written by the student, which serves as a basis for project grading.			
Lernziel	- To learn logic, content and methodology of research aimed at producing new scientific results and/or data. - To familiarize with research procedures in a selected scientific area. - To obtain experience in writing scientific reports/papers.			
Inhalt	The content of each project is unique and not related to the BSc or MSc Thesis. This content is defined by the supervisor and discussed with the student, who agrees to take the project. The project should mainly consist of research activity aimed at producing new scientific results and/or data and cannot be limited to a literature work. Short scientific report is written by the student at the end of the project, which serves as a basis for the project grading.			
Voraussetzungen / Besonderes	Grading criteria for the Semester project is similar to these for an MSc project according to the assessment criteria of the MSc Project Proposal.  The Semester Research Project has a clear-defined scope of work that is not related to the BSc or MSc Thesis.			
<b>651-1091-00L</b>	<b>Colloquium Department Earth Sciences</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b> Referent/innen
Kurzbeschreibung	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Erdwissenschaften.			
Lernziel	Ausgewählte Themen zu Sedimentologie, Tektonik, Paläontologie, Geophysik, Mineralogie, Paläoklimatologie und Ingenieurgeologie mit regionalem und globalem Bezug.			
Inhalt	Nach jährlich wechselndem Programm.			
Skript	Nein			
Literatur	Nein			
<b>651-2600-01L</b>	<b>Geographie der Schweiz (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b> Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: GEO126</i>			
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>			
Kurzbeschreibung	Einführung in Geographie der Schweiz aus sozialwissenschaftlicher Perspektive.			
Lernziel	- Sie verstehen die sozialen, politischen und kulturellen Eigenheiten der Schweiz in ihrer räumlichen Ausprägung. - Sie haben einen Einblick in die räumliche Dynamik der Schweiz in Bezug auf Urbanisierung, Mobilität, Migration und kennen die Möglichkeiten und Grenzen einer planvollen Steuerung.			

Inhalt	Aus dem Inhalt: * Stadt-Land-Gegensatz, Urbanisierung * Kulturelle Spannungsfelder: Sprache, Konfession usw. * Regionale Disparitäten, Regionalismus * Nationale Identität, Schweiz in Europa * Föderalismus und Direktdemokratie * Mobilität und Migration * Segregation und Selbstselektion * Räumliche Entwicklung und Planung				
Literatur	Odermatt, André und Wachter, Daniel (2004): Schweiz eine moderne Geographie. 3. Auflage. NZZ-Verlag, Zürich. Fr. 52.-				
<b>651-2612-00L</b>	<b>Humangeographie II: Gesellschaftliche und natürliche W Ressourcen (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: GEO122</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Das Modul besteht aus zwei Lehrveranstaltungen: Humangeographie Teil 2 und Wirtschaftsgeographie Teil 1. Im Modul werden Grundlagen der Humangeographie und Wirtschaftsgeographie eingeführt bzw. vertieft. Theoretische Konzepte werden mit Beispielen illustriert und kontextualisiert.				
Lernziel	Sie kennen folgende sozialwissenschaftliche Perspektiven und ihre Bedeutung für die Humangeographie: - Postkoloniale Geographie: Liberalismus, Poststrukturalismus - Politische Ökonomie: Radical Geography, kritische Geographie - Handlungs- und Praxistheorien: Geographien alltäglicher Regionalisierung. Sie kennen folgende Prozesse und Konzepte und können diese anhand ausgewählter Beispiele zum Oberthema „gesellschaftliche und natürliche Ressourcen“ erläutern: - Naturzustand, Liberalismus, Vertragstheorie, Postkolonialismus, terra nullius, Landnahme, Geopolitik - Natur und Wirtschaft, Land Grabbing, Arbeitsbeziehungen, Fordismus, Neoliberalismus - Handlung, Praxis und Struktur, Landschaftswahrnehmung, Raumeignung, Regionalisierung				
<b>651-4121-00L</b>	<b>Fernerkundung und Geographische Informationswissenschaft II (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: GEO123</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden grundlegende Begriffe, Konzepte und Gesetzmässigkeiten, an welche die kartographischen Abbildungs- und Visualisierungsprozesse gebunden sind, vorgestellt.				
Inhalt	Behandelt werden v.a. Zweck und Eigenschaften der Karte als Modell der visuellen Kommunikation, die Umsetzung raumbezogener Information in die kartographische Symbolsprache, Karteninterpretation, Kartenprojektionen, thematische Kartographie und besondere Visualisierungsformen. Die Übungen ergänzen die zugehörige Vorlesung und werden auf Computern mit der Software ArcGIS Pro und ArcGIS Online durchgeführt. Sie konzentrieren sich auf zentrale Elemente der praktischen Herstellung von Karten wie graphische Variablen, Schriftplatzierung, kartographische Generalisierung, Entwurf und Ausführung mehrfarbiger Karten sowie Kartenkritik. Die Studierenden arbeiten einzeln und selbständig unter Begleitung von TutorInnen.				
<b>651-4088-02L</b>	<b>Physische Geographie II (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>1V+4U+2P</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: GEO121</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Vertiefte Grundlagen zu Klima, Hydrologie und Atmosphäre.				
Lernziel	Solide Grundkenntnisse in den Bereichen Atmosphäre und Klima sowie Hydrologie				
<b>651-4276-00L</b>	<b>Alpine Engineering Geological Excursions</b>	<b>W+</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>L. de Palézieux dit Falconnet</b>
	<i>Priority is given to D-ERDW students (Major in Engineering Geology). If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>				
	<i>No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a> only.</i>				
Kurzbeschreibung	This course includes 4 days of specialized engineering geologic excursions that are offered by the chair of engineering geology. Topics include visits to landslides and to ongoing construction and research sites (landslides, tunnels, hydropower systems, foundations, roads, waste disposal sites) in the Swiss and Italian Alps.				
Lernziel	Increase the amount of field exposure and field experience in alpine engineering geology.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only new excursions can be selected, that have not been taken in previous study years, or that are not included as compulsory excursions in other selected courses.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
<b>651-4240-00L</b>	<b>Geofluids</b>	<b>W+</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>X.-Z. Kong, T. Driesner</b>
Kurzbeschreibung	This course presents advanced topics of single/multiphase fluid flow, heat transfer, reactive transport, and geochemical reactions in the subsurface. Emphasis is on the understanding of the underlying governing equations of each physical and chemical process, and their relevance to applications, e.g., groundwater management, geothermal energy, CO2 storage, waste disposal, and oil/gas production.				

Lernziel	<p>This course presents the tools for understanding and modeling basic physical and chemical processes in the subsurface. In particular, it will focus on fluid flow, reactive transport, heat transfer, and fluid-rock interactions in a porous and/or fractured medium. The students will learn the underlying governing equations, followed by a demonstration of corresponding analytical or/and numerical solutions.</p> <p>By the end of the course, the student should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand, formulate, and derive the governing equations of fluid flow, heat transfer, and solute transport;</li> <li>2. Understand and apply the underlying physical and chemical processes to simplify and model practical subsurface problems;</li> <li>3. Solve simple flow problems affected by fluid density (induced by the solute concentration or temperature);</li> <li>4. Understand and be able to assess the uncertainties pertaining to the reactive transport processes;</li> <li>5. Assess simple coupled reactive transport problems.</li> </ol>
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introduction to the fundamental concepts of fluid flow in the subsurface</li> <li>2) Immiscible fluid flow in porous/fractured media</li> <li>3) Solute transport and heat transfer in subsurface</li> <li>4) Uncertainty estimation of solute transport properties</li> <li>5) Density-driven flow</li> <li>6) Reactive transport</li> <li>7) Fluid injection and production</li> <li>8) Fluid-rock interactions (non-mechanical) <ul style="list-style-type: none"> <li>(8a) mineral and gas solubility in brines</li> <li>(8b) mineral dissolution/precipitation</li> </ul> </li> </ol>
Literatur	<p>R. Allan Freeze and John A. Cherry. Groundwater. 1979.</p> <p>Steven E. Ingebritsen, Ward E. Sanford, and Christopher E. Neuzil. Groundwater in geologic processes. 2008.</p> <p>Vedat Batu. Applied flow and solute transport modelling in aquifers. 2006.</p> <p>Luigi Marini. Geological sequestration of carbon dioxide : thermodynamics, kinetics, and reaction path modeling. 2006.</p> <p>Jacob Bear. Dynamics of fluids in porous media. 1988.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss von 651-4023-00 Groundwater, 102-0455-00 Grundwasser I oder 651-4001-00 Geophysical Fluid Dynamics

<b>651-4164-00L</b>	<b>Introduction to Palaeontology (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Bucher</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p><i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i></p> <p><i>UZH Modulkürzel: BIO148</i></p> <p><i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i>  <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline/s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline/s.html</a></p>				
Lernziel	<p>By the end of this module students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- name approaches and analytical tools for identifying fossils species, inclusive of ontogeny and intraspecific variation</li> <li>- establish phylogenetic models</li> <li>- extract the time component embedded in the fossil record and biogeographic distributions</li> <li>- explore and describe ecological patterns and processes involved in the generation of species diversity from local (e.g. basin) to global scales at times scales of 104 years and higher up.</li> <li>- explain how changing environments shape phylogenies and diversity, and reciprocally how life modifies some physical and chemical parameters of the environment.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The reconstruction of macroevolutionary patterns in time and space is only accessible from the fossil record. Emphasis will be put on the nature and the structure of the whole range of relevant categories of data and on the methods utilized for their analyses (ontogenetic development and intraspecific variation, species identification, phylogeny, biochronology, community analysis, macroecology). The role of extreme physical and chemical stresses (e.g. abrupt climate changes, massive volcanism) in shaping evolutionary patterns will be addressed with examples derived from mass extinctions. The relations between patterns and processes at these different hierarchical levels will be discussed.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>A proactive participation of the students is fostered by critical reading and discussion of key-articles from the literature, by direct observation and analysis of fossil material, as well as by the practicing of quantitative analytical methods.</p>				

<b>651-4278-00L</b>	<b>Monitoring the Earth with Radars from Satellites ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Manconi, G. Dasser</b>
Kurzbeschreibung	<p>The course focuses on space-borne radar applications tailored to geosciences. Students will develop independently projects on real case-studies by leveraging open source data and software. Students' performance will be assessed by lecturers, peers and an external committee during a mini-conference. The course was developed in the Innovedum framework.</p>				
Lernziel	<p>The course aims at providing the tools to fully take advantage of space-borne radar data in geoscience applications. The course will offer the chance to learn a cutting-edge remote sensing technique and to independently apply the methods to real scenarios relevant for their future activities as scientists and/or practitioners.</p>				
Inhalt	<p>The activities of the course will show how to properly select and obtain radar datasets, process them according to the state-of-art algorithms, interpret the results, evaluate pros and cons on specific geological targets, and integrate the analysis of radar data with other survey and monitoring approaches. Moreover, practical exercises and field excursions are designed to pursue the "Learning by doing" concept.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This course requires a background in Earth Sciences, thus the priority is to MSc students of the D-ERDW. In the case the course attracts the attention of BSc, MSc, and PhD students from other ETH departments and/or other universities.</p> <p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		

<b>651-4108-00L</b>	<b>Applied Geothermobarometry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Galli</b>
---------------------	-----------------------------------	----------	-------------	-----------	-----------------



Kurzbeschreibung	This course aims to give a general introduction on the most important approaches concerning the estimates of pressure and temperature conditions in metamorphic terrains. In particular, pressure-temperature grids, conventional geothermobarometers and metamorphic phase diagrams (pseudosections) are introduced and used to reconstruct the pressure-temperature evolution for case study samples.				
Lernziel	This course provides an overview on the most used methods in modern geothermobarometry. Students will be introduced to estimates of metamorphic conditions in the field, to calculations of P and T using conventional geothermobarometers and to software for calculating phase equilibria and stable mineral assemblages with thermodynamic data. Advantages and disadvantages of each approach will be discussed with the objective that students will be able to infer the metamorphic evolution of a rock/terrain.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course partly replaces and combines the courses "Phase Petrology" and "Computational Techniques in Petrology" of Prof. L. Tajmanová.				
<b>651-3280-00L</b>	<b>Earth Science Excursions</b> <i>Only for MSc and doctorate students of D-ERDW.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>I. Stössel</b>
	<i>Eligible excursions are listed and can be registered on <a href="http://exkursionen.erdw.ethz.ch">http://exkursionen.erdw.ethz.ch</a>.</i>				
	<i>No registration through myStudies.</i>				
Kurzbeschreibung	Fortgeschrittene erdwissenschaftliche Exkursionen für Studierende mit speziellem Interesse an erdwissenschaftlicher Feldforschung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mit der Belegung akzeptieren die Studierenden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Exkursionen und Feldkurse des D-ERDW <a href="http://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?semkez=2018S&amp;ansicht=KATALOGDATEN&amp;lerneinheitid=120411&amp;lang=d">http://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?semkez=2018S&amp;ansicht=KATALOGDATEN&amp;lerneinheitid=120411&amp;lang=d</a>				
<b>651-3624-00L</b>	<b>Geology of the Alpine-Mediterranean Mountains and Basins</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>V. Picotti, W. Behr</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The course is aimed at students in the Earth Sciences interested in the Alpine belt, from surface processes to crustal motion to mantle dynamics. It conveys the essentials of Alpine-Mediterranean geology while bridging the gap between regional geology and modern, process-oriented geodynamic research.				
Lernziel	Based on a mix between class, field common and groups excursions and self-learning, the students will learn the main evolutionary steps that brought to the present Alpine orogeny, and will have first-hand experience of some of the main discussed topics by guiding a piece of the final excursion.				
Inhalt	First part as block course (after Easter), with lectures and practicals, and subdivision of topics and logistics for the final excursion. During spring-summer: preparation in pairs of the common excursion, with relevant literature and supervision from instructors. First week September: finalexcursion guided by students, with excursion guide.				
Skript	Notes and other material available on Moodle				
Literatur	Specific for any topic, will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	none				
<b>651-4001-02L</b>	<b>Advanced Geophysical Fluid Dynamics ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. A. R. Noir, F. Burmann</b>
Kurzbeschreibung	Fluid layers in planets are ubiquitous, either in the form of metallic cores, oceans or atmospheres. In this class we will go through the fundamentals of rotating and stratified fluids in a geophysical context, it includes convection and heat transfer, surface and internal waves, inertial rotating waves and modes and their stability.				
Lernziel	The objectives of this class will be to acquire the basics of stratified and rotating fluid dynamics, convection and heat transfer. The students will be exposed to the classical techniques of scaling analysis, dimensionless numbers, derivation of onsets of instabilities and comparison with experiment and geophysical data.				
Inhalt	-Introduction to rotating fluid dynamics: Geostrophic flows / inertial modes / inertial waves / Instabilities and turbulence -Introduction to stratified fluids: stratification, interface waves, internal gravity waves, breakdown of stratification -Introduction to thermal and compositional convection, with and without rotation. -Application to planets: Earth's core convection / Precession/nutations of the Earth's and Lunar core.				
Skript	available through the moodle page.				
Literatur	Michel Rieutord: Fluid dynamics, an introduction (basic) S. Chandrasekhar: Hydrodynamic and hydrodynamic stability H.P. Greenspan The theory of rotating fluid. K. Zhang: Theory and Modeling of Rotating Fluids.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some introduction to fluid dynamics, including Stokes flows, potential flows and the full Navier-Stokes equation. For instance the mandatory course : 651-4001-00 Geophysical Fluid Dynamics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>651-3426-00L</b>	<b>Chemo- and Biostratigraphy in Northern Switzerland ■ W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>		<b>H. Stoll</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The Chemo- and Biostratigraphy in marine carbonates in northern Switzerland is a 1-week course in which the students carry out an independent investigation describing and sampling sedimentary facies in the field (Liesberg- Basel), followed-up in the lab by learning different analytical techniques. The final goal is the reconstruction of environmental conditions and changes in the carbon cycle.				
Lernziel	The students will visit, describe and sample a Middle-Jurassic marine sedimentary section (Liesberg- Basel) (1 day), to follow-up working in the laboratory analysing the samples with different techniques (3 days). Students will learn to prepare and analyse samples for geochemical (organic and inorganic carbon), stable isotopes in bulk sediments, and microfossil (smear slides) analyses, and observation and identification of these microfossils under the microscope. Students will learn to use stable isotope stratigraphy and calcareous nannofossils biostratigraphy to develop a chronostratigraphic framework for that section, and to be able to interpret changes in the sedimentary history of the northern margin of Tethys during the Mid-Jurassic, and to understand and reconstruct changes in the carbon cycle. Students will be able to compare their results with other studies from literature to have a wider perspective of the climate evolution during that time-interval. The students will discuss and present the result of their investigation (1 day) and hand-in a final report.				
Inhalt	The following topics will be covered: marine carbonate sedimentation, facies analyses, Mesozoic stratigraphy, geological sampling, stable isotope and geochemical analyses, micropaleontology and biostratigraphy, carbon cycle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place during the semester Break (Week 23). Successful completion of the MSc-course "Sedimentology I" (651-4041-00L) or Sedimentology II (651-4043-00L).				

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>651-4110-00L</b>	<b>Computational Methods in Seismic Data Analysis and Imaging</b>	<b>W Dr</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>P. F. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	Mathematical methods play a fundamental role in seismic data analysis and imaging. The course covers mathematical tools regarding Fourier analysis, inverse problems, sparsity and low rank that are central themes in modern seismic data analysis and imaging. Implementation design and computational efficiency are aspects that are also covered.				
Lernziel	The students are expected to learn to deal with Fourier analysis on unequally spaced data, frequency estimation methods, Radon transforms, rank constraints and splitting methods of complex problems into smaller sub-problems. The students are expected to be able to implement algorithms within the area on their own during the course. Another objective is to be able to adapt and apply these methods to seismic data.				
Inhalt	6 (2 hour) lectures followed by 2h lab, Computer laboratory exercises every week.				
	Recap of linear algebra concepts. Duality, norms, eigenvalues and singular value decomposition The Radon transform The FFT and the unequally spaced FFT. Frequency estimation methods Data sparsity Low-rank methods The alternating direction method of multipliers Kirchhoff migration Reverse time migration The adjoint state method GPU programming model. CUDA kernels in C.				
	Computer laboratory exercises covering * The Radon transform and the unequally spaced FFT. Using GPU in MATLAB or Python. * Frequency estimation, data sparsity and the alternating method of multipliers. * Seismic migration.				
Voraussetzungen / Besonderes	Having attended "Numerical Modelling for Applied Geophysics" beneficial but not required.				
<b>651-4168-00L</b>	<b>CryoGeoEcology: Snow and Snow Cover Field Course W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>		<b>M. Schneebeli, L. Bröder, R. Dadic, M. H. Schroth</b>
	<i>Priority is given to ETHZ students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i>				
Kurzbeschreibung	In this field course, physical properties and exchange processes (methane, carbon dioxide) of snow and soil as determinants in high-altitude ecosystems are experimentally investigated. The students interpret the measurements and write a short research proposal based on the observations.				
Lernziel	- Introducing cryosphere ecosystems in interaction with the physical and chemical properties of snow. - Developing an appreciation for life under extreme conditions and its special adaptations. - Transforming results from small-scale studies to better understand global change phenomena - Understanding modern measurement for snow and soil-snow-microorganism interactions.				
Inhalt	The course consists of daily field- and laboratory work, with additional morning and evening lectures from specialists.				
	The snow structure plays a crucial role in energy exchange and habitability. We will use field methods (near-infrared photography), laboratory methods (X-ray tomography), and discrete sampling of snow impurities. Soils can act as sources or sinks of potent greenhouse gases (GHGs) such as carbon dioxide (CO <sub>2</sub> ) and methane (CH <sub>4</sub> ). However, microbial processes in soils and GHG exchange with the atmosphere are poorly understood for soils covered by a snowpack. In this field course, we will quantify the mass flux of CO <sub>2</sub> and CH <sub>4</sub> at the snow-atmosphere interface using flux chambers and compare the results with gas-profile measurements through the snowpack to the soil surface. We will use these data to determine the C and GHG balance for alpine soils under prevailing snowpack conditions. Microplastics are everywhere and one of the most widely distributed markers of the Anthropocene. Our snow sampling and filtering should reveal it. Microorganism live in the snow and are the reason for the reddening of the snow surface in spring, changing the albedo to a large degree, and by this, the snow melt.				
Voraussetzungen / Besonderes	This CryoGeoEcology course is the companion to the Field-Lab Courses: "Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" (651-4044-02 P) that extends into the "Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical" (651-4044-01L). The course "Snowcover: Physics and Modelling" (651-1504-00L) is a good preparation but not a prerequisite.				
	For the final excursion to the Jöriseen you have to be able to walk in alpine terrain for 5-6 hours.				
	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4157-00L</b>	<b>Past Droughts, Floods and Rainfall Variability</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Changes in rainfall may constitute one of the strongest impacts of anthropogenic climate changes in many regions. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in flood frequency, drought incidence, fire frequency, and changes in precipitation systems.				

Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to assess the variability and drivers of past changes in precipitation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.			
Inhalt	General Circulation models of climate continue to feature greater uncertainty in the simulation of precipitation than temperature. Is there evidence for past changes in mean and extreme precipitation, and its spatial distribution, which can elucidate important processes or help in the evaluation of model robustness? Does flood frequency show a systematic relationship with warmer or cooler or overall wetter climates? What factors condition the frequency and duration of droughts? To what extent is past fire frequency conditioned by droughts? What are the drivers of past changes in tropical and extratropical precipitation systems?			
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert	
<b>651-4157-02L</b>	<b>Impact and Drivers of Past Ocean Circulation Change</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b> <b>H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The potential for changes in the modern ocean thermohaline circulation remains a major uncertainty in projections of future anthropogenic climate impacts. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in AMOC intensity, the triggers and sensitivity of AMOC, and the feedbacks. We also explore the longer term evolution of the modern ocean circulation and its effect o			
Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to understand the past climate feedbacks involving ocean circulation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.			
Inhalt	The movie "The Day After Tomorrow" depicts dramatic climatic consequences of an abrupt reduction in the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). But, is there paleoclimate evidence to support large past variations in the AMOC and other ocean circulation? What are the observed triggers of past changes in AMOC? Is AMOC more easily disrupted under certain climate states? How globally widespread are the climatic impacts of changes in AMOC? How has the long term evolution of continent locations and ocean gateways influenced the system of ocean currents and their stability? Finally, how do changes in ocean circulation drive further climate feedbacks through processes such as ocean carbon storage or high latitude sea ice distribution?			
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert	
<b>651-2002-00L</b>	<b>Semester Research Project (large)</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b> <b>Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Small individual research project supervised by a lecturer of D-ERDW that builds on the skills acquired during the BSc or MSc studies. The project consists of research activity in a selected scientific topic aimed at producing new scientific results and/or data.			
Lernziel	Students deepen their knowledge in a specific topic. They familiarize with research procedures and scientific methods that are used in current research. They gain experience in writing scientific reports/papers.			
Inhalt	The content of the project consists of research activity aimed at producing new scientific results and/or data. It does not reduce to literature work.			
Voraussetzungen / Besonderes	The project must be approved in advance by the study advisor.  The semester research project is determined by student and supervisor. The topic of each project is unique and not related to the BSc or MSc Thesis.  Only one project (small or large) is allowed per study degree.			
<b>651-9002-00L</b>	<b>Bayesian Model Selection in Theory and Practice</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b> <b>A. Khan, Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	An inverse problem in geoscience can be viewed as a process of integrating data, physical law and geological a priori information. The unavoidable uncertainties in all these types of information call for a probabilistic treatment, but how do we choose the basic setup of the problem, such as the number of parameters, data uncertainty and a priori information in the parameter space?			
Lernziel	The aim of the course is to give the student insight into the difficulties and opportunities of advanced probabilistic inverse problems. The course will enable the successful student to - design a geophysical experiment aimed at acquiring maximum information about model parameters of interest - build reliable probability models for data uncertainties - analyze forward modeling uncertainties and evaluate their impact on solutions to the inverse problem - construct probabilistic a priori models - use samples from the posterior probability distribution to analyze solutions to the inverse problem			

Inhalt	<p>The course consists of 9 parts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction and examples</li> <li>2. Parameterization of physical systems. Information and probabilistic models.</li> <li>3. Data uncertainties. What do they mean, and how do we obtain them?</li> <li>4. Quantification of forward modeling errors. Are such errors important, and how can they be estimated?</li> <li>5. Construction of geological a priori models</li> <li>6. Classical Bayesian Inversion and the method of Tarantola and Valette</li> <li>7. Model selection 1: Occam's Razor. Trans-Dimensional Inversion</li> <li>8. Model selection 2: Hierarchical Bayes - Bayesian Inversion without priors in model and data space?</li> <li>9. Optimization of data acquisition</li> </ol> <p>- Extraction of information from samples of the posterior probability distribution</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be organised in the form of 9x2 hour lectures with 5-6 take-home exercises. The course will be either pass or fail based on performance in the take-home exercises.				
Kompetenzen	It is recommended that the course 'Inverse Theory I: Basics' has been completed.		Konzepte und Theorien	gefördert	
	Fachspezifische Kompetenzen		Verfahren und Technologien	gefördert	
<b>651-4908-00L</b>	<b>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>C. Magnabosco</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II focuses on unsupervised and probabilistic learning and does not require enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I (supervised learning focused) or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III (project focused).</i></p> <p>This class provides an introduction to machine learning concepts, techniques and algorithms and their applications in Earth and Planetary Sciences. The course will cover both the fundamentals and application of machine learning techniques for research. Emphasis will be placed on unsupervised and probabilistic methods and their use in Earth and Planetary Sciences.</p>				
Lernziel	<p>Students will learn the fundamentals of machine learning, data handling, data visualization and data analysis using python. A variety of unsupervised and probabilistic learning techniques will be introduced and applied throughout this course. In completing the course, students will learn how to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generate hypotheses from data.</li> <li>- Make predictions from data.</li> <li>- Evaluate a model's performance.</li> <li>- Apply machine learning techniques to their own research.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II begins on Week 5 of the spring semester and consists of 2 hours of interactive lectures per week. Exercises focused on data handling, implementation of machine learning methods and analysis are assigned each week and culminate with a course-wide data analysis competition.</p> <p>This course will cover a variety of machine learning topics used by Earth and Planetary scientists, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unsupervised learning (e.g. k-means clustering, PCA and t-SNE)</li> <li>- Semi-supervised learning</li> <li>- Ensemble learning methods (e.g. Random Forest)</li> <li>- Hidden Markov Models</li> <li>- Bayesian Inference</li> <li>- Applications of machine learning and artificial intelligence in Earth and Planetary Sciences</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I is not required for enrollment in this course. Pre-requisites include Mathematics I - IV or equivalent; Some experience with programming in either python, R, or MATLAB</p> <p>This course begins in Week 5 and focuses on unsupervised and probabilistic learning. It does not require enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I (supervised learning focused, taking place in weeks 1-4) or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III (project focused).</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>651-4908-01L</b>	<b>Machine Learning for Geobiology - Project</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>C. Magnabosco</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p>As a supplementary course to the lecture. The lecture provides an introduction to machine learning concepts, techniques and algorithms and their applications in Geobiology. The course will cover both the fundamentals and application of machine learning techniques for geobiological research.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Successful completion of 651-4908-00 Machine Learning for Geobiology (lecture)				
<b>651-4918-00L</b>	<b>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-A. Meier, L. Mizrahi</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I focuses on supervised learning and does not require enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II (unsupervised and probabilistic learning focused) or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III (project focused).</i></p>				

Kurzbeschreibung	This is a 4 week intensive, hands-on course on the basics of machine learning and neural networks. With numerous examples from across the geosciences we learn how to use supervised machine learning techniques to solve geoscience problems in a data driven way.
Lernziel	The core objective is to understand the logic behind neural network algorithms, and to learn how to use them to tackle your own research problems. This course should prepare you to employ supervised ML techniques e.g. for your BSc or MSc thesis project. You will learn how to use and handle large data sets of various kinds, including point measurements (e.g. ocean temperatures), time series (e.g. seismograms) and image data (e.g. maps). We will go through and develop a wide range of example problems, and learn how to apply different types of neural networks to solve scientific problems.
Inhalt	The class consists of 4 hours of interactive lectures per week, and 4 hours per week of partially supervised exercises. During the lectures we go through, and further develop, a series of jupyter notebooks. In the exercises you apply and modify the concepts learned in class to other, similar problems.  Brief introduction to python coding Single- and multi-parameter optimisation <ul style="list-style-type: none"> <li>● Grid search</li> <li>● Linear least squares</li> <li>● Non-linear least squares</li> </ul> Neural networks for regression and classification <ul style="list-style-type: none"> <li>● Theory</li> <li>● Model design</li> <li>● Model optimisation</li> <li>● Performance evaluation</li> <li>● Training and practical considerations</li> </ul> Convolutional neural networks Modern architectures overview and application in geosciences <ul style="list-style-type: none"> <li>● Recurrent neural networks</li> <li>● Variational Autoencoders</li> <li>● Generative and large language models</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematics I - IV or equivalent; prior experience in python programming is helpful but not required; no other formal prerequisites are required besides an interest in quantitative and computational methods.

Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I focuses on supervised learning and does not require enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II (unsupervised and probabilistic learning focused) or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III (project focused).

<b>651-4938-00L</b>	<b>Machine Learning for Earth and Planetary Sciences III W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>M.-A. Meier, C. Magnabosco</b>
	<i>Completion or parallel enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I and/or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II is required. Additionally, you will need to find a supervisor who provides a problem and data set and who accompanies you throughout the class.</i>			
Kurzbeschreibung	In this class you tackle an individual research problem by applying the machine learning methods you learned in Machine Learning for Earth and Planetary Science I and/or Machine Learning for Earth and Planetary Science II.			
Lernziel	For a geoscience problem of your choice, you identify the most suitable machine learning technique(s), and apply them to the problem. You optimise and fine tune and evaluate the model, in order to find the best possible performance for the problem at hand. From this experience, you learn the intricacies and the power of a particular data science method, and to solve a data driven problem in detail.			
Inhalt	After a kick-off meeting you work independently with your supervisor, and present your project with a poster or powerpoint presentation at the end of the class. You can ask questions and get advice at weekly office hours.			
Voraussetzungen / Besonderes	Completion or parallel enrollment in Machine Learning for Earth and Planetary Sciences I and/or Machine Learning for Earth and Planetary Sciences II is required. Additionally, you will need to find a supervisor who provides a problem and data set and who accompanies you throughout the class.			

<b>651-4160-00L</b>	<b>Field Trip Argentina</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>A. Galli</b>
Kurzbeschreibung	During this field trip students will investigate: i) tectono-metamorphic processes controlling the dynamics of high-grade migmatitic terrains; ii) magmatic processes characterizing a trans-lithospheric magmatic system formed in arc-setting, from the lower to the upper crust; iii) 500 Ma geodynamic evolution of the Gondwana and Laurentia continents.				
Lernziel	Starting from field observations at the outcrop scale in different areas of the Central Andes, students are able to understand prominent crustal processes, which govern the general evolution of the continental crust during a complete Wilson cycle.				
Skript	Handouts will be delivered during the field trip.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students registered for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/departement/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

<b>651-4912-00L</b>	<b>Planetary Habitability</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>P. Tackley, Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys current thinking on what features of planets are essential to their habitability through reading and discussing key papers. Each week we will examine one proposed habitability factor and read papers arguing for and against its importance. Students will present and lead discussion on the papers each week, synthesizing the main issues with the class.				
Lernziel	The goal of the course is to critically evaluate the factors or processes that have been proposed as being essential for planetary habitability. Students will learn to summarize and evaluate scientific papers, synthesize information and arguments presented across different papers, and present this information orally to the class. Over the course of the class students will develop their own understanding of planetary habitability and formulate new research directions that could further test hypotheses discussed in class.				

Inhalt	The course will focus on 6 key topics related to planetary habitability, one per week. Students will present important papers related to the weekly topic and lead a discussion. Week 1-What factors are important for habitability? Week 2-What are the Habitable Zone limits and how well can they be defined? Week 3-Are waterworlds habitable? Week 4-Is plate tectonics necessary for habitability? Week 5-Is a magnetic field necessary for habitability? Week 6-Are planets around M-dwarfs habitable?
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have a basic knowledge of planetary science.

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ERDW*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master Project Proposal

*Belegung im Frühjahrssemester nur mit Spezialbewilligung möglich.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4060-00L	<b>MSc Project Proposal</b> <i>Die einmalige Vorlesung über "Conduct as a Scientist" findet jeweils im HS statt und wird im Frühjahrssemester als Selbststudium angeboten. Informationen bei der Studienkoordination.</i>	W	10 KP	21A	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The main purpose of the Master Project Proposal is to help students organize ideas, material and objectives for their Master Thesis, and to begin development of communication skills. An integral part of the MSc Project Proposal is the lecture on Conduct as a Scientist.				
Lernziel	The main objectives of the Master Project Proposal are to demonstrate the following abilities: - to formulate a scientific question - to present scientific approach to solve the problem - to interpret, discuss and communicate scientific results in written form - to gain experience in writing a scientific proposal				
Voraussetzungen / Besonderes	Alle Studierenden, die das MSc Project Proposal schreiben, müssen die einmalige Vorlesung über wissenschaftliches Arbeiten im Herbstsemester besuchen.				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4062-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat; c. das MSc Project Proposal erfolgreich abgeschlossen hat.</i>	O	30 KP	64D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The Master Programme is concluded by means of a thesis and the subject of the thesis is defined in the MSc Project Proposal. The focus is in the major study area and will represent either an applied or fundamental research project. The Master's thesis is often written in the form of an internationally publishable paper.				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
406-0062-AAL	<b>Physics I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	5 KP	11R	A. Vaterlaus
Kurzbeschreibung	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i> Introduction to the concepts and tools in physics: mechanics of point-like and rigid bodies, elasticity theory, elements of hydrostatics and hydrodynamics, periodic motion and mechanical waves.				
Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve them. The student should acquire an overview over the basic concepts in mechanics.				
Inhalt	Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4  Chapters: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (without: 6-5, 6-6, 6-8), 7, 8 (without 8-9), 9, 10 (without 10-10), 11 (without 11-7), 13 (without 13-13, 13-14), 14 (without 14-6)				
Literatur	see "Content"  Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2002, 544 S., ca.: Fr. 68.-				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
<b>406-0243-AAL</b>	<b>Analysis I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b> <b>14 KP</b> <b>30R</b>	<b>M. Akveld</b> , weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Mathematical tools for the engineer		
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems. Basic mathematical knowledge for engineers.	Mathematical formulation of technical and scientific problems.	
Inhalt	Short introduction to mathematical logic. Complex numbers. Calculus for functions of one variable with applications. Simple types of ordinary differential equations. Simple Mathematical models in engineering.		
Literatur	Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics. Textbooks in English: - J. Stewart: Calculus, Cengage Learning, 2009, ISBN 978-0-538-73365-6 - J. Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole (e.g. Appendix G on complex numbers) - V. I. Smirnov: A course of higher mathematics. Vol. II. Advanced calculus - W. L. Briggs, L. Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education Textbooks in German: - M. Akveld, R. Sperb: Analysis I, vdf - M. Akveld, R. Sperb: Analysis II, vdf - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg Verlag - L. Papula: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag		
<b>529-2001-AAL</b>	<b>Chemistry I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b> <b>9 KP</b> <b>19R</b>	<b>J. Cvengros</b>
Kurzbeschreibung	General Chemistry I and II: Chemical bond and molecular structure, chemical thermodynamics, chemical equilibrium, kinetics, acids and bases, electrochemistry		
Lernziel	Introduction to general and inorganic chemistry. Basics of the composition and the change of the material world. Introduction to the thermodynamically controlled physico-chemical processes. Macroscopic phenomena and their explanation through atomic and molecular properties. Using the theories to solve qualitatively and quantitatively chemical and ecologically relevant problems.		
Inhalt	1. Stoichiometry  2. Atoms and Elements (Quantum Mechanical Model of the Atom)  3. Chemical Bonding  4. Thermodynamics  5. Chemical Kinetics  6. Chemical Equilibrium (Acids and Bases, Solubility Equilibria)  7. Electrochemistry		
Skript	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMISTRY The Central Science, Global Edition, Pearson, 2015.		
Literatur	Mortimer, Müller CHEMIE (deutsch) Housecroft and Constable, CHEMISTRY (englisch) Oxtoby, Gillis, Nachtrieb, MODERN CHEMISTRY (englisch)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>651-3050-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geophysics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b> <b>6 KP</b> <b>13R</b>	<b>J. A. R. Noir</b> , T. Gerya
<b>651-3070-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese</i>	<b>E-</b> <b>6 KP</b> <b>25R</b>	<b>V. Picotti</b> , W. Behr

Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.

Alle anderen Studierenden (u.a. auch  
Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.

<b>651-3400-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geochemistry</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>C. Liebske, T. Gerya, P. A. Sossi</b>
Kurzbeschreibung	Self-study course, the contents of which will be defined by consultation with the study advisor.				
Lernziel	Close knowledge gaps in geochemistry to fulfill the respective requirements for the earth science MSc programme.				
<b>651-3521-AAL</b>	<b>Tectonics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>T. Gerya, W. Behr</b>
Kurzbeschreibung	Verständnis der Rolle(n) der ozeanischen und kontinentalen Lithosphäre und ihrer verschiedenen Teile in der Geodynamik und Evolution der Erde. Grundlegende Kenntnisse über die Geothermik sowie deren Mess- und Modellierungsmethoden und der Rheologie des Mantels und der Lithosphäre.				
Lernziel	Verständnis der Rolle(n) der ozeanischen und kontinentalen Lithosphäre und ihrer verschiedenen Teile in der Geodynamik und Evolution der Erde. Grundlegende Kenntnisse über die Geothermik sowie deren Mess- und Modellierungsmethoden und der Rheologie des Mantels und der Lithosphäre.				
Inhalt	Konzept der Lithosphäre in der Plattentektonik; Physik, Chemismus und Rheologie von Kruste und oberstem Mantel; System von Entstehen und Vergehen der ozeanischen Lithosphäre und der davon separierten langsameren Entwicklung der Kontinente; ozeanische Lithosphäre: thermische und chemische Entwicklung, Auskühlung, mechanisches Verhalten; kontinentale Lithosphäre: thermische und chemische Entwicklung, mechanisches Verhalten; Wachsen eines Kontinentes am Beispiel der Lithosphäre von Europa; Subduktionszonen. Dieser Kurs enthält die Grundlagen der Rheologie und der Geothermie des Mantel-Lithosphäre-Krusten-Systems.				
Skript	Ausführliches Skriptum in digitaler Form und weitere Lernmodule ( <a href="http://www.lead.ethz.ch">www.lead.ethz.ch</a> ) auf dem intranet vorhanden.				
Literatur	siehe Skriptum				
Voraussetzungen / Besonderes	PPT-files für jede Doppelstunde können zur Nachbearbeitung auf <a href="http://www.lead.ethz.ch">www.lead.ethz.ch</a> eingesehen werden.				
<b>651-3051-AAL</b>	<b>Fundamentals in Geophysics I: Structure and evolution of the Earth</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>J. A. R. Noir, T. Gerya</b>
Kurzbeschreibung	The course is self taught and covers the following topics of fundamentals in geophysics: - Seismology - Tomography - Gravimetry - Geodesy - Paleomagnetism				
Lernziel	The course is an admission requirement given to students lacking fundamentals in geophysics related to the structure and evolution of the planet Earth. It will allow the student to acquire the necessary knowledge to pursue a Master in Geophysics, the student will learn the basics of seismology, tomography, gravimetry, geodesy and paleomagnetism and how these can be used to constrain the structure and evolution of the Earth.				
Inhalt	The course is based on the book "Fundamentals in Geophysics" 3rd edition by W. Lowrie available online from the ETH library. The list of chapters to read will be determined in an initial individual meeting with the student.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment ONLY for MSc students with an additional admission requirement.  Any other students (e.g. incoming exchange students, doctoral students) CANNOT enroll for this course unit.				
<b>651-3052-AAL</b>	<b>Fundamentals in Geophysics II: Dynamics of the Earth</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>J. A. R. Noir, T. Gerya</b>
Kurzbeschreibung	The course is self taught and covers the following topics of fundamentals in geophysics: - Mantle dynamics - Plate tectonics - Core dynamics - Earth's magnetic field - Earth's rotation				
Lernziel	The course is an admission requirement given to students lacking fundamentals in geophysics related to the structure and evolution of the planet Earth. It will allow the student to acquire the necessary knowledge to pursue a Master in Geophysics, the student will learn the basics of seismology, tomography, gravimetry, geodesy and paleomagnetism and how these can be used to constrain the structure and evolution of the Earth.				
Inhalt	The course is based on the book "Fundamentals in Geophysics" 3rd edition by W. Lowrie available online from the ETH library and from the Treatise of geophysics available online. The list of chapters to read will be determined in an initial individual meeting with the student.				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment ONLY for MSc students with an additional admission requirement.  Any other students (e.g. incoming exchange students, doctoral students) CANNOT enroll for this course unit.				
<b>651-3071-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geology I: Earth's Interior</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>V. Picotti, W. Behr</b>



*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch  
Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	The Planet Earth, its interior and the plate tectonics as unifying theory. The rock cycle and the minerals and rocks. Igneous, Metamorphic and Sedimentary rocks. Deformation and earthquakes. Exploration of the earth interior.
Lernziel	Understanding the Earth System and the multi-disciplinar approach to the Earth Sciences. Framing the various minerals and rocks into plate tectonics and the rock cycle. Discussing the main tools for exploring the earth interior and understanding the deformation of rocks at various depths. Earthquakes and volcanoes and associated danger.

Inhalt	<p>Chapters 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 and 11 of the Book: Understanding Earth (8th Edition, 2020), By John Grotzinger and Thomas Jordan.</p> <p><b>CH 1 THE EARTH SYSTEM</b>  The Scientific Method  Geology as a Science  Earth's Shape and Surface  Peeling the Onion: Discovery of a Layered Earth  Earth as a System of Interacting Components  An Overview of Geologic Time</p> <p><b>CH 2 PLATE TECTONICS: THE UNIFYING THEORY</b>  The Discovery of Plate Tectonics  The Plates and Their Boundaries  Rates and History of Plate Movements  The Grand Reconstruction  Mantle Convection: The Engine of Plate Tectonics  The Theory of Plate Tectonics and the Scientific Method</p> <p><b>CH 3 EARTH MATERIALS: MINERALS AND ROCKS</b>  What Are Minerals?  The Structure of Matter  The Formation of Minerals  Classes of Rock-Forming Minerals  Physical Properties of Minerals  What Are Rocks?  The Rock Cycle: Interactions Between the Plate Tectonic and Climate Systems  Concentrations of Valuable Mineral Resources</p> <p><b>CH 4 IGNEOUS ROCKS: SOLIDS FROM MELTS</b>  How Do Igneous Rocks Differ from One Another?  How Do Magmas Form?  Magmatic Differentiation  Forms of Igneous Intrusions  Igneous Processes and Plate Tectonics</p> <p><b>CH 5 VOLCANOES</b>  Volcanoes as Geosystems  Lavas and Other Volcanic Deposits  Eruptive Styles and Landforms  Interactions of Volcanoes with Other Geosystems  The Global Pattern of Volcanism  Volcanism and Human Affairs</p> <p><b>CH 6 SEDIMENTATION: ROCKS FORMED BY SURFACE PROCESSES</b>  Surface Processes of the Rock Cycle  Sedimentary Basins: The Sinks for Sediments  Sedimentary Environments  Sedimentary Structures  Burial and Diagenesis: From Sediment to Rock  Classification of Siliciclastic Sediments and Sedimentary Rocks  Classification of Chemical and Biological Sediments and Sedimentary Rocks</p> <p><b>CH 7 METAMORPHISM: ALTERATION OF ROCKS BY TEMPERATURE AND PRESSURE</b>  Causes of Metamorphism  Types of Metamorphism  Metamorphic Textures  Regional Metamorphism and Metamorphic Grade  Plate Tectonics and Metamorphism</p> <p><b>CH 8 DEFORMATION: MODIFICATION OF ROCKS BY FOLDING AND FRACTURING</b>  Plate Tectonic Forces  Mapping Geologic Structure  How Rocks Deform  Basic Deformation Structures  Styles of Continental Deformation  Unraveling Geologic History</p> <p><b>CH 10 EARTHQUAKES</b>  What Is an Earthquake?  How Do We Study Earthquakes?  Earthquakes and Patterns of Faulting  Earthquake Hazards and Risks  Can Earthquakes Be Predicted?</p> <p><b>CH 11 EXPLORING EARTH'S INTERIOR</b>  Exploring Earth's Interior with Seismic Waves  Layering and Composition of Earth's Interior  Earth's Internal Temperature  Visualizing Earth's Three-Dimensional Structure  Earth's Magnetic Field and the Geodynamo</p>
--------	--

---

<b>651-3072-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geology II: Surface of the Earth</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>V. Picotti, W. Behr</b>
---------------------	--	-----------	-------------	-----------	----------------------------

Kurzbeschreibung	The surface of the Planet Earth, main processes and formation of Sedimentary rocks in various environments. Time in Geology, stratigraphy and fossils, relative and absolute ages. Surface processes, water in the surface and subsurface, Ice and glaciers. Climate systems, Carbon cycle. Impact of human activities, anthropogenic climate change. Geobiology and early history of Planet Earth.
Lernziel	Understanding the processes and environments of Planet Earth. The peculiar way of reading the fossil record in Geology: understanding stratigraphy and time in the frame of the actual sedimentary environments. Mineral/life interactions and the impact of anthropic activities.

#### CH 6 SEDIMENTATION: ROCKS FORMED BY SURFACE PROCESSES

Surface Processes of the Rock Cycle  
Sedimentary Basins: The Sinks for Sediments  
Sedimentary Environments  
Sedimentary Structures  
Burial and Diagenesis: From Sediment to Rock  
Classification of Siliciclastic Sediments and Sedimentary Rocks  
Classification of Chemical and Biological Sediments and Sedimentary Rocks

#### CH 12 THE CLIMATE SYSTEM

What Is Climate?  
Components of the Climate System  
The Greenhouse Effect  
Climate Variation  
The Carbon Cycle

#### CH 13 CIVILIZATION AS A GLOBAL GEOSYSTEM

Growth and Impact of Civilization  
Fossil-Fuel Resources  
Alternative Energy Resources  
Our Energy Future

#### CH 14 ANTHROPOGENIC GLOBAL CHANGE

Rise of Carbon Dioxide in the Atmosphere: The Keeling Curve  
Types of Anthropogenic Global Change: Chemical, Physical, and Biological  
Climate Change  
Ocean Acidification  
Loss of Biodiversity  
Managing the Carbon Crisis

#### CH 15 GLACIERS: THE WORK OF ICE

Types of Glaciers  
How Glaciers Form  
How Glaciers Move  
Isostasy and Sea Level Change  
Glacial Landscapes  
Glacial Cycles and Climate Change

#### CH 16 EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDSCAPE DEVELOPMENT

Controls on Weathering  
Chemical Weathering  
Physical Weathering  
Soils: The Residue of Weathering  
Erosion and Formation of Stream Valleys  
Mass Wasting  
Classification of Mass Movements  
Geomorphology and Landscape Development

#### CH 17 THE HYDROLOGIC CYCLE AND GROUNDWATER

The Geologic Cycling of Water  
Hydrology and Climate  
The Hydrology of Groundwater  
Erosion by Groundwater  
Water Quality  
Water Deep in the Crust

#### CH 18 STREAM TRANSPORT: FROM MOUNTAINS TO OCEANS

The Form of Streams  
Where Do Channels Begin? How Running Water Erodes Soil and Rock  
How Currents Flow and Transport Sediment  
Deltas: The Mouths of Rivers  
Streams as Geosystems

#### CH 19 COASTLINES AND DESERTS

Coastal Processes  
The Shaping of Shorelines  
Hurricanes and Coastal Storm Surges  
Desert Processes  
Windblown Sand and Dust  
The Desert Environment  
Tectonic, Climatic, and Human Controls on Deserts

#### CH 20 EARLY HISTORY OF THE TERRESTRIAL PLANETS

Origin of the Solar System  
Early Earth: Formation of a Layered Planet  
Diversity of the Planets  
What's in a Face? The Age and Complexion of Planetary Surfaces  
Mars Rocks!  
Exploring the Solar System and Beyond

#### CH 22 GEOBIOLOGY: LIFE INTERACTS WITH EARTH

The Biosphere as a System  
Microorganisms: Nature's Tiny Chemists  
Geobiological Events in Earth's History  
Evolutionary Radiations and Mass Extinctions  
Astrobiology: The Search for Extraterrestrial Life

<b>651-3401-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geochemistry I: Chemistry of the Earth and the Solar System</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>C. Liebske, G. De Souza</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals of Geochemistry I is designed as self-study course for new MSc students who have gaps in geochemical education. The topics of this course are related to the chemistry of the Earth and the Solar System.				
Lernziel	Understanding of the fundamental concepts related to the chemistry of the Earth and the Solar System. Study material and specific content is provided as a Moodle course.				
Inhalt	1) Chemistry of the Earth <ul style="list-style-type: none"> <li>• structure of the Earth and chemical characteristics of its main units: crust, mantle, core</li> <li>• the silicate Earth: oceanic and continental crust, and major rock-forming minerals of crust and mantle</li> <li>• seismic discontinuities and mineral phase transitions</li> </ul> 2) Chemistry of the Solar System <ul style="list-style-type: none"> <li>• classification of the elements: atmophile, lithophile, chalcophile, siderophile; volatile, refractory</li> <li>• relation between composition of the solar photosphere and CI chondrites</li> <li>• relation between CI and other chondrites and Earth</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment ONLY for MSc students with an additional admission requirement.  Any other students (e.g. incoming exchange students, doctoral students) CANNOT enroll for this course unit.				
<b>651-3402-AAL</b>	<b>Fundamentals of Geochemistry II: Geochemical Systematics of the Earth's Interior</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>C. Liebske, G. De Souza</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals of Geochemistry II is designed as self-study course for new MSc students who have gaps in geochemical education. Topics are related to generation of magmas and their chemical and isotopic signatures.				
Lernziel	Understanding of the fundamental concepts related to the generation of magmas and their chemical and isotopic signatures. Study material and specific content is provided as a Moodle course.				
Inhalt	Generation of magmas and their chemical and isotopic signatures: <ul style="list-style-type: none"> <li>• partial melting and differentiation of magmas, element compatibility and the significance of trace elements</li> <li>• divergent plate boundaries, decompression melting and mid ocean ridge basalts</li> <li>• convergent plate boundaries, subduction and dehydration melting</li> <li>• intraplate volcanism, ocean island basalts</li> <li>• basics of isotope geochemistry, parent-daughter relations, e.g. Sm-Nd, W-Hf as example</li> <li>• geochemical mantle reservoirs and signatures of recycled crust</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Enrollment ONLY for MSc students with an additional admission requirement.  Any other students (e.g. incoming exchange students, doctoral students) CANNOT enroll for this course unit.				

#### Erdwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Fachdidaktik Mathematik Master

## ► Lehrangebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0238-01L	<b>Unterstützung und Diagnose von Wissenserwerbsprozessen (EW3) ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Fachs Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW3 absolvieren) sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang "Lehrdiplom für Maturitätsschulen" einzuschreiben.</i> <i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW1)".</i>	O	3 KP	3S	C. M. Thurn, S. Daguati
Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lernpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Wissenserwerbsprozessen im Unterricht.				
Lernziel	Die Hauptziele der Veranstaltung sind: (1) Sie kennen verschiedene Techniken des Formative Assessments und können diese inhalts- und situationsadäquat zur Aufdeckung von Misskonzepten anwenden. (2) Sie kennen verschiedene Unterstützungsmethoden und können diese inhalts- und situationsadäquat im Unterricht einsetzen. (3) Sie verfügen über ein Grundverständnis psychologischer Testtheorie und sind in der Lage, Tests angemessen zu gestalten und zu bewerten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### Fachdidaktik Mathematik Master - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Fachdidaktik Naturwissenschaften Master

## ► Erziehungswissenschaft (für alle Richtungen)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i> <i>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	W	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.  Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	W	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0238-01L	<b>Unterstützung und Diagnose von Wissenserwerbsprozessen (EW3) ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW3 absolvieren) sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang "Lehrdiplom für Maturitätsschulen" einzuschreiben.</i> <i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW1)".</i>	W	3 KP	3S	C. M. Thurn, S. Daguati
Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lernpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Wissenserwerbsprozessen im Unterricht.				
Lernziel	Die Hauptziele der Veranstaltung sind: (1) Sie kennen verschiedene Techniken des Formative Assessments und können diese inhalts- und situationsadäquat zur Aufdeckung von Misskonzepten anwenden. (2) Sie kennen verschiedene Unterstützungsmethoden und können diese inhalts- und situationsadäquat im Unterricht einsetzen. (3) Sie verfügen über ein Grundverständnis psychologischer Testtheorie und sind in der Lage, Tests angemessen zu gestalten und zu bewerten.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ► Richtung Biologie

### ►► Fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen

#### ►►► Fachwissenschaftliche Einführungsvorlesungen

*Auswahl der Fächer erfolgt nach Absprache mit dem Studiengangskoordinator/ der Studiengangskoordinatorin.*

#### ►►► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0787-00L	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	W	6 KP	2V+1U	A. J. Lomax
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				
551-0974-00L	<b>Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus: Biologische Konzepte ■</b>	W	4 KP	3G	H. Stocker, Y. Barral, K. Köhler
Kurzbeschreibung	Fachwissenschaftliche Aspekte der Biologie mit einem Schwerpunkt auf biologischen (Miss-)Konzepten werden unter dem Gesichtspunkt ihrer Vermittlung, ihrer historischen Entwicklung und ihrer Bedeutung für Fach, Individuum und Gesellschaft behandelt.				
Lernziel	Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sollen die Studierenden in der Lage sein - biologische Konzepte und Prinzipien sowie deren Zusammenhänge zu erklären - bestehende Misskonzepte zu erkennen und zu beheben - kontroverse Themen zu analysieren und sachlich zu begründen - auf hohem fachlichen Niveau Unterrichtseinheiten mit komplexem Lernstoff adressatengerecht vorzubereiten.				
Inhalt	Ausgewählte Themen der Biologie werden unter spezieller Berücksichtigung der Bedürfnisse von Lehrpersonen erarbeitet.  Das Modul setzt sich aus Vorlesung, Buchklub und einer Projektarbeit zusammen.				
Skript	Unterlagen werden online auf Moodle abgegeben.				
Literatur	Literatur und Literaturhinweise werden online auf Moodle abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus setzt sich aus drei Modulen zusammen (je 4 KP). Im Herbst- und im Frühjahrssemester werden je eine Vorlesung angeboten (HS: Evolution, FS: biologische Konzepte). Die Reihenfolge der Belegung ist frei. Zusätzlich ist das Modul "Innovativer Biologieunterricht am Gymnasium" zu absolvieren.  Leistungsnachweis während der ganzen Dauer des Moduls. Aktive Mitarbeit an der Lehrveranstaltung wird verlangt.  Die Fachwissenschaftliche Vertiefung in Biologie mit pädagogischem Fokus kann im Rahmen des Master-Studiengangs Biologie in Absprache mit dem zuständigen Fachberater der gewählten Vertiefung als eines der beiden vorgeschriebenen Forschungsprojekte angerechnet werden. In diesem Fall sind zusätzliche 3 KP in einer anderen Veranstaltung zu erwerben.  Bei Überbelegung genießen Studierende, die in den Studiengang Lehrdiplom für Maturitätsschulen eingeschrieben sind, Priorität.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

#### ►► Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0972-00L	<b>Fachdidaktik Biologie II ■</b> <i>Voraussetzung: Fachdidaktik Biologie I (551-0971-00L)</i>	W	4 KP	3G	P. Faller
Kurzbeschreibung	- Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen im Biologieunterricht (Planung, Durchführung, Auswertung und Berichten über Untersuchungen und Experimente). - Einsatz des Computers für die Arbeit der Lehrperson - Aufzeigen und Entwickeln exemplarischer Unterrichtsmöglichkeiten zu verschiedenen schulbiologischen Themenbereichen.				
Lernziel	Die Inhalte und Lernziele von FD I werden in FD II weiter vertieft und anhand wichtiger, biologischer Unterrichtsthemen exemplarisch konkret umgesetzt. Zusätzlich werden weiterführende Themen für die Studierenden als angehende Lehrpersonen aufgenommen und vertieft.				
Inhalt	- Vermittlung von Fertigkeiten (Kompetenzen) im Unterricht. - Exemplarische Unterrichtsbeispiele zu verschiedenen biologischen Themen. - Ausserschulische Lernorte, weitergehende Konzepte.				



Skript Wird laufend in der Vorlesung abgegeben.  
 Literatur Berck K.-H. und Graf D.; Biologiedidaktik (2018); Quelle & Meyer Verlag.  
 Gropengiesser, H., Harms, U. & Kattmann, U. (Hrsg.); Fachdidaktik Biologie (2023); Köln: Aulis

Voraussetzungen / Besonderes Für den Datenaustausch und als Diskussionsforum wird teams und die Polybox verwendet.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

► **Richtung Chemie**

►► **Fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen**

►►► **Fachwissenschaftliche Einführungsvorlesungen**

*Auswahl der Fächer erfolgt nach Absprache mit dem Studiengangskoordinator/ der Studiengangskoordinatorin.*

►►► **Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0961-00L	<b>Vertiefte Grundlagen der Chemie II für Lehrdiplom</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Togni, P. Steinegger, C. Thilgen</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte, vertieft behandelte Kapitel der allgemeinen Chemie: 1) Säuren, Supersäuren, Aciditätsfunktionen und unkonventionelle Lösungsmittel 2) Fullerene und gekrümmte polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe 3) Geschichte der Radioaktivität und moderne Radiochemie 4) Molekülgeometrie und Struktur				
Lernziel	Die Teilnehmenden erwerben in dieser Lehrveranstaltung ein erweitertes und vertieftes Wissen in ausgewählten Kapiteln der Chemie. Die Auswahl richtet sich zu einem wichtigen Teil danach, welche Teilaspekte der Chemie typischerweise an Gymnasien unterrichtet werden. Der Gewinn an einem breiteren Verständnis versetzt die Lehrpersonen in die Lage, die zu unterrichtenden Themen in einem grösseren, zum Teil unkonventionellen Zusammenhang zu verstehen und im Hinblick auf die Lehr- und Lernbarkeit kritisch zu verarbeiten. Ebenso werden Querbeziehungen zwischen den klassischen Unterdisziplinen der Chemie aufgezeigt, wie auch die Eigenart der Chemie als zentrale Naturwissenschaft.				
Inhalt	Die FV vermittelt primär grundlegende fachwissenschaftliche Kompetenzen. Fachdidaktische Aspekte oder gar konkrete Anstösse zur inhaltlichen Gestaltung des gymnasialen Unterrichts stellen eine mögliche, aber nicht zwingende Ergänzung dar. Thematische Schwerpunkte FV II Säuren, Supersäuren und nicht wässrige Medien: Von H3O+ über Aciditätsfunktionen zu ionischen Flüssigkeiten. Entdeckungsgeschichte der Fullerene, strukturelle Merkmale und Synthese von Fullerenen und schalenförmigen polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Grundzüge der Chemie von Fullerenen und Strukturen ausgewählter Derivate. Geschichte der Radioaktivität und moderne Radiochemie: Von der Entdeckung der Radioaktivität zur modernen Elementsynthese. Molekülgeometrie und Struktur: Das VSEPR Modell, ELF, hypervalente Verbindungen und ihre Anwendungen.				
	Lernform Vorlesung.				
Skript	Folien und ausgewählte Literatur werden via Moodle-Kurs zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Ausgewählte Artikel aus der Primärliteratur werden vorgestellt, kommentiert und zur Lektüre empfohlen.				
Voraussetzungen / Besonderes	FV I (gelesen im Herbstsemester) und FV II (gelesen im Frühjahrssemester) bauen nicht aufeinander auf. Die Reihenfolge der Belegung ist somit indifferent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Kommunikation Sensibilität für Vielfalt			geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

►► **Fachdidaktik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0952-00L	<b>Fachdidaktik Chemie II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>A. Baertsch</b>
	<i>Voraussetzung: Kann nur nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung Fachdidaktik Chemie I - 529-0950-00L - im Herbstsemester belegt werden.</i>				
	<i>Information für UZH Studierende: Die Fachdidaktik Chemie II kann nur an der ETH belegt</i>				

werden. Die Belegung des Moduls 090PCh2 ist an der UZH nicht möglich.  
 Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html>

Kurzbeschreibung	Einführung in den Chemie-Unterricht am Gymnasium unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Lehr- und Lernforschung
Lernziel	Die Studierenden verfügen über fachdidaktisches Grundwissen für den Chemieunterricht an einer Mittelschule. Sie können Lektionen entwerfen, Unterricht lernwirksam gestalten und reflektieren, Schülerinnen und Schüler aktiv in den Unterricht einbinden, anspruchsvolle Konzepte einfach erklären, Experimente für die Theorie nutzen, Unterricht im Labor durchführen und Prüfungen korrigieren.
Inhalt	Schwerpunkte im zweiten Studiensemester bilden die folgenden Themen: - Laborunterricht: Offene Fragestellungen und präzise Anleitungen - Hausaufgaben, Prüfungen und Noten - Der Alltagsbezug gibt dem Unterricht Bedeutung - Medien: Animationen, Filme, Wandtafel und Tablet - Stöchiometrie - Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse - Dynamisches Gleichgewicht - Säure/Base-Reaktionen - Redox-Reaktionen - Organische Chemie - Strukturauflklärung - Chiralität - Biochemie
Skript	Die Unterlagen sind auf der Plattform <a href="http://fdchemie.pbworks.com">http://fdchemie.pbworks.com</a> zugänglich
Literatur	E. Rossa: Chemie-Didaktik, Cornelsen Verlag, 2015 H.-D. Barke et al: Chemiedidaktik kompakt, Lernprozesse in Theorie und Praxis, Springer Verlag, 2. Auflage, 2015 H.-D. Barke: Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen, Springer Verlag, 2006 H.-J. Bader et al: Konkrete Fachdidaktik Chemie, Oldenbourg Verlag, 2002

## ► Richtung Physik

### ►► Fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen

#### ►►► Fachwissenschaftliche Einführungsvorlesungen

*Auswahl der Fächer erfolgt nach Absprache mit dem Studiengangskoordinator/ der Studiengangskoordinatorin.*

#### ►►► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0738-00L	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	W	10 KP	5G	M. Donegà
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	Topics include: - modern methods of statistical data analysis - probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods. - most examples are taken from particle physics.  Methodology: - lectures about the statistical topics; - common discussions of examples; - exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures; - all students perform statistical calculations on (their) computers; - students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments; - at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation; - all students are directly tutored by assistants in the classroom.				
Skript	- Copies of all lectures are available on the web-site of the course. - A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.				
Literatur	1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag . 2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552. 3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag. 4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowlege of nuclear and particle physics are prerequisites.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

402-0742-00L	<b>Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II)</b>	W	6 KP	2V+1U	P. Morf
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				

Lernziel	<p>Which Impacts do humans have on the planetary systems?          We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society.          Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions.          How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path?          What are the possible consequences?          Can we learn from historical collapse of societies?          Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability?          Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?</p>		
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>		
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>		
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture.</p> <p>In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>402-0368-13L</b>	<b>Extrasolar Planets</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. P. Quanz, C. Dorn, H. M. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces in detail some of the main observational methods for the detection and characterization of extra-solar planetary systems. It covers the physics of planets (in the solar system and in extra-solar systems) and provides some overview of the current state of this dynamic research field.				
Lernziel	The course gives an overview of the current state-of-the-art in exoplanet science and serves as basis for first research projects in the field of exoplanet systems and related topics.				
Inhalt	Content of the lecture EXTRASOLAR PLANETS <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planets in the astrophysical context</li> <li>2. Planets in the solar systems</li> <li>3. Detecting extra-solar planetary systems</li> <li>4. Properties of planetary systems and planets</li> <li>5. Planet formation</li> <li>6. Search for habitable planets and bio-signatures</li> </ol>				
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				

## ►► Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0909-00L	<b>Fachdidaktik Physik II: Motivierender und lernwirksamer Unterricht</b> ■ <i>Voraussetzung: Vorgängiger Besuch der Fachdidaktik Physik I: Spezielle Didaktik des Physikunterrichts (402-0910-00L, Dozent: M. Mohr).</i>	W	4 KP	3G	A. Lichtenberger

Kurzbeschreibung	Mittels Backward Design werden Unterrichtseinheiten für den Physikunterricht am Gymnasium nach fachdidaktischen Kriterien entwickelt und evaluiert.		
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema eine Unterrichtseinheit mittels Backward Design nach fachdidaktischen Kriterien zu erstellen und zu evaluieren. Dazu gehört, dass sie die zentralen Konzepte und essentiellen Fragen der Unterrichtsinhalte identifizieren und die angestrebte Wissensstruktur in einer Concept Map veranschaulichen können. Zur Beurteilung des Wissensstands der Schülerinnen und Schüler können sie passende Assessments entwickeln. In ihrer Unterrichtsvorbereitung berücksichtigen die Studierenden das Vorwissen und mögliche Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Sie sind in der Lage, motivierende und lernförderliche Lernaktivitäten zu gestalten und verschiedene Unterrichtsformen und -methoden zielführend und effektiv einzusetzen.		
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die Grundlagen zum Backward Design, wichtige Prinzipien des Lernens im Kontext der Physik (Formatives Assessment, Vorwissen und Lernschwierigkeiten, Motivation, Wissensstrukturierung, Peer-Lernen und Selbstregulierung) und eine Auswahl verschiedener Unterrichtsmethoden (z.B. Clickers, Hands-On-Experimente, POE-Experimente, Physlets, Whiteboarding) erarbeitet. Darauf aufbauend werden Unterrichtseinheiten zu vorgegebenen Themen der Physik für die Gymnasialstufe entwickelt und mittels Review- und Präsentationssequenzen evaluiert. Das Design und die Unterlagen zu diesen Unterrichtseinheiten werden in Portfolios festgehalten und erläutert.		
Skript	Unterlagen werden in der Veranstaltung abgegeben.		
Literatur	Auswahl: Kirchner, E., Girwidz, R., & Häussler, P. (2015). Physikdidaktik. Berlin: Springer. ISBN 978-3-642-41744-3. Greutmann, P., Saalbach, H., & Stern, E. (2020). Professionelles Handlungswissen für Lehrerinnen und Lehrer. Stuttgart: Kohlhammer. ISBN 978-3-17-031785-7 Wiggins, G. & McTighe, J. (2005). Understanding by Design. Alexandria, VA: ASCD. ISBN 1-4166-0035-3. Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). How Learning Works. San Francisco, CA: Jossey-Bass. ISBN 978-0-470-48410-4. Petty, G. (2009). Evidence-Based Teaching. Cheltenham: Nelson Thorens Ltd. ISBN 978-1-4085-0452-9. Furtak, E., M. (2009). Formative Assessment for Secondary Science Teachers. Thousand Oaks, CA: Corwin. ISBN 978-1-4129-7220-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Vorgängiger Besuch der Fachdidaktik Physik I: Spezielle Didaktik des Physikunterrichts (402-0910-00L, Dozent: M. Mohr).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert

**402-0904-00L**    **Berufspraktische Übungen: Das Experiment im Physikunterricht ■**    **W**    **2 KP**    **4G**    **M. Mohr, H. R. Deller, M. Lieberherr, C. Prim**  
*Beschränkte Teilnehmerzahl.*

*Voraussetzung: Abschluss von Fachdidaktik Physik I: Spezielle Didaktik des Physikunterrichts (402-0910-00L)*

*Schriftliche Anmeldung erforderlich an mamohr@ethz.ch. Teilnehmer werden in der Reihenfolge der Anmeldung berücksichtigt.*

Kurzbeschreibung	In diesem einwöchigen Blockkurs üben die Studierenden das Experimentieren auf gymnasialem Niveau. Die Studierenden rotieren dabei zwischen drei Kantonsschulen in der deutschsprachigen Schweiz.		
Lernziel	- Die Studierenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Experimentieren so, dass sie die grundlegenden Demonstrations- und Schüler-Experimente sachgerecht und erfolgreich in ihrem Unterricht einsetzen können. - Sie sind geneigt, den Schülerexperimenten einen wichtigen Stellenwert einzuräumen und kennen verschiedene Organisationsformen.		
Inhalt	Die Studierenden arbeiten in Zweiergruppen mit dem reichhaltigen Material einer Mittelschulsammlung unter den im Unterricht üblichen Bedingungen. Anhand geeigneter Demonstrationsexperimente entwickeln sie zunehmende Selbständigkeit im Auswählen des Materials, Aufbauen der Versuchsanordnungen und Vorführen vor den Kollegen/innen. Damit werden sie in die Lage versetzt, die experimentellen Anforderungen in den Übungs- und Praktikumslektionen zu bewältigen. In einer Werkstatt mit verschiedenen Posten zu Schülerexperimenten lernen sie Schülermaterial, Arbeitsformen, Aufgabenstellungen und die Problematik der Notengebung kennen. Sie erhalten Anregungen zu einfachen Freihandexperimenten, zur Astronomie und Themen der modernen Physik. Sie arbeiten mit Simulationsprogrammen für Physik.		
Skript	Unterlagen werden zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Beschränkte Platzzahl.		

## ► Naturwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-3002-00L</b>	<b>Dynamische Erde II</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>I. Stössel, S. Willett, A. Fichtner, G. Haug</b>
Kurzbeschreibung	Prozesse der Erdoberfläche: Klima, Wasserkreislauf, Verwitterung und Erosion, Transport, Sedimentation. Gesteinsdeformation. Geochronologie, Stratigraphie und Erdgeschichte.				
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen in allen Gebieten der Erdwissenschaften. Praktische Erarbeitung, Vertiefung und Diskussion des Inhalts der Vorlesung Dynamische Erde II.				
Inhalt	Prozesse der Erdoberfläche: Klima, Wasserkreislauf, Verwitterung und Erosion, Transport, Sedimentation. Gesteinsdeformation. Geochronologie, Stratigraphie und Erdgeschichte.				

Literatur	Grotzinger, J., Jordan, T., 2017, Press/Siever Allgemeine Geologie. 7. Auflage, Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-48342-8">https://doi.org/10.1007/978-3-662-48342-8</a> Grotzinger, J., Jordan, T.H., 2020, Understanding Earth, Macmillan Learning, 8th Ed.
Voraussetzungen / Besonderes	Uebungen und Kurzexkursionen in Kleingruppen (10-15 Studenten), welche parallel zu den Themen der Vorlesung laufen, und von Hilfsassistenten geleitet werden. Anhand von angewandten Fragestellungen und Fallstudien werden konkrete Beispiele erdwissenschaftlicher Themen diskutiert. Beschreibung und Interpretation der wichtigsten Gesteine in Handstücken. Verschiedene Kurzexkursionen in die Region Zürich erlauben das direkte Erfahren erdwissenschaftlicher Prozesse (z. Bsp. Oberflächenprozesse) und das Erkennen von erdwissenschaftlichen Fragestellungen und Lösungen in der heutigen Gesellschaft (z. Bsp. Bausteine, Wasser). Das Arbeiten in Kleingruppen ermöglicht auch die Diskussion und das Erarbeiten aktueller erdwissenschaftlicher Themen.

<b>651-3078-00L</b>	<b>Geologie der Schweiz</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Stössel</b>
Kurzbeschreibung	- Die Landschaft Schweiz und ihre geologische Geschichte - Alpen und Juragebirge: Archive einer Ozeangeschichte - Von der Plattentektonik zur Gebirgsbildung - Landschaftsbildende Prozesse				
Lernziel	- Verständnis wichtiger erdwissenschaftlicher Informationsquellen sowie geologischer Prozesse mit Relevanz für die Interpretation des geologischen Untergrunds der Schweiz. - Geschichte der in der Schweiz sichtbaren Gesteinsabfolgen von deren Bildung bis zum Anschnitt an der Erdoberfläche. - Überblick zur geologisch-tektonischen Entwicklung der Alpen und des weiteren Umfelds der Schweiz. - oberflächenbildende Prozesse und Landschaftsgeschichte.				
Inhalt	Erdplatten - Alpine Gebirge; Geologie der Schweiz im Überblick; tektonische Grosseinheiten und deren Charakteristika; geologische Geschichte von Gesteinen in der Schweiz (Grundgebirge, Karbon/Perm, Trias, Jura, Kreide, Känozoikum); Alpenbildung: Subduktion - Kollision - Deckenbildung; das nordalpine Vorlandbecken; Grabenbildungen im alpinen Umfeld; Hebung der Alpen und Jurafaltung; Eiszeiten und Landschaftsentwicklung				
Skript	Beilagen (Moodle) zur Geologie der Schweiz				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: 651-3001-00 Dynamische Erde I				

#### Fachdidaktik Naturwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften (Allgemeine Fächer)

## ► Weiteres Angebot (keine SiP-Kurse)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0371-00L	<b>Coaching Students</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	Z	1 KP	1S	
Kurzbeschreibung	The course "Coaching Students" enhances Student Teaching Assistants and other participants in their roles as student coaches, acquiring basic knowledge about coaching methodology and the mindset of a coach. The course is focusing on participants that are coaching student groups or teams or individuals with open tasks without model solution, where nondirective support plays an important role.				
Lernziel	In this course Student Teaching Assistants will ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basics of coaching and the role as student coaches.</li> <li>• develop the mindset of a coach and reflect on their attitude towards guiding student learning processes.</li> <li>• acquire coaching skills and build knowledge and know-how about coaching methods.</li> <li>• design the coaching session and feel confident to use coaching methods.</li> <li>• give and get feedback from peers and self-reflect on their coaching practice.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The course starts with a Kick-off meeting in the first lesson to provide an overview of the role as student coach and the course in general. Participation in the Kick-off is essential, since during this session the groups are formed in which the students will work throughout the semester.</p> <p>The further 5 live sessions will provide a range of relevant topics for developing coaching competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview about coaching: Based on this, participants reflect on their role as student coaches in order to develop the mindset of a coach,</li> <li>• Introduction into coaching methodology,</li> <li>• Coaching skills training: active listening, asking questions and giving/getting feedback.</li> </ul> <p>During the last live session, course participants will be able to apply their knowledge and the coaching skills learned during the course in a role play.</p> <p>Further, the course also consists of an online part. The online part offers a short theoretical overview of each live session and the possibility to conduct a learning journal.</p> <p>Dates for the live sessions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kick-off (mandatory): 5th of March, 16-18</li> <li>- live session 2: 12th of March, 16-18</li> <li>- live session 3: 19th of March, 16-18</li> <li>- live session 4: 26th of March, 16-18</li> <li>- live session 5: 9th of April, 16-18</li> <li>- final session (mandatory): 16th of April, 16-18</li> </ul>				
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
851-0370-00L	<b>Didactic Basics for Student Teaching Assistants</b>	Z	1 KP	1S	M. Lehner, B. Volk, Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The course "Didactic Basics for Student Teaching Assistants" enhance Student Teaching Assistants (Student TAs) to develop knowledge, capability and confidence to effectively plan and teach courses and exercises. Participants get trained to think critically about students' learning and create learning situations in which students are actively engaged.				
Lernziel	In this course Student Teaching Assistants will ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• reflect on their approach to teaching as well as their attitude towards teaching.</li> <li>• understand the basics of teaching and learning in the context of their subject.</li> <li>• consciously design the introduction of their course as well as the introduction of single teaching units.</li> <li>• apply classroom assessment techniques as formative assessments to measure the current status of their students.</li> <li>• develop a didactic concept according to the learning objectives.</li> <li>• conduct interactive sequences as learning activities.</li> <li>• give and get feedback from peers and self-reflect on their teaching practice.</li> <li>• feel confident to use methods for active learning scenarios in their classes.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The online phase with 4 chapters will provide a range of relevant topics for developing the teaching competence of Student Teaching Assistants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chapter 1 presents an overview about how learning works. Based on these fundamentals of learning participants reflect on their role as Student TAs to feel comfortable in their new role as a teacher.</li> <li>• In chapter 2 Student TAs start planning an own lesson by introducing a class and locate it in the larger topic (methods: portal and informative introduction).</li> <li>• In chapter 3 Student TAs learn to plan learning activities in order to activate students (active learning methods).</li> <li>• Chapter 4 is about giving and also getting feedback. The participants integrate this topic also in their lesson plan.</li> </ul> <p>While working through the four chapters, Student TAs have the chance to reflect, exchange ideas with peers and plan their own teaching accordingly so that they feel confident in their role.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Self-paced online course in Moodle				
	Consolidation Workshops will take place on the beginning of April. You can choose between workshops online (11th of April 24) or in presence (12th of April 24). You only need to attend one workshop (online or in presence).				

Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>851-0372-00L</b>	<b>Ready, Set, Go!</b> <i>This course is open to student teaching assistants (students with teaching duties in exercises, practicals etc.) from all departments and chairs.</i>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>			<b>K. Brown, B. Volk</b>
Kurzbeschreibung	This is an online course that participants can work through at their own pace. The course is in English and takes about 6 hours to complete. Participants who successfully complete the quiz in the course will receive a verification of completion.					
Lernziel	- Reflecting on your teaching role  - Finding out about your students  - Introducing your course and class  - Planning student engagement					
Voraussetzungen / Besonderes	REQUIREMENT: teaching duties in the current semester					
<b>851-0373-00L</b>	<b>Learning to Teach ■</b> <i>This programme is designed for ETH Doctoral Teaching Assistants with current teaching responsibilities.</i>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>2U</b>		<b>M. Lehner, B. Volk, Noch nicht bekannt</b>
Kurzbeschreibung	This course imparts a variety of teaching skills which will help Doctoral Teaching Assistants with their teaching tasks.					
Lernziel	- Basics of student learning processes  - Active student engagement  - Assessing students' progress					
Inhalt	Three live sessions: Kick-Off (mandatory, online): 1 March 2024, 11:30-13:00.  Consolidation Workshop (mandatory, in person - on site): Friday, 19th of April, one workshop in the morning 9:15-12:00 or workshop in the afternoon from 13:15-16:00. For those participants who cannot attend in person on the 16th of April: We offer an online alternative on the 17th of April from 09:15-12:00. You need to register for one of the workshops in Moodle (during the semester).  You will work in groups and by your own.					
Voraussetzungen / Besonderes	This programme is designed for ETH Doctoral Teaching Assistants with current teaching responsibilities (exercises, excursions, supervision of practicals, lectures, etc.) or those who will assume teaching tasks in the semester following the programme. No previous teacher training is required.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>851-0000-01L</b>	<b>Research Data Management Summer School</b> <i>"Number of participants limited to 27.</i>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>4S</b>		<b>J. Dederke, F. Schmid</b>
	<i>Only for Doctoral Students and Postdocs of the ETH Domain.</i>					
	<i>To complete the registration, participants have to register in myStudies as well as via the ETH Event Services. The registration link will be available from 15 January 2024 on the Summer School web-page: <a href="https://library.ethz.ch/en/news-and-courses/events/eth-research-data-management-summer-school-2024.html">https://library.ethz.ch/en/news-and-courses/events/eth-research-data-management-summer-school-2024.html</a></i>					
Kurzbeschreibung	Research Data Management (RDM) is vital for researchers to ensure the proper organisation of research data along the entire life cycle from creation to preservation, incl. their sharing as Open Data (FAIR Data). This ETH Summer School provides an extensive overview on RDM, its principles, its practical implications and on useful tools for early career scientists (Doctoral students and Postdocs).					

Lernziel	Students are able to												
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. explain in detail the basic concepts and components of research data management along the research data life cycle in a national and international context. They understand both, their responsibility as individual scientists and their potential future role as early career heads of research groups.</li> <li>1.1 follow the principles of good scientific practice with respect to data management in general and the content of the ETH Guideline for Research Integrity and the Compliance Guide, in particular.</li> <li>1.2 define and apply the FAIR Data Principles.</li> <li>1.3 critically evaluate and improve their own Research Data Management (RDM) within their current and in future research projects.</li> <li>1.4 introduce future students and staff to RDM and motivate them to consider it as an integral part of their research.</li> <li>2. fulfil current requirements regarding RDM and Data Management Plans (DMPs) by research funders (i.e., Open Research Data Policy by the SNSF, Rules on Open Access to Research Data in Horizon Europe) in their own research.</li> <li>3. understand the basics of a DMP and are able to develop DMPs compliant with requirements of a research funder.</li> <li>4. survey the challenges of Active Research Data Management (ARDM) and are able to properly annotate (metadata), store and back-up research data with appropriate tools for future reuse.</li> <li>5. critically evaluate and use tools for data sharing and other repositories, including RDM services at ETH Zurich (e.g., ETH Research Data Hub, ETH Research Collection) and international repositories.</li> <li>5.1 identify appropriate Creative Commons Licenses for their needs.</li> <li>5.2 assess challenges and benefits of Open Access to publications and derive informed decisions on where to publish.</li> <li>6. understand the challenges of long-term preservation and derive measures to prepare data accordingly.</li> </ol>												
Kompetenzen	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 30%;">Verfahren und Technologien</td> <td style="width: 20%;">gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		Problemlösung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert											
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert											
	Problemlösung	gefördert											
Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert											

### ► Militärwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0080-00L</b>	<b>Militärgeschichte II</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Olsansky, A. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung thematisiert die Strukturprobleme und den Entwicklungspfad der Schweizer Armee seit der Adaption der napoleonischen Kriegführung im Jahre 1804. Dabei werden alle Generalmobilmachungen und Armeereformen des 20. Jahrhunderts und die damit verbundenen inner- und aussermilitärischen Richtungstreite behandelt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Adaptionen der Schweizer Armee an die Militärrevolutionen der Neuzeit kennen und kommentieren können;</li> <li>- Die dauerhaften Problemlagen der Entwicklung der Schweizer Armee erfassen können;</li> <li>- Die Aufgebote der Schweizer Armee im 19. und 20. Jahrhundert kennen und problematisieren können.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Insgesamt geht es darum, die Entwicklung der Schweizer Armee im gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, technologischen und politischen Umfeld von 1804 bis 2004 nachzuvollziehen. Dabei wird die schweizerische Entwicklung in Relation gesetzt mit den allgemeinen Errungenschaften der Militärrevolutionen I-VI.</p> <p>Im Besonderen werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Mobilmachungen und Planungen des operativen Einsatzes der Schweizer Armee 1847, 1856, 1914-1918, 1939-1945.</li> <li>- Die Auseinandersetzungen um die Gesamtkonzeption und um die operative Doktrin 1945-2004</li> <li>- Die Armeereformen 1945-2004</li> </ul>				
Literatur	Jaun, Rudolf: Geschichte der Schweizer Armee. Vom 17. Jahrhundert bis in die Gegenwart. Zürich 2019				
Voraussetzungen / Besonderes	Baut auf Vorlesung 853-0063-00L Militärgeschichte I auf.				
<b>853-0040-00L</b>	<b>Militärpsychologie und -pädagogik II</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Annen</b>
Kurzbeschreibung	Aufbauend auf dem Stoff des ersten Semesters auf psychologische und pädagogische Aspekte in der Ausbildung, Erziehung und Führung im militärischen Alltag sensibilisieren. Die Gefahren des Ausnützens von Macht aufzeigen und Konsequenzen für die Praxis ableiten. Das Phänomen Stress und dessen Bedeutung für die Auftragserfüllung kennen lernen.				
Lernziel	<p>Die verschiedenen Stressmodelle sowie Stressbewältigungsmöglichkeiten kennen.</p> <p>Die Symptome von Überforderungsreaktionen benennen können sowie einen Überblick über die gängigen Präventions- und Behandlungsmethoden von CSR und PTSD erhalten.</p> <p>Die psychologischen Bedingungsfaktoren von Macht- und Autoritätsmissbrauch kennen und Konsequenzen für deren Eindämmung im militärischen Praxisalltag ableiten.</p>				
Inhalt	<p>Grundsätzlich sollen die Teilnehmer/innen auf psychologische und pädagogische Aspekte in der Ausbildung, Erziehung und Führung im militärischen Alltag sensibilisiert werden. Aufbauend auf den im ersten Semester behandelten Themen und vor dem Hintergrund der psychologischen Grundlagenforschung werden spezifisch militärische Aspekte behandelt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf das Phänomen "Stress" gerichtet. Mit der Frage, auf welche Weise und mit welchen Instrumenten sich das erworbene Wissen in die Praxis umsetzen lässt, wird auch der pädagogischen Perspektive ausreichend Beachtung geschenkt.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stress</li> <li>- Denk- und Entscheidungsprozesse unter Stress</li> <li>- Psychische Kampfreaktionen und traumatischer Stress</li> <li>- Resilienz</li> <li>- Umgehen mit Macht und Autorität</li> <li>- Werte - Normen - Ziele</li> <li>- Der militärische Führer als Psychologe und Pädagoge</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annen, H., Steiger, R. &amp; Zwygart, U.: Gemeinsam zum Ziel, Huber, Frauenfeld 2004</li> <li>- Stadelmann, J.: Führung unter Belastung, Huber, Frauenfeld 1998</li> </ul> <p>Die Vorlesung wird durch eine virtuelle Lernumgebung unterstützt. Dort sind auch die relevanten Dokumente (Folien und Texte und die oben erwähnten Bücher) sowie Angaben zur weiterführenden Literatur greifbar</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Problemlösung Menschenführung und Verantwortung Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>853-0057-02L</b>	<b>Strategische Studien II (ohne Übungswoche)</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Berni, M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	Die SiP-akkreditierte Vorlesung behandelt wirkungsmächtige Theorien der strategischen Studien von der Antike bis in die Gegenwart unter spezieller Berücksichtigung des zeitbezogenen Kontexts und des jeweiligen Standes der Militärtechnik.				
Lernziel	Die Teilnehmer wissen, wie sich das Verständnis von Strategie über die Zeit verändert hat. Sie verstehen das Wechselspiel zwischen den drei Grundkomponenten von Strategie (Ziele, Mittel/Kräfte, Methoden). Sie kennen die wichtigsten, "klassischen" strategischen Konzeptionen und Kriegstheorien und können sie in ihren spezifischen zeitbezogenen Kontext einordnen und mit dem jeweiligen Stand der Militärtechnik in Beziehung setzen. Sie sind sich - aufgrund der Betrachtung ausgewählter Beispiele aus der Geschichte und Zeitgeschichte - des Spannungsfeldes zwischen der Formulierung (Deklaration) und Anwendung (Implementierung) von Strategien bewusst. Sie können Originaltexte und moderne Fachpublikationen auf dem Gebiet der Strategischen Studien kritisch hinterfragen.				
Inhalt	Die zweisemestrige Vorlesung behandelt klassische Texte der strategische Studien von der Antike bis zur Gegenwart. Im ersten Semester werden Theorien bis ca. 1900 behandelt, im zweiten Semester die Theorien seither. Als "klassisch" werden jene Theorien verstanden, die in ihrer Zeit herausragend waren und eine wesentliche Nachwirkung erzielten, sei es in Form literarischer und wissenschaftlicher Rezeption oder als Handlungsanleitung zur Kriegführung. Bei jeder der insgesamt ca. 50 Theorien wird der jeweilige zeitbezogene Kontext ihrer Entstehung beleuchtet, gefolgt von einer Vorstellung ihrer Kernelemente und der Erörterung ihrer Wirkungsgeschichte.				
Skript	Vorgängig zu den einzelnen Stunden werden der betreffende Foliensatz sowie Quellentexte und Literatur (als Vorbereitungslektüre) zur Vorlesung via Moodle zur Verfügung gestellt. Das Programm ist auch online verfügbar ( <a href="http://www.milak.ch">www.milak.ch</a> ).				
Literatur	Peter Paret (Hg.), Makers of Modern Strategy. From Machiavelli to the Nuclear Age, Princeton 1986  Elinor C. Sloan, Modern Military Strategy. An Introduction, Oxon/New York 2012  Lawrence Freedman, Strategy. A History, New York 2013  John Baylis, James J. Wirtz, and Colin S. Gray (Hg.), Strategy in the Contemporary World. An Introduction to Strategic Studies, New York 2018				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Passives Verständnis des Englischen und Französischen sind erforderlich.				
<b>853-0051-01L</b>	<b>Militärsoziologie II (ohne Übungswoche)</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Szvircsev Tresch, S. De Rosa, T. Ferst</b>
Kurzbeschreibung	Thematisierung der zivil-militärischen Beziehungen und der demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Aufzeigen der Veränderungen europäischer Streitkräftenstrukturen (Technisierung, gesellschaftliche und geostrategische Veränderungen). Betrachtung der Milizfähigkeit von Gesellschaft und Militär in der Schweiz.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Entwicklung der Wehrstrukturen in Europa aufgrund gesellschaftlicher, technologischer, ökonomischer und geostrategischer Veränderungen kennen und die damit verbundenen Folgen nennen können;</li> <li>die Vor- und Nachteile verschiedener Wehrsysteme aufzeigen können;</li> <li>die Grundprinzipien der demokratischen Kontrolle von Streitkräften kennen;</li> <li>die Begriffe Wehrpflicht und Miliz definieren können und auch die in der Bundesverfassung dazu genannten Artikel kennen;</li> <li>die Milizfähigkeit der Schweizer Armee aufgrund technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen kritisch hinterfragen können;</li> <li>die drei unterschiedlichen Zusammenarbeitsformen in internationalen militärischen Einsätzen beschreiben können;</li> <li>forschungstechnische Fragen anhand eigener Forschungsresultate / bzw. -projekte der Dozentur Militärsoziologie diskutieren.</li> </ul>				
Inhalt	Die Vorlesung "Militärsoziologie II" beschäftigt sich eingehend mit der Frage, warum sich Gesellschaften gegen äussere Bedrohungen verteidigen. Die Vorlesung analysiert die "alten" und "neuen" Kriege, zeigt das zivil-militärische Spannungsverhältnis auf und untersucht den Einfluss der zivil-demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Zudem gibt sie einen Überblick über die aktuellen Transformationen europäischer Streitkräfte (technologisch, gesellschaftlich, ökonomisch und geostrategisch) und deren Einfluss auf die Akzeptanz und Legitimation des Militärs in westlichen Gesellschaften. Dies führt zur Frage der Rekrutierung und Alimentierung von Streitkräften und den gesellschaftlichen Bedürfnissen nach alternativen Modellen der zivil-gesellschaftlichen Beteiligung der Bevölkerung. Die Vorlesung wirft damit die drängende Frage nach demokratischer Kontrolle von gesellschaftlichen Bereichen auf, die sich aufgrund sozioökonomischer und technologischer Entwicklungen den hergebrachten Kontrollmechanismen westlicher Gesellschaften entziehen. Ebenfalls thematisiert die Veranstaltung den Aspekt der Diversität in den Streitkräften. Organisationssoziologisch interessiert, ob die Streitkräfte eine Organisation wie jede andere auch sind, oder aber ein Sonderfall. Weiter wird die Schweizer Milizarmee analysiert und die gesellschaftlichen Voraussetzungen der Milizfähigkeit und die Grenzen für die Schweizer Armee aufgezeigt.				
Skript	Zur Vorlesung wird jeweils ein Foliensatz und vertiefende Literatur zur Verfügung gestellt. Zu den Texten gibt es verschiedene Fragen, die als Prüfungsvorbereitung dienen und teilweise auch in der Vorlesung besprochen werden.				
Literatur	Eine Auswahl von klassischen wie auch aktuellen Texten wird in der Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>853-0102-00L</b>	<b>Militärökonomie II</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. M. Keupp, M. Bader, F. Muhly, C. Schulze</b>

Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung folgt strukturell und inhaltlich dem Buch "Militärökonomie" des Dozenten, das in zwei Sprachversionen verfügbar ist: - deutschsprachig: ISBN 978-3-658-06146-3 - französischsprachig: ISBN 978-3-658-25287-8		
Lernziel	In der Veranstaltung "Militärökonomie II" werden die Abschnitte 3 und 4 des Buches behandelt. * Auswirkungen institutioneller Gestaltung auf die Effektivität und Effizienz militärischer Leistung verstehen * Möglichkeiten und Grenzen für Systemreformen analysieren		
Inhalt	Das Semesterprogramm des Kurses gliedert sich in 14 Module zu je 90 Minuten, welche Vorlesung (Vermittlung von Analytechniken) und Übung (Anwendung mittels konkreter Fallstudien) kombinieren.  Die Inhalte entsprechen den Abschnitten 3 bis und mit 5 des o.a. Buches. Inhaltlich diskutiert wird das Folgende:  3.1 Der militärische Konflikt als objektive Selektionsumgebung 3.2 Folgen des planwirtschaftlichen Systems für militärische Effektivität  4.1 Möglichkeiten und Grenzen von Effizienzsteigerungen 4.2 Folgen des planwirtschaftlichen Systems für militärische Effizienz  5. Möglichkeiten und Grenzen von Systemreformen		
Skript	Vor Beginn der Vorlesung werden die Vorlesungsfolien an die Teilnehmer angegeben. Zusätzlich wird das o.a. Buch an die Teilnehmer abgegeben. Teilnehmer der Vorlesung, die nicht Berufsoffiziersanwärter sind, werden gebeten, das Buch aus der Bibliothek oder dem Buchhandel zu beziehen.		
Literatur	Keupp, M. M. 2019 Militärökonomie. Wiesbaden: SpringerGabler. ISBN 978-3-658-06146-3  Keupp, M. M. 2019 Économie militaire. Wiesbaden: SpringerGabler. ISBN 978-3-658-25287-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Erfolgreich bestandene Prüfung in "Militärökonomie I" oder vertiefte Grundkenntnisse in Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, insbesondere Institutionenökonomie. Der Kurs steht externen Teilnehmern offen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ► Spezielle Weiterbildung

*Spezielle ETH-interne Angebote des LET und der Lehrspezialisten.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
999-9999-99L	<b>EduApp Kurs</b> <i>Diese Lerneinheit ist nicht für ETH-Studierende gedacht. Sie wird im Rahmen des LET und der Lehrspezialisten zur Demonstration der EduApp verwendet.</i>	Z	0 KP	1V+1U	B. Volk

## Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften (Allgemeine Fächer) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Geographie Lehrdiplom

Weitere Informationen: <https://www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung/studienangebot-zulassung/lehrdiplom-fuer-maturitaetsschulen.html>

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<p><b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b></p> <p>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</p> <p>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</p> <p>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</p>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
	Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</p> <p>Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.</p> <p>Der Leistungsnachweis umfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktive Teilnahme an der Veranstaltung</li> <li>- mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters</li> </ul>				
	siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen				
851-0240-24L	<p><b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b></p> <p>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</p> <p>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</p> <p>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</p>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0238-01L	<p><b>Unterstützung und Diagnose von Wissenserwerbsprozessen (EW3) ■</b></p> <p>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW3 absolvieren) sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang "Lehrdiplom für Maturitätsschulen" einzuschreiben.</p> <p>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW1)".</p>	O	3 KP	3S	C. M. Thurn, S. Dagwati
Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lernpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Wissenserwerbsprozessen im Unterricht.				
Lernziel	<p>Die Hauptziele der Veranstaltung sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Sie kennen verschiedene Techniken des Formative Assessments und können diese inhalts- und situationsadäquat zur Aufdeckung von Misskonzepten anwenden.</li> <li>(2) Sie kennen verschiedene Unterstützungsmethoden und können diese inhalts- und situationsadäquat im Unterricht einsetzen.</li> <li>(3) Sie verfügen über ein Grundverständnis psychologischer Testtheorie und sind in der Lage, Tests angemessen zu gestalten und zu bewerten.</li> </ol>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert
<b>851-0242-01L</b>	<b>Bewältigung psychosozialer Anforderungen im Lehrberuf (EW4) ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD), ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Fachs Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW4 absolvieren.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>
		<b>3S</b>	<b>S. Maurer, P. Caprez, I. Sargenti</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden Kenntnisse und Kompetenzen für die Bewältigung psychosozialer Anforderungen im Lehrberuf vermittelt.		
Lernziel	Die Teilnehmenden verfügen über Hintergrundwissen und Handlungskompetenzen, um mit den psychosozialen Anforderungen im Lehrberuf produktiv umgehen zu können.		
	(1) Sie kennen wichtige Regeln der Gesprächsführung und des Konfliktmanagements (z.B. Mediation) und können diese im schulischen Rahmen (z.B. Gespräche mit Eltern) adäquat einsetzen.		
	(2) Sie können Massnahmen des Classroom Managements gezielt anwenden (z.B. Verhinderung von Disziplinschwierigkeiten) und kennen entsprechende Anlaufstellen (z.B. zur Krisenintervention).		
	(3) Sie kennen präventive und korrigierende Massnahmen zur Verhinderung von Stress und Burnout (z.B. psychosoziale Unterstützung) und kennen entsprechende Anlaufstellen.		
Inhalt	Thematische Schwerpunkte		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesprächsführung</li> <li>• Konfliktmanagement und Mediation</li> <li>• Classroom Management</li> <li>• Prävention von Stress und Burnout</li> </ul>		
	Lehrformen		
	Die theoretischen Grundlagen werden in Form von Workshops vermittelt. Diese enthalten unterschiedliche Aktivierungs- und Interaktionselemente, wie z.B. Gruppenarbeiten, Plenumsdiskussionen, Einzelarbeit. Daran anschliessend soll dieses Wissen in verschiedenen Situationen angewandt werden. Dazu werden unter anderem Rollenspiele, Besprechungen von Fallbeispielen, Diskussionen von Filmsequenzen und Reflexionen von Praxiserfahrungen eingesetzt.		
Skript	Folien der Dozentenvorträge, ergänzende Materialien und Literatur werden in einem Moodlekurs zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss von EW1 und EW2 stellt eine wünschenswerte, jedoch nicht obligatorische Voraussetzung dar.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>851-0240-19L</b>	<b>Lernwirksam unterrichten (EW 5) ■</b> <i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss ALLER Studienleistungen im Lehrdiplom!</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>
			<b>E. Stern</b>
Kurzbeschreibung	Das Buch "Lernwirksam unterrichten" (Felten/Stern) wurde durchgearbeitet und die Fragen auf dem Netz wurden beantwortet. In einer gern kurz nach der Prüfungslektion einzeln oder in Kleingruppen stattfindenden einstündigen Besprechung mit Elsbeth Stern werden für das Unterrichten relevante lernpsychologische Erkenntnisse diskutiert.		
Lernziel	In den Veranstaltungen zu den Erziehungswissenschaften geht es um die Vermittlung von Reflexionswissen über schulisches Lernen. Lehrpersonen müssen das Verhalten und die Leistung ihrer Schülerinnen und Schüler interpretieren und eigene Handlungsoptionen abwägen. Es soll noch einmal darüber reflektiert werden, welche lernpsychologischen Erkenntnisse dabei helfen können.		
Literatur	Buch "Lernwirksam unterrichten" (Felten/Stern)		
Voraussetzungen / Besonderes	Detaillierte Informationen: <a href="https://ifvll.ethz.ch/studium/ew-5.html">https://ifvll.ethz.ch/studium/ew-5.html</a>		
<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Findet in diesem Semester nicht statt. Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>
			<b>2S</b>

**0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.**

**Kurzbeschreibung** Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzsessays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.

**Lernziel**

- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen
- Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten
- Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen

---

**851-0229-00L      Auserschulische Lernorte nutzen ■                      W                      1 KP                      1S                      R. Schumacher, P. Fallner**  
*Belegung ausschliesslich für Studierende des Lehrdiploms (LD) in den Fächern Biologie und Geographie.*

**Kurzbeschreibung** In diesem Seminar wird mit den zukünftigen Lehrpersonen geübt, Exkursionen zu auserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen. Dazu werden Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf angeboten.

**Lernziel** Die zukünftigen Lehrpersonen lernen, Exkursionen zu auserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen.

**Inhalt**  
Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf:  
- Dendrochronologie: Was Jahrringe erzählen  
- Fotosynthese/Klimawandel: Die Spuren im Wald  
- Waldboden: Der Boden im Fokus des Klimas

---

**► Fachdidaktik in Geographie**

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

---

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-2500-00L</b>	<b>Fachdidaktik Geographie II (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090GG2</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html>*

**Kurzbeschreibung** Die Module Fachdidaktik I und II geben einen Überblick über die vielfältigen Themen und Methoden des Geografie-Unterrichts. Die Schwerpunkte der beiden Module liegen dabei auf der Umsetzung allgemeindidaktischer und fachdidaktischer Erkenntnisse im Unterricht an Maturitätsschulen.

**Lernziel** Die Studierenden lernen Theorie und Praxis im Unterricht zu verbinden, verschiedene Unterrichtsmethoden und -mittel einzusetzen sowie ihren Unterricht zu planen, durchzuführen und zu reflektieren.

**Voraussetzungen / Besonderes**  
Erfolgreicher Abschluss von Fachdidaktik Geographie I (651-4239-00).

Der Kurs Fachdidaktik Geographie II kann parallel zu Fachdidaktik Geographie III besucht werden.

---

<b>651-4118-00L</b>	<b>Fachdidaktik Geographie III (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090GG3</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
---------------------	---	----------	-------------	-----------	----------------

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html>*

**Kurzbeschreibung** Die Fachdidaktik III befasst sich mit Medieneinsatz im Geografieunterricht. Sie besteht aus zwei Blöcken: einem Block "Vertiefung" mit wichtigen Themen aus FD I/ II und einem Block "Informationstechnologien im Geografieunterricht" mit konkreten Anwendungen.

**Lernziel** Die Fachdidaktik III ermöglicht eine vertiefte, anwendungsorientierte Auseinandersetzung. Studierende

- lernen sowohl Möglichkeiten des ICT-Einsatzes für die Gestaltung von Geografieunterricht als auch der integrierten Förderung von IT-Kompetenzen bei den Lernenden kennen. Sie planen eine IT-Lektion, führen sie durch und evaluieren diese.
- erkennen die Chancen und Grenzen von Veranschaulichung durch Filme, Modelle und Experimente im Geografieunterricht.
- setzen sich mit der Bedeutung der subjektiven Theorien für Lern-/Misserfolg auseinander und diskutieren Unterrichtsmöglichkeiten für einen Konzeptwechsel (geografische Fallbeispiele).
- planen Unterrichtseinheiten (z.B. Museumsbesuch, Experimentieren im Geografieunterricht).

**Inhalt**  
Inhalt  
Fachdidaktik III Block "Vertiefung" (1/2 Semester)  
- Auseinandersetzung mit der Förderung von Medienkompetenz im Geografieunterricht.  
- Wirksamkeit von Unterrichtsmethoden und -formen: Anwendungen und Umsetzungen an Fallbeispielen evaluieren (Besuch einer Ausstellung, Experimentieren).  
- Planung von Unterrichtseinheiten.  
Fachdidaktik III Block "ICT im Geografieunterricht" (1/2 Semester)  
- Fachspezifische Einsatzmöglichkeiten, Unterrichtshilfen, konkrete Anwendungen und Resultate an Beispielen kritisch reflektieren. (Leistungsnachweis).

**Lernformen**  
Theoretische Konzepte werden vorgestellt und an typischen Beispielen aus der Praxis illustriert. Beispiele im IT- Bereich werden von Studierenden selbst erarbeitet ("Werkstatt"), präsentiert und diskutiert.

**Skript** Unterlagen werden abgegeben.

**Literatur** Haubrich et al. 2015: Geographie unterrichten lernen. Cornelsen, ISBN 978-3-06-065212-9  
Weitere Literaturangaben.

**Voraussetzungen / Besonderes**  
Beschränkte Teilnehmerzahl.

Erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Fachdidaktik des Geographieunterrichts I (651-4239-00).

Der Kurs Fachdidaktik III kann parallel zu Fachdidaktik II besucht werden.

---

<b>651-4120-00L</b>	<b>Fachdidaktik Geographie IV: Mentorierte Arbeit ■</b> <i>Voraussetzung: Erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Fachdidaktik des Geographieunterrichts I+II+III (651-</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>S. Hesske, J. Rafflenbeul</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	----------------------------------

Kurzbeschreibung	4239-00L, 651-2500-00L und 651-4118-00L). Mentorierte Arbeit mit Bezug zur Fachdidaktik III
Lernziel	selbständige Auseinandersetzung mit konkreter Fragestellung zum Geografieunterricht.
Inhalt	selbständige, mentorierte Arbeit(e)n. Auseinandersetzung mit einem Unterrichtsthema mit direktem Bezug zur Lehrpraxis (z.B. Erhebung von Vorwissen bei einer Klasse als Vorbereitung des Praktikums)
Voraussetzungen / Besonderes	Parallel zu Modul III (Pflicht für ETH-Studierende Lehrdiplom Geographie). Muss vor dem Praktikum abgeschlossen sein.

<b>651-4124-00L</b>	<b>Prüfung Fachdidaktik ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Hesske, J. Rafflenbeul</b>
	<i>Muss zusammen mit den Prüfungslektionen untere und obere Stufe Geographie (651-2520-01 und 651-2520-02) absolviert werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Fachdidaktik- Prüfung ist eine mündliche Prüfung (15 Min.) und findet am selben Halbtage statt wie die berufspraktische Prüfung. Grundlagen des Prüfungsgesprächs sind die Unterlagen aus der Fachdidaktik I-III, das persönliche Unterrichtsprofil und ein gewählter fachdidaktischer Text. Der Einsteig erfolgt über Fragen der Fachdidaktikerin oder des Fachdidaktikers.				
Lernziel	- Der Kandidat/die Kandidatin ist fähig, ausgehend von seinem/ihrer Unterrichtsprofil, Fragen im Umfeld von gymnasialem Geografie-Unterricht vor dem Hintergrund der Themengebiete, die in den Fachdidaktikveranstaltungen I-III behandelt wurden theoriegestützt und kritisch zu beantworten und mit der eigenen Unterrichtspraxis in Verbindung zu bringen. - Der Kandidat/die Kandidatin kennt den ausgewählten Text gut und kann in der Diskussion dessen Bedeutung für das eigene Unterrichten bzw. das eigene Schul- und Fachverständnis kritisch darlegen.				
Inhalt	Geprüft werden: Fähigkeit, Geografie-Unterricht kritisch zu begründen, zu reflektieren und zu evaluieren. Unterlagen aus der fachdidaktischen und berufspraktischen Ausbildung (Erarbeitung eines theoretisch fundierten Methodenprofils) Fachdidaktischer Text (im Umfang von 10-15 Seiten), ausgewählt in vorheriger Absprache mit dem Fachdidaktiker oder der Fachdidaktikerin.				
Literatur	Reinfried, Sibylle & Haubrich, Hartwig (Hrsg.), 2018 (Ausgabe 2015). Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. 2. Druck, Cornelsen-Verlag, Berlin, 448 S., ISBN: 978-3-06-065212-9.  Reinfried, Sibylle (Hrsg.), 2023. Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. Cornelsen-Verlag, Berlin, 424 S., ISBN: 978-3-06-065941-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Prüfung Fachdidaktik wird am Ende der Ausbildung abgeschlossen und muss gemeinsam mit den beiden Prüfungslektionen (untere und obere Stufe) absolviert werden. Die zuständigen Dozierenden sind im Vorfeld zu informieren, damit der Prüfungstermin (und -ort) organisiert werden kann.  Folgende Ausbildungsteile müssen bestanden sein: Fachdidaktik I, Fachdidaktik II, Fachdidaktik III, Fachdidaktik IV. Zusätzlich FWV I, FWV II und FWV III, Einführungspraktikum und Praktikum (inkl. Praktikumsjournal).				
Kompetenzen	Die Fachdidaktik-Prüfung ist eine 15-minütige mündliche Prüfung. Sie findet am selben Tag wie die zwei Prüfungslektionen (untere und obere Stufe, plus Kolloquium) statt.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

### ► Berufspraktische Ausbildung in Geographie

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-2517-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum I (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090BPP1</i>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17P</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Lektionen: 30 werden von den Studierenden unterrichtet, 20 hospitiert. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				

Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.				
Skript	- Wegleitung für die berufspraktische Ausbildung; LLBM IfE UZH; - Die berufspraktische Ausbildung im Unterrichtsfach Geografie am LLBM IfE UZH (UZH und ETH); Fachdidaktik Geografie				
Voraussetzungen / Besonderes	Abgeschlossene Erziehungswissenschaftliche und Fachdidaktische Grundausbildung (FD I, FD II, FD III) sowie fachwissenschaftliches Studium inklusive der fachwissenschaftlichen Vertiefung mit pädagogischem Fokus (FWV 1-3). Abgeschlossenes Einführungspraktikum.  Findet am Schluss der Ausbildung statt (Zulassungsbedingung: schriftliche Bestätigung zu den erbrachten Leistungen). Gleichzeitig mit dem Praktikum sind die "berufspraktischen Übungen" (651-4137-00) zu belegen. Nach bestandem Praktikum können die Prüfungslektionen und die Fachdidaktik-Prüfung abgelegt werden.  Die Organisation der Unterrichtspraktika erfolgt über die Administration der Abteilung Lehrerinnen- und Lehrerbildung (LLBM). Informationen über die Anmeldung finden Sie auf unserer Homepage unter "Wegleitung zum Praktikum I". Sie gelangen zum direkten Link indem Sie die Veranstaltung unten anklicken.  Die Anmeldung zu den Praktika läuft auf zwei Ebenen: 1. Anmeldung via Formular bei der Administration LLBM. 2. Reguläre Modulbuchung im UZH-System.  Zum ersten Unterrichtspraktikum (Praktikum I) gehört zudem das Praktikumsjournal, das auch zu buchen ist.				
<b>651-4137-00L</b>	Praktikumsjournal im Rahmen des 1. Unterrichtspraktikums (Universität Zürich) <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090BPPJ</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Uni-Dozierende
	Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html</a>  Nur für Studierende des Lehrdiploms Geographie.				
Kurzbeschreibung	Im Praktikumsjournal dokumentieren die Studierenden, wie sie sich fachlich und didaktisch auf den Unterricht vorbereitet haben, legen ihre theoriegestützten Überlegungen bei der Vorbereitung einzelner Lektionen bzw. einer Lektionsreihe dar und reflektieren die Erfahrungen, die sie bei der Umsetzung und Durchführung des Unterrichts gemacht haben.				
Lernziel	Einblicke geben in die persönliche, ausgewählte und theoretisch fundierte: Auseinandersetzung mit Unterrichtselementen und Erarbeitung eines persönlichen Methodenprofils auf der Grundlage von Aufträgen aus der Fachdidaktik. Aufarbeitung wichtiger Ereignisse/ Vorkommnisse, die während des Unterrichts bzw. während des Praktikums erfahren wurden (z.B. Fachinhalt; didaktische Planung, Durchführung von Unterricht, Interaktion mit Klasse oder einzelnen Schüler/-innen; Verständigung mit Praktikumslehrperson) entsprechend der Anleitungen und der Hinweise in der Wegleitung für die berufspraktische Ausbildung.				
Inhalt	Im Praktikumsjournal sollen dabei nicht beliebig viele Themen und Fragen und auch nicht zahlreiche Unterrichtssituationen aufgegriffen werden, sondern es sind Schwerpunkte zu setzen, im Sinne von spezifischen Fragestellungen, die vertieft bearbeitet werden. So entsteht im Praktikum z.B. das Interesse, die Interaktion mit den Schülerinnen und Schülern in konkreten Situationen genauer zu erforschen, oder die inhaltliche und didaktische Vorbereitung eines spezifischen Themas genauer zu durchdenken, oder besondere Unterrichtsmethoden zu erproben und auszuwerten oder dem Umgang mit Lernschwierigkeiten oder unterschiedlichen Lernvoraussetzungen nachzugehen.				
Skript	Anleitung für das Unterrichtspraktikum und die unterrichtspraktischen Übungen: - Die berufspraktische Ausbildung am LLBM IfE UZH; Wegleitung und Instrumente zur Vorbereitung, Durchführung und Reflexion sowie zur Beratung, Beobachtung und Beurteilung von Unterricht auf der Sekundarstufe II (2008). - Aufgabenstellungen für die berufspraktische Ausbildung aus der Fachdidaktik Geografie.				
Literatur	Haubrich H. (Hrsg.); Geografie unterrichten lernen (2015). Cornelsen, ISBN 978-3-06-065212-9 Literaturlisten aus der Fachdidaktik und den Erziehungswissenschaften; je nach den bearbeiteten Problem- oder Fragestellungen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Praktikumsjournal muss gleichzeitig mit dem "Unterrichtspraktikum Geographie" (651-2517-00) belegt werden.  Das Journal muss bei der Schlussbesprechung des Praktikums vorliegen. Es wird von der Praktikumslehrperson kontrolliert, visiert und zusammen mit dem Praktikumsbericht an die/den zuständigen Fachdidaktiker/in weitergeleitet und muss dort genehmigt werden. Das Portfolio kann auch Gegenstand der fachdidaktischen Prüfung sein.				
<b>651-2520-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Geographie ■</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion obere Stufe Geographie" (651-2520-02L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>S. Hesske, J. Rafflenbeul</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel zwei Wochen vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin einmal besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis zwei Tage vor der Prüfung (12.00 Uhr) den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung (Sachanalyse, Lektionsdisposition, Arbeitsblätter mit Musterlösungen, PPT-Folien etc.) und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines 15-minütigen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Literatur	Reinfried, Sibylle & Haubrich, Hartwig (Hrsg.), 2018 (Ausgabe 2015). Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. 2. Druck, Cornelsen-Verlag, Berlin, 448 S., ISBN: 978-3-06-065212-9.  Reinfried, Sibylle (Hrsg.), 2023. Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. Cornelsen-Verlag, Berlin, 424 S., ISBN: 978-3-06-065941-8				

Voraussetzungen / Besonderes	Die Prüfungslektionen untere und obere Stufe werden am Ende der Ausbildung gemeinsam mit der Prüfung Fachdidaktik absolviert. Die zuständigen Dozierenden sind im Vorfeld zu informieren, damit der Prüfungstermin (und -ort) organisiert werden kann.				
Kompetenzen	Folgende Ausbildungsteile müssen bestanden sein: Fachdidaktik I, Fachdidaktik II, Fachdidaktik III, Fachdidaktik IV. Zusätzlich FWV I, FWV II und FWV III, Einführungspraktikum und Praktikum (inkl. Praktikumsjournal).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>651-2520-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Geographie ■</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Geographie" (651-2520-01L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>S. Hesske, J. Rafflenbeul</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel zwei Wochen vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin einmal besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis zwei Tage vor der Prüfung (12.00 Uhr) den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriums basiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung (Sachanalyse, Lektionsdisposition, Arbeitsblätter mit Musterlösungen, PPT-Folien etc.) und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines 15-minütigen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Literatur	Reinfried, Sibylle & Haubrich, Hartwig (Hrsg.), 2018 (Ausgabe 2015). Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. 2. Druck, Cornelsen-Verlag, Berlin, 448 S., ISBN: 978-3-06-065212-9. Reinfried, Sibylle (Hrsg.), 2023. Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. Cornelsen-Verlag, Berlin, 424 S., ISBN: 978-3-06-065941-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Prüfungslektionen untere und obere Stufe werden am Ende der Ausbildung gemeinsam mit der Prüfung Fachdidaktik absolviert. Die zuständigen Dozierenden sind im Vorfeld zu informieren, damit der Prüfungstermin (und -ort) organisiert werden kann.				
Kompetenzen	Folgende Ausbildungsteile müssen bestanden sein: Fachdidaktik I, Fachdidaktik II, Fachdidaktik III, Fachdidaktik IV. Zusätzlich FWV I, FWV II und FWV III, Einführungspraktikum und Praktikum (inkl. Praktikumsjournal).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-2517-02L</b>	<b>Unterrichtspraktikum II-E (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090BPP2</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>Uni-Dozierende</b>
	<i>Neben der Modulbuchung an der UZH ist eine zusätzliche Anmeldung via Formular bei der Administration LLBM notwendig, siehe Details im Modul der UZH. Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum findet in der Regel nach Abschluss der fachdidaktischen Ausbildung (Fachdidaktik I und II inkl. Übungslektionen) im betreffenden Unterrichtsfach statt. Es umfasst 40 Lektionen und erstreckt sich über maximal 10 Wochen. In dieser Zeit sollen mindestens 25 Lektionen unterrichtet werden.				
Lernziel	Das Praktikum II bzw. Z hat eine vertiefende Vorbereitung auf die Berufstätigkeit zum Ziel. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, ihre Kompetenzen basierend auf bisherigen Erfahrungen und den im ersten Unterrichtspraktikum (Praktikum I) identifizierten Stärken und Entwicklungszielen gezielt weiter aufzubauen. Die Begleitung durch eine weitere Praktikumslehrperson und der teilnehmende Einblick in eine zusätzliche Schule eröffnen den Studierenden erweiterte Möglichkeiten für Erfahrungen und Entwicklungsprozesse vor dem Ausbildungsabschluss und ihrer eigenverantwortlichen Lehrtätigkeit.				



Voraussetzungen / Besonderes Das Unterrichtspraktikum II wird als Abschluss der Ausbildung im Anschluss an das Unterrichtspraktikum I im gleichen Semester absolviert. Es müssen alle Lerneinheiten der didaktischen Ausbildung erfolgreich abgeschlossen sein.

Das Unterrichtspraktikum darf nur bei einer von der ETH akkreditierten Praktikumslehrperson absolviert werden (separate Liste).

Die Organisation der Unterrichtspraktika erfolgt über die Administration der Abteilung Lehrerinnen- und Lehrerbildung (LLBM). Informationen über die Anmeldung finden Sie auf unserer Homepage unter "Wegleitung zum Praktikum II". Sie gelangen zum direkten Link indem Sie die Veranstaltung unten anklicken.

Die Anmeldung zu den Praktika läuft auf zwei Ebenen:  
 1. Anmeldung via Formular bei der Administration LLBM.  
 2. Reguläre Modulbuchung im UZH-System.

<b>651-4136-01L</b>	<b>Lernorte für Geographie und Geographiedidaktik</b> <i>Die Vorlesung wird ausschliesslich für ETH Lehrdiplomstudierende Geographie der ETH im FS durchgeführt und wird nur bei genügend Anmeldungen durchgeführt.</i> <i>Die Belegung erfolgt nur durch das Studiensekretariat des D-ERDW.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4G</b>	<b>I. Bauer</b>
Kurzbeschreibung	Fachwissenschaftliche und methodische Aufarbeitung physisch-geografischer, erdwissenschaftlicher oder humangeografischer Themen, die für Exkursionen, Arbeitswochen, Besichtigungen, Museumsbesuche usw. geeignet sind.				
Lernziel	Konkrete Umsetzung (Durchführung und Evaluierung) des fachwissenschaftlichen Themas in einer konkreten Exkursionssequenz in einer ausgewählten Region. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zürcher Oberland: Kennenlernen und Begegnung</li> <li>- Inhaltliche Auseinandersetzung mit Geo-Rundwegen</li> <li>- Erarbeitung von "Lernorten" im Zürcher Oberland mit einem physisch- geographischen oder humangeographischen Schwerpunkt</li> <li>- Projektmanagement und Arbeit in Gruppen</li> <li>- Reflexion der Arbeitsergebnisse und -prozesse</li> </ul>				

► **Wahlpflicht**

Weitere Lehrangebote aus dem Bereich Erziehungswissenschaften sind unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0229-00L</b>	<b>Ausserschulische Lernorte nutzen ■</b> <i>Belegung ausschliesslich für Studierende des Lehrdiploms (LD) in den Fächern Biologie und Geographie.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>R. Schumacher, P. Faller</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird mit den zukünftigen Lehrpersonen geübt, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen. Dazu werden Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf angeboten.				
Lernziel	Die zukünftigen Lehrpersonen lernen, Exkursionen zu ausserschulischen Lernorten vorzubereiten und durchzuführen.				
Inhalt	Exkursionen an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dendrochronologie: Was Jahrringe erzählen</li> <li>- Fotosynthese/Klimawandel: Die Spuren im Wald</li> <li>- Waldboden: Der Boden im Fokus des Klimas</li> </ul>				
<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteuern die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.</li> <li>- Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck.</li> <li>- McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

siehe Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen

► **Auflagenfächer (für Studierende mit ETH-Master in ERDW und AC)**

►► **Teil 1**

►►► **Obligatorische Module**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-2612-00L	<b>Humangeographie II: Gesellschaftliche und natürliche Ressourcen (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: GEO122	O	5 KP	2V+2U	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Das Modul besteht aus zwei Lehrveranstaltungen: Humangeographie Teil 2 und Wirtschaftsgeographie Teil 1. Im Modul werden Grundlagen der Humangeographie und Wirtschaftsgeographie eingeführt bzw. vertieft. Theoretische Konzepte werden mit Beispielen illustriert und kontextualisiert.				
Lernziel	Sie kennen folgende sozialwissenschaftliche Perspektiven und ihre Bedeutung für die Humangeographie: - Postkoloniale Geographie: Liberalismus, Poststrukturalismus - Politische Ökonomie: Radical Geography, kritische Geographie - Handlungs- und Praxistheorien: Geographien alltäglicher Regionalisierung. Sie kennen folgende Prozesse und Konzepte und können diese anhand ausgewählter Beispiele zum Oberthema „gesellschaftliche und natürliche Ressourcen“ erläutern: - Naturzustand, Liberalismus, Vertragstheorie, Postkolonialismus, terra nullius, Landnahme, Geopolitik - Natur und Wirtschaft, Land Grabbing, Arbeitsbeziehungen, Fordismus, Neoliberalismus - Handlung, Praxis und Struktur, Landschaftswahrnehmung, Raumeignung, Regionalisierung				

## ▶▶▶ Wahlmodule

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-2600-01L	<b>Geographie der Schweiz (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: GEO126	W	3 KP	2V	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Einführung in Geographie der Schweiz aus sozialwissenschaftlicher Perspektive.				
Lernziel	- Sie verstehen die sozialen, politischen und kulturellen Eigenheiten der Schweiz in ihrer räumlichen Ausprägung. - Sie haben einen Einblick in die räumliche Dynamik der Schweiz in Bezug auf Urbanisierung, Mobilität, Migration und kennen die Möglichkeiten und Grenzen einer planvollen Steuerung.				
Inhalt	Aus dem Inhalt: * Stadt-Land-Gegensatz, Urbanisierung * Kulturelle Spannungsfelder: Sprache, Konfession usw. * Regionale Disparitäten, Regionalismus * Nationale Identität, Schweiz in Europa * Föderalismus und Direktdemokratie * Mobilität und Migration * Segregation und Selbstselektion * Räumliche Entwicklung und Planung				
Literatur	Odermatt, André und Wachter, Daniel (2004): Schweiz eine moderne Geographie. 3. Auflage. NZZ-Verlag, Zürich. Fr. 52.-				
651-2614-00L	<b>Humangeographie IV (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: GEO242	W	5 KP	2V+2U	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Die Einführung vermittelt die Grundlagen für die Erhebung von Daten in der Humangeographie. Sie behandelt Fragen zu Ethik und zu Positionalität in der Forschung und führt folgende Methoden ein: Beobachtung, qualitative Interviews, textbasierte Datenerhebung sowie quantitative Befragung.				
Lernziel	In den Übungen erarbeiten die Studierenden eigene Erhebungsinstrumente und wenden diese "im Feld" an. - Sie verstehen aktuelle methodologische Debatten in der Geographie und die Bedeutung von Positionalität, Reflexivität und Ethik in der empirischen Forschung. - Sie kennen verschiedene Methoden der Humangeographie und können diese im Rahmen empirischer Forschung anwenden. - Sie können in einem Team arbeiten und ihre Resultate mündlich und schriftlich präsentieren. Zielgruppen				

## ▶▶ Teil 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4088-04L	<b>Physische Geographie IV (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: GEO241	W	5 KP	4V+7U	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Das Modul besteht aus einem Vorlesungsteil "Grundlagen Boden-Pflanze- Umwelt", fünf Übungen und einer Exkursion.				

Lernziel Sie erlernen die Grundlagen der Bodenkunde mit besonderem Fokus auf die Interaktionen zwischen Boden, Pflanzen und Umweltfaktoren.

Sie kennen die wichtigsten naturwissenschaftlichen Grundlagen der Bodenkunde und natürlichen Stoffkreisläufen im System Boden-Pflanze, verstehen die grundlegenden Prozesse und können kausale Zusammenhänge zwischen den Teilgebieten herstellen.

Während den Übungen und der Exkursion wenden Sie das Gelernte an und folgen dabei den Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens (Beschreibung, Analyse, Interpretation, schriftliche Zusammenfassung).

►► Teil 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4121-00L	<b>Fernerkundung und Geographische Informationswissenschaft II (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: GEO123</i>	W	5 KP	2V+2U	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden grundlegende Begriffe, Konzepte und Gesetzmässigkeiten, an welche die kartographischen Abbildungs- und Visualisierungsprozesse gebunden sind, vorgestellt.				
Inhalt	Behandelt werden v.a. Zweck und Eigenschaften der Karte als Modell der visuellen Kommunikation, die Umsetzung raumbezogener Information in die kartographische Symbolsprache, Karteninterpretation, Kartenprojektionen, thematische Kartographie und besondere Visualisierungsformen. Die Übungen ergänzen die zugehörige Vorlesung und werden auf Computern mit der Software ArcGIS Pro und ArcGIS Online durchgeführt. Sie konzentrieren sich auf zentrale Elemente der praktischen Herstellung von Karten wie graphische Variablen, Schriftplatzierung, kartographische Generalisierung, Entwurf und Ausführung mehrfarbiger Karten sowie Kartenkritik. Die Studierenden arbeiten einzeln und selbständig unter Begleitung von TutorInnen.				

**Geographie Lehrdiplom - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Geomatik Master

## ► Master-Studium (Studienreglement 2022)

### ►► Pflichtfächer

Angebot Pflichtfächer jeweils im Herbstsemester (HS).

### ►► Vertiefungsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0458-00L</b>	<b>Haushälterische Bodennutzung</b> <i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Nebel</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung widmet sich den aktuellen Herausforderungen für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden. Dabei werden Instrumente und Verfahren zur Umsetzung einer qualitätsvollen Siedlungsentwicklung nach innen aufgezeigt. Die Betrachtung erfolgt dabei differenziert nach den verschiedenen Planungsebenen. Diverse externe Gastreferate aus Forschung und Praxis ergänzen die Vorlesung.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die Hintergründe, Grundlagen, Ziele und Ansätze einer nach innen gerichteten Siedlungsentwicklung und sind in der Lage, die zentralen Argumente für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden verständlich und nachvollziehbar zusammenzufassen. Ferner können sie, differenziert und massgeschneidert auf die Ausgangslage, inhaltliche und prozessuale Lösungsansätze für die Umsetzung einer hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen aufzeigen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsentwicklung und Siedlungsflächeninanspruchnahme: Fakten, Trends, Ursachen und Folgen</li> <li>- Siedlungsentwicklung nach innen: Grundlagen und strategische Zielsetzungen</li> <li>- Übersichten über Siedlungsflächenreserven</li> <li>- Formelle und informelle Instrumente und Verfahren für eine hochwertige Siedlungsentwicklung nach innen</li> <li>- Siedlungsflächenmanagement: Umsetzung auf kommunaler, kantonaler und nationaler Ebene</li> <li>- ergänzende aktuelle externe Inputs aus Forschung und Praxis</li> </ul>				
Skript	Die Unterlagen zur Vorlesung werden auf Moodle bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>103-0228-00L</b>	<b>Research Topics in Cartography</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an opportunity for students to become familiar with current research topics in Cartography. The course is comprised of lectures given by national and international scientists in the field of Cartography, hands-on exercises for digital map processing methods, and projects to work on current research challenges. A particular focus will be feature extraction from historical maps.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an overview of Cartographic research topics as well as to equip the students with theoretical knowledge and practical skills to process digital maps. Students will learn about the fundamental programming concepts that will enable them to make use of existing image processing techniques as well as how to improve existing methods for specific map processing challenges.				
Inhalt	This course will cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Current research in Cartography</li> <li>• Digital map processing methods and challenges</li> <li>• Hands-on programming exercises to work with raster and vector data (incl. common software libraries for image processing)</li> <li>• Improvement of map processing methods (e.g., conflation, template matching, artificial intelligence)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes and additional material are available on Moodle.				
Literatur	References to relevant literature will be provided as part of the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	The concepts discussed in this course make use of the Python programming language. Hence, basic knowledge in Python (or another high-level programming language) is expected. Basic knowledge about GIS and cartography is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
<b>103-0237-00L</b>	<b>Advanced GIS</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Kiefer, Y. Xin</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with advanced topics in GIS, such as Business aspects and Legal issues; Human-Computer Interaction; Cognitive Issues in GIS; Geosensors; Big Spatial Data; Spatial Statistics; and Machine Learning for GIS.				
Lernziel	Students will get a detailed overview of advanced GIS topics. They will work on small projects in the lab and perform practical tasks related to topics such as Spatial Statistics, Spatial Machine Learning, Big Spatial Data, Human-Computer Interaction, and Geosensors.				
Skript	Lecture slides and related material will be made available in digital form.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
	Kreatives Denken			gefördert	
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>103-0247-00L</b>	<b>Mobile GIS and Location-Based Services</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>P. Kiefer</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the theoretical and technological background of mobile geographic information systems and location-based services. In lab sessions students acquire competences in mobile GIS design and implementation.				
Lernziel	Students will - learn about the implications of mobility on GIS - get a detailed overview on research fields related to mobile GIS - get an overview on current mobile GIS and LBS technology, and learn how to assess new technologies in this fast-moving field - achieve an integrated view of Geospatial Web Services and mobile GIS - acquire competences in mobile GIS design and implementation				
Inhalt	- LBS and mobile GIS: architectures, market, applications, and application development - Development for Android - Introduction to augmented reality development - Mobile decision-making, context, personalization, and privacy - Mobile human computer interaction and user interfaces - Mobile behavior interpretation				
Voraussetzungen / Besonderes	Elementary programming skills (Java)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft	
	Kritisches Denken			geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft	
<b>103-0178-00L</b>	<b>Geodetic Earth Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Soja, S. Behzadpour, M. Schartner</b>
Kurzbeschreibung	The three pillars of geodesy, i.e. the geometry, rotation and gravity field of the Earth contribute to Earth system monitoring and will be considered here. 1) Earth rotation: theory, estimation and interpretation; 2) Gravity field: satellite missions, theory, estimation and interpretation; 3) Geodynamics (geometry): plate tectonics, earthquake cycle, isostasy and uplift rates.				
Lernziel	Understand the basics of Earth rotation and gravity field theory, with what type of methods they are determined and what they contribute to monitoring the Earth system. Get familiar with the major geodynamic processes within the crust and mantle and how they are being observed and monitored.				
Inhalt	Part 1: Earth rotation				
	- Kinematics of a solid body				
	- Dynamic Eulerian equations of Earth rotation				
	- Kinematic Eulerian equations of Earth rotation				
	- Free rotation of the flattened Earth				
	- Influence of Sun and Moon, Precession, Nutation				
	- Earth as an elastic body				
	- Determination of Earth rotation parameters				
	- Mass distribution and mass transport affecting Earth rotation				
	Part 2: Gravity field				
- Satellite missions					
- Gravity field determination from satellite data					
- Geoid computation from terrestrial data					
- Combination of satellite and terrestrial gravity fields					
- Precision of geoid computations					
- Mass distribution and transport affecting the Earth gravity field					
Part 3: Geodynamics:					
- Plate tectonics theory: including ocean bottom floor magnetism Curie temperature, age of the ocean bottom floor					
- Notions on crust material (oceanic/continental)					
- Concepts of mantle plumes, mantle convection and mantle flow and evidences supporting them					
- Earthquake cycle: elastic rebound theory, strain and stress measurements and measurements in the field during inter-, co- and post-seismic periods					
- Isostasy and strength models					
- Surface uplift rate applied to continental crust, volcanism, eroded areas.					
Skript	A script and slides will be made available				

Literatur	Beutler G., Methods of Celestial Mechanics. II: Application to Planetary System, Geodynamics and Satellite Geodesy, Springer, ISBN 3-540-40750-2, 2005.			
	Hofmann-Wellenhof B. and Moritz H., Physical Geodesy, Springer, ISBN 13-978-3-211-33544-4, 2005/2006.			
	Fowler C.M.R., The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge Univ. Press, ISBN 0-521-38590-3, 2005.			
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Space Geodesy			
<b>103-0137-00L</b>	<b>Engineering Geodesy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b> <b>A. Wieser, M. Varga</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Ingenieurgeodäsie: Methoden, Instrumente und Anwendungen.			
Lernziel	Die Studierenden lernen die Methoden, die wichtigsten Instrumente und typische Anwendungen der Ingenieurgeodäsie kennen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf durchgreifende Qualitätsbeurteilung, Sensoren und Multi-Sensorsysteme, Absteckung und Monitoring von Bauwerken gelegt. Die Studierenden werden vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten betreffend hochgenaue Richtungs-, Distanz- und Höhenmessung erwerben. Sie werden im Zusammenhang mit Bauprozessen und Bauwesen in interdisziplinäres Arbeiten eingeführt.			
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung: Definition, Methoden, Anwendungen</li> <li>- Planung und Realisierung geodätischer Netze</li> <li>- Hochgenaue Richtungs-, Distanz- und Höhenmessung</li> <li>- Ingenieurgeodäsie im Hoch- und Tiefbau</li> <li>- Tunnelvermessung</li> <li>- Monitoring: Deformationsmodelle, Methoden und Anwendungen</li> </ul>			
Skript	Die Folien zur Lehrveranstaltung sowie weitere Unterlagen werden den Studierenden in digitaler Form zur Verfügung gestellt.			
Literatur	Kavanagh B.F. (2010) Surveying with Construction Applications. Prentice Hall.			
	Schofield W., Breach M. (2007) Engineering Surveying. Elsevier Ltd.			
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Geodätischer Messtechnik, Physikalischer Geodäsie, Referenzsystemen, GNSS und Parameterschätzung sind für das Verständnis der Lehrinhalte erforderlich. Diese Kenntnisse können zum Beispiel in den betreffenden Lehrveranstaltungen des Bachelorstudiums Geomatik und Planung erworben werden.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
<b>103-0798-00L</b>	<b>Geodetic Project Course ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>9P</b> <b>B. Soja, K. Schindler, A. Wieser</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
	<i>Anrechnung im Studienplan 2013: Wahlfächer</i>			
	<i>Anrechnung im Studienplan 2022: Vertiefungsfächer</i>			
Kurzbeschreibung	Dreiwöchige Arbeit an einem geodätischen Projekt mit Praxisbezug			
Lernziel	Planung, Durchführung und Präsentation eines geodätischen Projekts, inklusive Feldarbeit			
Inhalt	Gruppenweise, selbständige Bearbeitung aktueller Vermessungsprojekte und Erstellung eines Technischen Berichtes (Projektbeschreibung, Auswertung, Resultate und Interpretationen), Möglichkeit der Weiterführung in Master- oder Projektarbeiten.			
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs findet wieder im FS 2023 statt. Innerhalb des Blockkurses von 3 Wochen finden während ca. 2 Wochen Feldarbeiten statt. Ca. 1 weitere Woche ist für Vor- und Nacharbeiten vorgesehen.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
		Kundenorientierung		gefördert
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft
<b>103-0326-01L</b>	<b>Standortmanagement</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b> <b>C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung betrachtet den Wettbewerb zwischen Standorten auf unterschiedlichen Massstabsebenen. Basis hierzu bildet ein fundiertes Verständnis des Standortwahlverhaltens sowie regionaler Wettbewerbsfähigkeit. Es wird aufgezeigt, wie Städte und Regionen mit einem umfassenden Verständnis von Standortmanagement auf die Herausforderungen eines zunehmenden Standortwettbewerbs reagieren können.			
Lernziel	Auf grundsätzlicher wie auf praktischer Ebene erkennen können, welche Vorgänge und Faktoren die räumliche Entwicklung bestimmen. Regionale Entwicklungsprozesse sowohl im kleinräumigen als auch im internationalen Kontext verstehen lernen. Antworten von privaten und öffentlichen Akteuren auf Herausforderungen an die Entwicklung und das Management von Standorten und Regionen einordnen können. Aktuelle Entwicklungen verstehen und in einem grösseren Kontext einordnen können			

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standortwettbewerb</li> <li>- Standortwahl von Bevölkerung und Unternehmen</li> <li>- Regionale Wettbewerbsfähigkeit</li> <li>- Raumentwicklungs- und Regionalpolitik</li> <li>- Grundmodell und Handlungsfelder des Standortmanagements</li> <li>- Standort als Marke und Standortmarketing</li> <li>- Projektbeispiele und Gastreferate aus der Praxis</li> </ul>		
Skript	Die Kursmaterialien werden online auf der Fachbereichsseite des PLUS bereitgestellt: <a href="http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/bsc/site_management.html">http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/bsc/site_management.html</a>		
Literatur	Freiwillige Zusatzliteratur wird jeweils pro Vorlesung zur Verfügung gestellt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ►► Erweiterte Vertiefungsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0318-02L	<b>GIS-Based 3D Landscape Visualization</b> <i>Beschränkte Teilnehmerzahl.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Wissen Hayek, A. Grêt-Regamey</b>
	<i>Bitte erkundigen Sie sich bei der Dozentin per Email, ob noch Plätze frei sind.</i>				
Kurzbeschreibung	Concepts, methods and techniques for 3D landscape visualization and auralization and their application in landscape and environmental planning. Practical application of a workflow for audiovisual 3D landscape simulation. Reflection of relevant aspects such as the choice of viewpoints, the landscape sections, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape.				
Lernziel	The main goals of this lab are (1) to know digital techniques for audiovisual 3D landscape simulation, (2) to know different examples and application areas for GIS-based audiovisual 3D landscape simulations, (3) to establish software skills in 3D landscape visualization and auralization, and (4) to be able to explain principles of audiovisual 3D landscape simulation, which are important for landscape and environmental planning situations, and to apply these for the evaluation or the planning of 3D landscape visualizations and auralizations.				
Inhalt	The lectures provide an introduction to the area of GIS-based 3D landscape visualization and on visualization principles. Examples of audiovisual 3D landscape simulations generated and applied in different projects are presented. The theoretical principles for 3D landscape visualization and auralization are consolidated in small exercises during the whole course. These exercises are organized in a way, that a workflow for audiovisual 3D landscape simulation can be reproduced. Thereby aspects such as the choice of viewpoints, the sections of a landscape, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape are reflected.				
Skript	Handouts of the slides used in the lectures will be made available for download.				
Voraussetzungen / Besonderes	English  Limited number of participants.  Please send an email to the lecturer to make sure that places are still available.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Kommunikation			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft	
103-0338-00L	<b>Projektwoche Landschaftsentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>9P</b>	<b>S.-E. Rabe, E. Celio, A. Grêt-Regamey</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden insbesondere die Aspekte Erfassen, Verstehen und Bewerten von landschaftsrelevanten Nutzungen, Ansprüchen und Entwicklungen vermittelt. Es werden für die Landschaftsentwicklung eines realen Projektgebietes Zielvorstellungen entwickelt und entsprechende Massnahmen definiert.				
Lernziel	Die Studentinnen und Studenten können: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Zusammenhänge bezüglich der Ausgestaltung der Landschaft erkennen und verstehen.</li> <li>- die Landschaft als Ganzes und in Einzelementen erfassen und bewerten.</li> <li>- die Konzepte des Landschaftsansatzes verstehen und anwenden</li> <li>- fundierte Massnahmen erarbeiten und für die Akteure des Projektgebietes angemessen präsentieren.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- theoretischen Inputs interner und externer Referenten</li> <li>- einer Vorexkursion ins Projektgebiet</li> <li>- Gruppenarbeiten</li> <li>- der Projektwoche und der Erarbeitung eines Berichtes</li> </ul> <p>Je nach zu bearbeitendem Themenbereich (bspw. Gewässer, Landschaftsästhetik, Naturgefahren, Naturschutz) werden entsprechende Methoden eingesetzt, welche in Gruppen selbständig erarbeitet und dokumentiert werden. Dies gilt sowohl für die Methoden zur Erfassung und Bewertung von Landschaftselementen und –eigenschaften als auch für die Erarbeitung der planerischen Grundlagen und Entwürfe.</p> <p>Fragestellungen und Methoden werden in der Vorbereitung erarbeitet und definiert um in der Projektwoche angewandt zu werden. Aufbauend auf den Bewertungen werden Massnahmen erarbeitet, die auf die eingangs definierte Fragestellung unter Berücksichtigung einer wünschenswerten Entwicklung zugeschnitten sind.</p>		
Skript	<p>Kein Skript. Die Unterlagen, bestehend aus Präsentationsunterlagen der einzelnen vorbereitenden Inputs und zugehörigen Materialien stehen auf der Homepage des Fachbereichs PLUS zum Download bereit.</p> <p>Download: <a href="http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html">http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html</a></p>		
Literatur	<p>Wird im Rahmen der Lehrveranstaltung genannt.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen sind ein Interesse an landschaftsbezogenen Fragestellungen und das Engagement zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Grundwissen zu planerischen Instrumenten (bspw. Umweltplanung) wird vorausgesetzt.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>103-0427-00L</b>	<b>Regionalökonomie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Buser, C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	<p>Die Vorlesung Regionalökonomie fokussiert auf die theoretische Betrachtung der Faktorallokation im Raum und der Wachstumsdeterminanten. Die Vorlesung nimmt eine übergeordnete Sichtweise ein (top down) und betrachtet regionale Entwicklung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Diskussion von wachstums- und regionalpolitischen Implikationen.</p>				
Lernziel	<p>Die Studierenden sollen theoretische Grundlagen der räumlichen Ökonomie und regionalen Wachstumstheorien kennen; sie sollen die Kompetenz erwerben, raumwissenschaftliche und regionalökonomische Konzepte und Theorien auf konkrete Fragestellungen aus ihrem Studienbereich anwenden zu können.</p>				
Inhalt	<p>Ursprung der "Raumwirtschaftslehre" Regionalwirtschaftliche Kennzahlen und Wachstumsanalyse Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Wachstumstheorien Regionale Innovationstheorie (Innovationsprozesse, Clustertheorie und Innovationspolitik) Regionaler Arbeitsmarkt Theorie und politische Implikationen an Beispielen (Neue Regionalpolitik NRP, regionale Innovationssysteme RIS) Evaluation Politikinstrumente der Regionalentwicklung Gastreferat und Einbezug aktueller Ereignisse und Medien</p>				
Skript	<p>Die Vorlesungsmaterialien werden auf folgenden Websites jeweils im Voraus aufgeschaltet:</p> <p><a href="http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html">http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html</a></p>				
Literatur	<p>Die Unterlagen werden abgegeben, es werden Hinweise auf die nachfolgende, freiwillige Fachliteratur gegeben:</p> <p>Bathelt, H., Glückler J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 4. Auflage. ISBN: 978-3-8252-8728-3</p> <p>Eisenhut, P. und Sturm J-E. (2022): Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2022/2023. Rüegger Verlag, Zürich. ISBN: 978-3-7253-1081-4</p> <p>Eckey, H.-F. (2008): Regionalökonomie. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0999-2</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Deutsch</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft

<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Problemlösung			geprüft	
	Projektmanagement			geprüft	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert	
	Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft	
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and asses current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Problemlösung			gefördert	
	Projektmanagement			gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft	
	Kooperation und Teamarbeit			geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>401-6624-11L</b>	<b>Applied Time Series</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	The course starts with an introduction to time series analysis (examples, goal, mathematical notation). In the following, descriptive techniques, modeling and prediction as well as advanced topics will be covered.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models, advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				
Skript	A script will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				
<b>860-0001-00L</b>	<b>Public Institutions and Policy-Making Processes</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Bernauer, S. Bechtold, F. Schimmelfennig</b>
	<i>Priority for Science, Technology, and Policy Master.</i>				
Kurzbeschreibung	Students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard.				
Lernziel	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.				
Inhalt	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.				
Skript	Course materials can be found on Moodle.				
Literatur	Readings can be found on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a Master level course. The course is capped at 27 students, with ISTP Master students having priority.				
<b>103-0747-00L</b>	<b>Cartography Lab</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	<b>L. Hurni</b>

Kurzbeschreibung	Selbständige Semesterarbeit in Kartografie.				
Lernziel	Selbständige Ausführung einer Semesterarbeit in Kartografie.				
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung.				
Skript	Merkblatt wird von den Übungsbetreuern abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	BSc-Stufe: Kartografie Grundzüge, Kartografie II; MSc-Stufe: Application Development in Cartography.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>103-0252-00L</b>	<b>Spatial Data Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Raubal</b>
---------------------	-----------------------------	----------	-------------	-----------	------------------

	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Spatial data science is a subset of Data Science that focuses on the unique characteristics of spatial data. The seminar will cover important topics as well as seminal and current research papers from the domain of spatial data science. The course will mainly consist of readings and discussion.				
Lernziel	Students will get an overview of important research topics and methods in the field of Spatial Data Science. They will also discuss and present some of the papers.				
Literatur	Research papers will be provided in digital form.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
---------------------	---------------------	----------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				

### ►► Projektarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0298-10L	Project 1	O	12 KP	24A	Betreuer/innen
103-0298-11L	Project 2	O	12 KP	24A	Betreuer/innen

### ►► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0009-10L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Nur für Geomatik MSc, Studienreglement 2022.</i>	O	30 KP	64D	Betreuer/innen

	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Studiengang vollständig erfüllt hat; und</i> <i>c. die erforderlichen KP in den Kategorien «Pflichtfächer» und «Projektarbeiten» erworben hat.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Sie ist in einer der gewählten Vertiefungen zu verfassen und dauert 16 Wochen. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeiten des/der Studierenden, selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten, unter Beweis stellen.				
Lernziel	Selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten.				

► **Master-Studium (Studienreglement 2013)**

►► **Vertiefungsfächer**

►►► **Vertiefung in Ingenieurgeodäsie und Photogrammetrie**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and asses current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>103-0137-00L</b>	<b>Engineering Geodesy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Wieser, M. Varga</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Ingenieurgeodäsie: Methoden, Instrumente und Anwendungen.				
Lernziel	Die Studierenden lernen die Methoden, die wichtigsten Instrumente und typische Anwendungen der Ingenieurgeodäsie kennen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf durchgreifende Qualitätsbeurteilung, Sensoren und Multi-Sensorsysteme, Absteckung und Monitoring von Bauwerken gelegt. Die Studierenden werden vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten betreffend hochgenaue Richtungs-, Distanz- und Höhenmessung erwerben. Sie werden im Zusammenhang mit Bauprozessen und Bauwesen in interdisziplinäres Arbeiten eingeführt.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung: Definition, Methoden, Anwendungen</li> <li>- Planung und Realisierung geodätischer Netze</li> <li>- Hochgenaue Richtungs-, Distanz- und Höhenmessung</li> <li>- Ingenieurgeodäsie im Hoch- und Tiefbau</li> <li>- Tunnelvermessung</li> <li>- Monitoring: Deformationsmodelle, Methoden und Anwendungen</li> </ul>				
Skript	Die Folien zur Lehrveranstaltung sowie weitere Unterlagen werden den Studierenden in digitaler Form zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Kavanagh B.F. (2010) Surveying with Construction Applications. Prentice Hall.				
	Schofield W., Breach M. (2007) Engineering Surveying. Elsevier Ltd.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Geodätischer Messtechnik, Physikalischer Geodäsie, Referenzsystemen, GNSS und Parameterschätzung sind für das Verständnis der Lehrinhalte erforderlich. Diese Kenntnisse können zum Beispiel in den betreffenden Lehrveranstaltungen des Bachelorstudiums Geomatik und Planung erworben werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	

►►► **Vertiefung in Satellitengeodäsie und Navigation**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0178-00L</b>	<b>Geodetic Earth Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Soja, S. Behzadpour, M. Schartner</b>
Kurzbeschreibung	The three pillars of geodesy, i.e. the geometry, rotation and gravity field of the Earth contribute to Earth system monitoring and will be considered here. 1) Earth rotation: theory, estimation and interpretation; 2) Gravity field: satellite missions, theory, estimation and interpretation; 3) Geodynamics (geometry): plate tectonics, earthquake cycle, isostasy and uplift rates.				
Lernziel	Understand the basics of Earth rotation and gravity field theory, with what type of methods they are determined and what they contribute to monitoring the Earth system. Get familiar with the major geodynamic processes within the crust and mantle and how they are being observed and monitored.				

Inhalt	Part 1: Earth rotation - Kinematics of a solid body - Dynamic Eulerian equations of Earth rotation - Kinematic Eulerian equations of Earth rotation - Free rotation of the flattened Earth - Influence of Sun and Moon, Precession, Nutation - Earth as an elastic body - Determination of Earth rotation parameters - Mass distribution and mass transport affecting Earth rotation Part 2: Gravity field - Satellite missions - Gravity field determination from satellite data - Geoid computation from terrestrial data - Combination of satellite and terrestrial gravity fields - Precision of geoid computations - Mass distribution and transport affecting the Earth gravity field Part 3: Geodynamics: - Plate tectonics theory: including ocean bottom floor magnetism Curie temperature, age of the ocean bottom floor - Notions on crust material (oceanic/continental) - Concepts of mantle plumes, mantle convection and mantle flow and evidences supporting them - Earthquake cycle: elastic rebound theory, strain and stress measurements and measurements in the field during inter-, co- and post-seismic periods - Isostasy and strength models - Surface uplift rate applied to continental crust, volcanism, eroded areas.
Skript	A script and slides will be made available
Literatur	Beutler G., Methods of Celestial Mechanics. II: Application to Planetary System, Geodynamics and Satellite Geodesy, Springer, ISBN 3-540-40750-2, 2005.  Hofmann-Wellenhof B. and Moritz H., Physical Geodesy, Springer, ISBN 13-978-3-211-33544-4, 2005/2006.  Fowler C.M.R., The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge Univ. Press, ISBN 0-521-38590-3, 2005.
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Space Geodesy

<b>401-6624-11L</b>	<b>Applied Time Series</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	The course starts with an introduction to time series analysis (examples, goal, mathematical notation). In the following, descriptive techniques, modeling and prediction as well as advanced topics will be covered.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models, advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				
Skript	A script will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				

<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik		gefördert	

### ►►► Vertiefung in GIS und Kartographie

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>103-0228-00L</b>	<b>Research Topics in Cartography</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an opportunity for students to become familiar with current research topics in Cartography. The course is comprised of lectures given by national and international scientists in the field of Cartography, hands-on exercises for digital map processing methods, and projects to work on current research challenges. A particular focus will be feature extraction from historical maps.				

Lernziel	The goal of this course is to provide an overview of Cartographic research topics as well as to equip the students with theoretical knowledge and practical skills to process digital maps. Students will learn about the fundamental programming concepts that will enable them to make use of existing image processing techniques as well as how to improve existing methods for specific map processing challenges.				
Inhalt	This course will cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Current research in Cartography</li> <li>• Digital map processing methods and challenges</li> <li>• Hands-on programming exercises to work with raster and vector data (incl. common software libraries for image processing)</li> <li>• Improvement of map processing methods (e.g., conflation, template matching, artificial intelligence)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes and additional material are available on Moodle.				
Literatur	References to relevant literature will be provided as part of the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	The concepts discussed in this course make use of the Python programming language. Hence, basic knowledge in Python (or another high-level programming language) is expected. Basic knowledge about GIS and cartography is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		geprüft	
<b>103-0247-00L</b>	<b>Mobile GIS and Location-Based Services</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>P. Kiefer</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the theoretical and technological background of mobile geographic information systems and location-based services. In lab sessions students acquire competences in mobile GIS design and implementation.				
Lernziel	Students will <ul style="list-style-type: none"> <li>- learn about the implications of mobility on GIS</li> <li>- get a detailed overview on research fields related to mobile GIS</li> <li>- get an overview on current mobile GIS and LBS technology, and learn how to assess new technologies in this fast-moving field</li> <li>- achieve an integrated view of Geospatial Web Services and mobile GIS</li> <li>- acquire competences in mobile GIS design and implementation</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LBS and mobile GIS: architectures, market, applications, and application development</li> <li>- Development for Android</li> <li>- Introduction to augmented reality development</li> <li>- Mobile decision-making, context, personalization, and privacy</li> <li>- Mobile human computer interaction and user interfaces</li> <li>- Mobile behavior interpretation</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Elementary programming skills (Java)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>103-0747-00L</b>	<b>Cartography Lab</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	<b>L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	Selbständige Semesterarbeit in Kartografie.				
Lernziel	Selbständige Ausführung einer Semesterarbeit in Kartografie.				
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung.				
Skript	Merkblatt wird von den Übungsbetreuern abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	BSc-Stufe: Kartografie Grundzüge, Kartografie II; MSc-Stufe: Application Development in Cartography.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>103-0252-00L</b>	<b>Spatial Data Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Raubal</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Spatial data science is a subset of Data Science that focuses on the unique characteristics of spatial data. The seminar will cover important topics as well as seminal and current research papers from the domain of spatial data science. The course will mainly consist of readings and discussion.				
Lernziel	Students will get an overview of important research topics and methods in the field of Spatial Data Science. They will also discuss and present some of the papers.				
Literatur	Research papers will be provided in digital form.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

### ▶▶▶ Vertiefung in Planung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0458-00L	<b>Haushälterische Bodennutzung</b> <i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Nebel</b>

**Kurzbeschreibung** Die Lehrveranstaltung widmet sich den aktuellen Herausforderungen für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden. Dabei werden Instrumente und Verfahren zur Umsetzung einer qualitativsten Siedlungsentwicklung nach innen aufgezeigt. Die Betrachtung erfolgt dabei differenziert nach den verschiedenen Planungsebenen. Diverse externe Gastreferate aus Forschung und Praxis ergänzen die Vorlesung.

**Lernziel** Die Studierenden verstehen die Hintergründe, Grundlagen, Ziele und Ansätze einer nach innen gerichteten Siedlungsentwicklung und sind in der Lage, die zentralen Argumente für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden verständlich und nachvollziehbar zusammenzufassen. Ferner können sie, differenziert und massgeschneidert auf die Ausgangslage, inhaltliche und prozessuale Lösungsansätze für die Umsetzung einer hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen aufzeigen.

**Inhalt**

- Siedlungsentwicklung und Siedlungsflächeninanspruchnahme: Fakten, Trends, Ursachen und Folgen
- Siedlungsentwicklung nach innen: Grundlagen und strategische Zielsetzungen
- Übersichten über Siedlungsflächenreserven
- Formelle und informelle Instrumente und Verfahren für eine hochwertige Siedlungsentwicklung nach innen
- Siedlungsflächenmanagement: Umsetzung auf kommunaler, kantonaler und nationaler Ebene
- ergänzende aktuelle externe Inputs aus Forschung und Praxis

**Skript** Die Unterlagen zur Vorlesung werden auf Moodle bereitgestellt.

**Voraussetzungen / Besonderes** Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft geprüft

103-0318-02L	<b>GIS-Based 3D Landscape Visualization</b> <i>Beschränkte Teilnehmerzahl.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Wissen Hayek, A. Grêt-Regamey</b>
--------------	---	----------	-------------	-----------	---

*Bitte erkundigen Sie sich bei der Dozentin per Email, ob noch Plätze frei sind.*

**Kurzbeschreibung** Concepts, methods and techniques for 3D landscape visualization and auralization and their application in landscape and environmental planning. Practical application of a workflow for audiovisual 3D landscape simulation. Reflection of relevant aspects such as the choice of viewpoints, the landscape sections, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape.

**Lernziel** The main goals of this lab are (1) to know digital techniques for audiovisual 3D landscape simulation, (2) to know different examples and application areas for GIS-based audiovisual 3D landscape simulations, (3) to establish software skills in 3D landscape visualization and auralization, and (4) to be able to explain principles of audiovisual 3D landscape simulation, which are important for landscape and environmental planning situations, and to apply these for the evaluation or the planning of 3D landscape visualizations and auralizations.

**Inhalt** The lectures provide an introduction to the area of GIS-based 3D landscape visualization and on visualization principles. Examples of audiovisual 3D landscape simulations generated and applied in different projects are presented. The theoretical principles for 3D landscape visualization and auralization are consolidated in small exercises during the whole course. These exercises are organized in a way, that a workflow for audiovisual 3D landscape simulation can be reproduced. Thereby aspects such as the choice of viewpoints, the sections of a landscape, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape are reflected.

**Skript** Handouts of the slides used in the lectures will be made available for download.

**Voraussetzungen / Besonderes** English

Limited number of participants.

Please send an email to the lecturer to make sure that places are still available.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

---

**103-0338-00L**     **Projektwoche Landschaftsentwicklung**     **W**     **5 KP**     **9P**     **S.-E. Rabe, E. Celio, A. Grêt-Regamey**

**Kurzbeschreibung** In der Lehrveranstaltung werden insbesondere die Aspekte Erfassen, Verstehen und Bewerten von landschaftsrelevanten Nutzungen, Ansprüchen und Entwicklungen vermittelt. Es werden für die Landschaftsentwicklung eines realen Projektgebietes Zielvorstellungen entwickelt und entsprechende Massnahmen definiert.

**Lernziel** Die Studentinnen und Studenten können:  
- die Zusammenhänge bezüglich der Ausgestaltung der Landschaft erkennen und verstehen.  
- die Landschaft als Ganzes und in Einzelementen erfassen und bewerten.  
- die Konzepte des Landschaftsansatzes verstehen und anwenden  
- fundierte Massnahmen erarbeiten und für die Akteure des Projektgebietes angemessen präsentieren.

**Inhalt** Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus:  
- theoretischen Inputs interner und externer Referenten  
- einer Vorexkursion ins Projektgebiet  
- Gruppenarbeiten  
- der Projektwoche und der Erarbeitung eines Berichtes

Je nach zu bearbeitendem Themenbereich (bspw. Gewässer, Landschaftsästhetik, Naturgefahren, Naturschutz) werden entsprechende Methoden eingesetzt, welche in Gruppen selbständig erarbeitet und dokumentiert werden. Dies gilt sowohl für die Methoden zur Erfassung und Bewertung von Landschaftselementen und –eigenschaften als auch für die Erarbeitung der planerischen Grundlagen und Entwürfe.

Fragestellungen und Methoden werden in der Vorbereitung erarbeitet und definiert um in der Projektwoche angewandt zu werden. Aufbauend auf den Bewertungen werden Massnahmen erarbeitet, die auf die eingangs definierte Fragestellung unter Berücksichtigung einer wünschenswerten Entwicklung zugeschnitten sind.

**Skript** Kein Skript. Die Unterlagen, bestehend aus Präsentationsunterlagen der einzelnen vorbereitenden Inputs und zugehörigen Materialien stehen auf der Homepage des Fachbereichs PLUS zum Download bereit.

Download: [http://ir1.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche\\_landschaftsentwicklung.html](http://ir1.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html)

**Literatur** Wird im Rahmen der Lehrveranstaltung genannt.

**Voraussetzungen / Besonderes** Voraussetzungen sind ein Interesse an landschaftsbezogenen Fragestellungen und das Engagement zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Grundwissen zu planerischen Instrumenten (bspw. Umweltplanung) wird vorausgesetzt.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft	
			Analytische Kompetenzen	geprüft
			Entscheidungsfindung	geprüft
			Problemlösung	geprüft
			Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Kundenorientierung	geprüft	
			Sensibilität für Vielfalt	gefördert
			Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
Kreatives Denken		geprüft		
Kritisches Denken		geprüft		
Integrität und Arbeitsethik		gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

---

**103-0428-02L**     **Urban Design Studio for Planners**     **W**     **6 KP**     **4G**     **A. Kuitenbrouwer, C. Sinatra**  
*Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.*

**Kurzbeschreibung** The course Urban Design Studio for Planners is an introduction to urban design through design workshops supported by tutorials and input lectures. What added value can the tools and concepts of urban design give to planning approaches? In this course students will learn how to observe, analyse, and design functional, desirable, equitable, sustainable urban spaces.

**Lernziel** The overall aim of the course is to develop design skills for planners, from design thinking to project creation, in an urban context.

On completion of the course a student should be able to

- understand the multidisciplinary nature of urban design and implement it
- autonomously conduct analysis and learn from case studies
- create proposals in view of a particular objective and develop an urban design project



**Inhalt**

Planners are responsible for developing urban areas that meet the needs of communities and prepare territories, cities, towns and villages for the challenges of the future. This practice draws from many disciplines: architecture, engineering, economics, sociology, political science, public health, finance and many others. As planning seeks to address numerous elements of city life, it is intrinsically linked to design understanding and design thinking.

Urban design is the process of shaping the physical setting for life in cities, towns and villages. It involves the design of buildings, public spaces and landscapes, among others, and establishing the processes that make successful spatial development possible. Urban design is essential in making places that are successful both socially and economically, good to live in, and attractive to visit. It is effective planning in the widest sense, helping to deliver better public services, achieve value for money in new developments, and to make good use of scarce resources

The course focuses on both design principles and design methodologies. This is mirrored in the hybrid structure of the course made of both of workshops, tutorials and input lectures applied in a studio setting.

The design workshops will focus design methodologies in a step-by-step process, learning through tutorials how to use computer based drawing and mapping tools to develop and illustrate design proposals.

The tutorials will provide the setting to learn technical skills and cover following tools:

- Basic Drawing Tutorials
- Project Storytelling and Graphics

The input lectures will focus on design principles and design processes through presentations. They will introduce necessary key concepts on the design process and cover following theme packages:

- Context Analysis
- Case Studies
- Developing Scenarios
- Design Proposal

In a studio setting, students will collaborately follow an iterative and reflective process to build design skills and graphic approaches. Through synthesis of collective learning, they will develop a project-based exchange and application of interdisciplinary ideas and techniques. This work will use a site in Switzerland as a context for exploring the complex interactions between users, program, buildings, public spaces, infrastructure, and environmental systems, and ultimately reach a multilayered outcome - the urban design project. During studio time students will therefore have the opportunity to apply concepts and tools for developing their final urban design project.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

701-1522-00L	Multi-Criteria Decision Analysis	W	3 KP	2G	J. Lienert
<b>Kurzbeschreibung</b>	This introduction to "Multi-Criteria Decision Analysis" combines prescriptive Decision Theory (Multi-Attribute Value and Utility Theory) with practical application and computer-based decision support systems. Aspects of descriptive (behavioral) Decision Theory (psychology) are introduced. Participants apply the theory to an environmental decision problem (group work).				
<b>Lernziel</b>	The main objective is to learn "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT) and apply it step-by-step to an environmental decision problem. Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) is shortly introduced. At the end, participants should be able to carry out MCDA on their own, in research projects and in practice (e.g., working as consultant). The participants learn how to structure complex decision problems and break them down into manageable parts. An important aim is to integrate the objectives and preferences of different decision-makers or stakeholders. The participants will practice how to elicit subjective (personal) preferences from stakeholders with structured interviews. They will learn to include uncertainty in decision models and test assumptions with sensitivity analyses. Participants should have an understanding of people's limitations to decision-making, based on insights from descriptive Decision Theory. They will use formal computer-based tools to integrate "objective / scientific" data with "subjective / personal" preferences to find consensus solutions that are acceptable to different stakeholders.				
<b>Inhalt</b>	<p><b>GENERAL DESCRIPTION</b></p> <p>Multi-Criteria Decision Analysis is an umbrella term for a set of methods to structure, formalize, and analyze complex decision problems involving multiple objectives (aims, criteria), many different alternatives (options, choices), and different stakeholders which may have conflicting preferences. Uncertainty (e.g., of environmental data) adds to the complexity of environmental decisions. MCDA helps to make decision problems more transparent and guides stakeholders into making rational choices. Today, MCDA-methods are being applied to many complex decision situations. This class is designed for participants interested in transdisciplinary approaches that help to better understand real-world decision problems and that contribute to finding sustainable solutions. The course focuses on "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT). It gives a short introduction to "Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) and behavioral Decision Theory, the psychological field of decision-making.</p> <p><b>STRUCTURE</b></p> <p>The course consists of a combination of lectures, exercises and discussion in the class, exercises in small groups, and reading. Some exercises are computer assisted, applying the ValueDecisions app, a browser-based MCDA software in a user-friendly R-shiny interface. For the analyses, participants need a laptop. The participants will choose an environmental case study to work on in small groups throughout the semester. They will summarize this work in a graded report. Additional reading of selected sections in the textbook Eisenführ et al. (2010) is required to understand the theory. Participants' individual learning of MCDA will be tested in one mandatory quiz.</p> <p><b>GRADING</b></p> <p>The grade for the course is determined by one mandatory quiz at a fixed date that is individually completed during class (30%) and a semester-long group project with a final written group report to be delivered at the end of the semester (70%). There is no possibility to repeat the quiz! If participants miss the mandatory quiz, it is graded 1.</p> <p>Last cancellation / deregistration date for this graded semester performance: second Tuesday in March! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail" / unsatisfactory grade.</p>				
<b>Skript</b>	No script (see below)				

Literatur	Theory is supported by reading selected sections in: Eisenführ, Franz; Weber, Martin; and Langer, Thomas (2010) Rational Decision Making. 1st edition, 447 p., Springer Verlag, ISBN 978-3-642-02850-2.		
	Additional reading material will be recommended during the course. Lecture slides will be made available for download.		
Voraussetzungen / Besonderes	The course requires some understanding of (basic) mathematics. The "formal" parts are not too complicated and we will guide students through the mathematical applications and use of the ValueDecisions app (software). Participants should bring their own laptop (let us know if this is not possible).		
Kompetenzen	The course is limited to 30 participants (first come, first served).		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0009-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Nur für Geomatik MSc, Studienreglement 2013.</i>	O	24 KP	51D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	<p>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</p> <p>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</p> <p>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat;</p> <p>c. im Master-Studium mindestens 90 KP erworben hat, wobei die erforderlichen 12 KP für die interdisziplinäre Projektarbeit erworben sein müssen.</p> <p>Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Sie ist in einer der gewählten Vertiefungen zu verfassen und dauert 16 Wochen. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeiten des/der Studierenden, selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten, unter Beweis stellen.</p>				
Lernziel	Selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten.				
Inhalt	Themen und Aufgabenstellungen werden von den Professoren/Professorinnen ausgeschrieben. Ein Thema kann auch aufgrund einer Absprache zwischen dem/der Studierenden und dem Professor/der Professorin festgelegt werden.				

## ► Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur individuellen Auswahl offen.*

## ►► Wahlfächer ETH Zürich

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETH Zürich*

## ►► Empfohlene Wahlfächer des Studiengangs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0459-00L	<b>Logistics and Freight Transportation</b>	W	6 KP	4G	F. Corman, M. De Almeida Costa
Kurzbeschreibung	Grundsätze der Logistik und des Güterverkehrs; Angebote, Infrastruktur und Produktionsprozesse der verschiedenen Verkehrssysteme; regulatorische Rahmenbedingungen				
Lernziel	Erkennen und Verstehen der Zusammenhänge zwischen Logistikanforderungen, Markt, Angeboten, Betriebsprozessen, Infrastrukturen, Transportmitteln und Regulierung im Güterverkehr aller Transportsysteme (Strasse, Bahn, Kombiverkehr, Wasser und Luft).				
Inhalt	Logistikgrundsätze und -konzepte, Akteure der Logistik und des Güterverkehrs, Nachfrage (1), Lagerverwaltungssysteme, innerbetriebliche Logistik, Lagerung, Transportsicherung, Gefahrgut (2), Grundsätze der Angebotskonzepte, Produktionssysteme und Infrastruktur für Strasse, Schiene, Kombinierten Verkehr, Hochsee- und Binnenschifffahrt und Luftverkehr, urbane Logistik (3), Güterverkehrspolitik, Regulierung, Raumplanung, Standortfragen und Netzgestaltung mit Optimierungsverfahren (4)				
Skript	Die Kurssprache ist Englisch. Folien in englischer Sprache werden abgegeben, sowie Verweise auf Bücher und Referenzmaterial.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft		
		Verfahren und Technologien			geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft		
		Entscheidungsfindung			geprüft		
		Medien und digitale Technologien			gefördert		
		Problemlösung			geprüft		
		Projektmanagement			geprüft		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation			geprüft
				Kooperation und Teamarbeit			gefördert
				Kundenorientierung			gefördert
				Menschenführung und Verantwortung			gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert		
		Verhandlung			gefördert		
		Anpassung und Flexibilität			gefördert		
		Kreatives Denken			geprüft		
		Kritisches Denken			geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		
		<b>101-0488-01L</b>	<b>Fuss- und Veloverkehr</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Walter, E. Bosina, M. Meeder</b>
		Kurzbeschreibung	Grundlagen der Fussverkehrsplanung sowie der Planung von Anlagen des Radverkehrs, Transporttechnische Eigenschaften des Menschen, Entwurf von Fuss- und Radverkehrsnetzen, Anlagen des Fuss- und Radverkehrs, Mikrosimulation des Fussverkehrs, Beurteilung von Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität				
Lernziel	Erwerb von Grundkenntnissen im Bereich der Fuss- und Radverkehrsplanung, Kenntnis und Verständnis der transporttechnischen Eigenschaften des Menschen und der daraus folgenden Konsequenzen für den Entwurf und die Planung entsprechender Verkehrsanlagen, Fähigkeit zur Beurteilung der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit, Grundkenntnisse über die Mikrosimulation von Fussverkehrsströmen als zeitgemässes Planungs- und Analyseinstrument						
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung Fuss- und Veloverkehr</li> <li>2) Eigenschaften: Rad / Radfahrende / Zielgruppen</li> <li>3) Aufbau von Veloverkehrsnetzen</li> <li>4) Übung: Planung eines Radverkehrsnetzes.</li> <li>5) Anlagenentwurf Veloverkehr</li> <li>6) Veloparkierung</li> <li>7) Eigenschaften von zu Fuss Gehenden, Geschwindigkeit</li> <li>8) Fussverkehr: Leistungsfähigkeit und Qualität</li> <li>9) Fussverkehr Anlagengestaltung</li> <li>10) Fussverkehrsanlagen des öffentlichen Verkehrs</li> <li>11) Fussverkehr: Hindernisfreie Verkehrsräume</li> <li>12) Zählungen Fuss- und Veloverkehr</li> <li>13) Simulation des Fussverkehrs</li> <li>14) Technologie der Mikrosimulation des Fussverkehrs</li> <li>15) Übung: Dimensionierung von Fussverkehrsanlagen</li> <li>16) Shared Space</li> <li>17) Förderung des Fuss- und Veloverkehrs</li> <li>18) Exkursionen zu Themen des Fuss- und Veloverkehrs</li> </ol>						
Skript	Ausgewählte Materialien werden über die Moodle-Plattform in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.						
Literatur	Auf weiterführende Literatur wird jeweils in den Vorlesungen hingewiesen.						
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird unterstützt durch 2 Übungen sowie 2 Exkursionen zu den Themen Fuss- und Radverkehr.						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft		
		Verfahren und Technologien			geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft		
		Entscheidungsfindung			geprüft		
		Medien und digitale Technologien			geprüft		
		Problemlösung			geprüft		
		Projektmanagement			gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation			geprüft
				Kooperation und Teamarbeit			geprüft
				Kundenorientierung			gefördert
				Menschenführung und Verantwortung			gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert		
		Verhandlung			gefördert		
		Anpassung und Flexibilität			geprüft		
		Kreatives Denken			geprüft		
		Kritisches Denken			geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft		
		<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
		Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				

Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>103-0798-00L</b>	<b>Geodetic Project Course ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Anrechnung im Studienplan 2013: Wahlfächer</i> <i>Anrechnung im Studienplan 2022: Vertiefungsfächer</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>9P</b>	<b>B. Soja, K. Schindler, A. Wieser</b>
Kurzbeschreibung	Dreiwöchige Arbeit an einem geodätischen Projekt mit Praxisbezug				
Lernziel	Planung, Durchführung und Präsentation eines geodätischen Projekts, inklusive Feldarbeit				
Inhalt	Gruppenweise, selbständige Bearbeitung aktueller Vermessungsprojekte und Erstellung eines Technischen Berichtes (Projektbeschreibung, Auswertung, Resultate und Interpretationen), Möglichkeit der Weiterführung in Master- oder Projektarbeiten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs findet wieder im FS 2023 statt. Innerhalb des Blockkurses von 3 Wochen finden während ca. 2 Wochen Feldarbeiten statt. Ca. 1 weitere Woche ist für Vor- und Nacharbeiten vorgesehen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>102-0617-01L</b>	<b>Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Hajsek, O. Frey, L. Huang</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to get an overview of several methodologies/algorithms for analysis of different sensor specific information products. It is focused at students that like to deepen their knowledge and understanding of remote sensing for environmental applications.				
Lernziel	The course is divided into two main parts, starting with a brief introduction to remote sensing imaging (4 lectures), and is followed by an introduction to different methodologies (8 lectures) for the quantitative estimation of bio-/geo-physical parameters. The main idea is to deepen the knowledge in remote sensing tools in order to be able to understand the information products, with respect to quality and accuracy.				
Inhalt	Each lecture will be composed of two parts: Theory: During the first hour, we go through the main concepts needed to understand the specific algorithm. Practice: During the second hour, the student will test/develop the actual algorithm over some real datasets using Matlab. The student will not be asked to write all the code from scratch (especially during the first lectures), but we will provide some script with missing parts or pseudo-code. However, in the later lectures the student is supposed to build up some working libraries.				
Skript	Handouts for each topic will be provided.				
Literatur	Suggested readings: T. M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Verlag, 2008 J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	At the end of the course (last course day) there will a written exam.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

<b>103-0427-00L</b>	<b>Regionalökonomie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Buser, C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Regionalökonomie fokussiert auf die theoretische Betrachtung der Faktorallokation im Raum und der Wachstumsdeterminanten. Die Vorlesung nimmt eine übergeordnete Sichtweise ein (top down) und betrachtet regionale Entwicklung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Diskussion von wachstums- und regionalpolitischen Implikationen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen theoretische Grundlagen der räumlichen Ökonomie und regionalen Wachstumstheorien kennen; sie sollen die Kompetenz erwerben, raumwissenschaftliche und regionalökonomische Konzepte und Theorien auf konkrete Fragestellungen aus ihrem Studienbereich anwenden zu können.				
Inhalt	Ursprung der "Raumwirtschaftslehre" Regionalwirtschaftliche Kennzahlen und Wachstumsanalyse Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Wachstumstheorien Regionale Innovationstheorie (Innovationsprozesse, Clustertheorie und Innovationspolitik) Regionaler Arbeitsmarkt Theorie und politische Implikationen an Beispielen (Neue Regionalpolitik NRP, regionale Innovationssysteme RIS) Evaluation Politikinstrumente der Regionalentwicklung Gastreferat und Einbezug aktueller Ereignisse und Medien				
Skript	Die Vorlesungsmaterialien werden auf folgenden Websites jeweils im Voraus aufgeschaltet:  <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html</a>				
Literatur	Die Unterlagen werden abgegeben, es werden Hinweise auf die nachfolgende, freiwillige Fachliteratur gegeben:  Bathelt, H., Glückler J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 4. Auflage. ISBN: 978-3-8252-8728-3  Eisenhut, P. und Sturm J-E. (2022): Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2022/2023. Rüegger Verlag, Zürich. ISBN: 978-3-7253-1081-4  Eckey, H.-F. (2008): Regionalökonomie. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0999-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Deutsch				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement		geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung		geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft	

## ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BAUG*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0132-AAL</b>	<b>Geodetic Metrology Fundamentals</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>A. Wieser</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die wichtigsten Arbeits-, Rechenmethoden und Sensoren der Geodätischen Messtechnik				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Sensoren, Arbeits- und Rechenmethoden der Geodätischen Messtechnik				
Inhalt	Überblick über die Arbeitsgebiete der Geodätischen Messtechnik Geodätische Instrumente und Sensoren 3D-Koordinatenbestimmung mit GNSS, Tachymeter, Nivellement Rechenmethoden der Geodätischen Messtechnik Beurteilung der Präzision, Einführung in die Varianzfortpflanzung Aufnahme und Absteckung				
Skript	Die Folien des regulären Kurses "Geodätische Messtechnik Grundzüge" werden zur Verfügung gestellt.				

Literatur	Witte B, Sparla P (2015) Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen. 8. Aufl., Wichmann Verlag				
	Uren J, Price WF (2010) Surveying for Engineers. Palgrave Macmillan (Englisch)				
<b>103-0187-AAL</b>	<b>Satellite Geodesy</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>3R</b>	<b>M. Aichinger-Rosenberger</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Einführung in die Prinzipien der Navigation und deren technische Realisierungen in Multi-Sensor-Systemen zur Positions- und Lagebestimmung. Vermittlung praktischer Erfahrung im Umgang mit Inertialsensoren und deren Kombination mit GNSS. Auswertung ausgewählter Datensätze und kritische Evaluierung der Ergebnisse.				
Lernziel	Bewusstsein der eigenen Navigationsfähigkeiten; Mathematische Formulieren der Grundprinzipien der Navigation; Verständnis, wie diese Grundprinzipien in modernen Navigationssystemen umgesetzt sind; Praktische Erfahrung im Umgang mit Inertialsensoren und deren Kombination mit GNSS in Filterlösungen; Kenntnis ausgewählter Navigationssysteme für die Luftfahrt und Lagebestimmung von Raumfahrzeugen.				
Skript	Vorlesungsskript ist verfügbar in Englisch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>103-0214-AAL</b>	<b>Cartography Fundamentals</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>L. Hurni</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Basic knowledge about communication with spatial information by using plans and maps, about the most important design rules and production methods for map graphics.				
Lernziel	Acquire basic knowhow about communication with spatial information by using plans and maps, about the most important design rules and production methods for map graphics. Ability to assess existing products with respect to their content-related and design quality. Ability to design proper plans and well designed legends for basic maps.				
Inhalt	Definitions "map" and "cartography" Map types Current tasks and situation of cartography Map history Spatial reference systems Map projections Map concepts and workflow planning Map design Topographic maps Analogous and digital map production technology Prepress technology Printing technology Map critics				
Skript	A specific programme for students with "additional requirements" will be provided. Please contact the supervisors.				
Literatur	Links to references and other materials will be provided by the supervisors.				
<b>103-0253-AAL</b>	<b>Parameter Estimation</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>E. Brockmann</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides basic knowledge on parameter estimation and data processing. The necessary mathematical and statistical methods are developed and are applied to actual examples in geomatics.				
Lernziel	The students are capable of analysing measurements with appropriate methods. They can optimally extract model parameters from real measurements and are able to analyse and to retrieve additional information from data series. They understand the underlying algorithms of different geodetic analysis tools and processing methods.				
<b>252-0846-AAL</b>	<b>Computer Science II</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>C. Cotrini Jimenez, M. Fischer</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides the foundations of programming and working with data. Computer Science II particularly stresses code efficiency and provides the basis for understanding, design, and analysis of algorithms and data structures. In terms of working with data, foundations required for understanding experimental data and notation and basic concepts for machine learning are covered.				
Lernziel	Based on the knowledge covered by the lecture Computer Science I, the primary educational objective of this course is the constructive knowledge of data structures and algorithms. After successfully attending the course, students have a good command of the mechanisms to construct a program in Python and to work with multidimensional data using Python libraries. Students particularly understand how an algorithmic problem can be solved with a sufficiently efficient computer program. Secondary educational objectives are formal thinking, the power of abstraction, and appropriate modeling capabilities.				

Inhalt	Introduction of Python: from Java to Python, advanced concepts and built-in data structures in Python; parsing data, operating on data using Numpy and visualization using Matplotlib; linear regression, classification and (k-means) clustering, mathematical tools for the analysis of algorithms (asymptotic function growth, recurrence equations, recurrence trees), classical algorithmic problems (searching, selection and sorting), design paradigms for the development of algorithms (divide-and-conquer and dynamic programming), data structures for different purposes (linked lists, trees, heaps, hash-tables). The relationship and tight coupling between algorithms and data structures is illustrated with graph algorithms (traversals, topological sort, closure, shortest paths).		
	In general, the concepts provided in the course are motivated and illustrated with practically relevant algorithms and applications. Exercises are carried out in Code-Expert, an online IDE and exercise management system. Programming language used in this course is Python.		
Skript	The slides will be available for download on the course home page.		
Literatur	T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms , 3rd ed., MIT Press, 2009		
Voraussetzungen / Besonderes	Preliminaries: course 252-0845 Computer Science or equivalent knowledge in programming.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert

<b>406-0141-AAL</b>	<b>Linear Algebra</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to Linear Algebra and Numerical Analysis for Engineers. The contents of the course are covered in the book "Introduction to Linear Algebra" by Gilbert Strang (SIAM, 2003). MATLAB is used as a tool to formulate and implement numerical algorithms.				
Lernziel	To acquire basic knowledge of Linear Algebra and of a few fundamental numerical techniques. The course is meant to hone analytic and algorithmic skills.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vectors and vector spaces</li> <li>2. Solving linear systems of equations (Gaussian elimination)</li> <li>3. Orthogonality</li> <li>4. Determinants</li> <li>5. Eigenvalues and eigenvectors</li> <li>6. Linear transformations</li> <li>7. Numerical linear algebra in MATLAB</li> <li>8. (Piecewise) polynomial interpolation</li> <li>9. Splines</li> </ol>				
Literatur	G. Strang, "Introduction to linear algebra", Third edition, 2003, ISBN 0-9614088-9-8, <a href="http://math.mit.edu/linearalgebra/">http://math.mit.edu/linearalgebra/</a>  T. Sauer. "Numerical analysis", Addison-Wesley 2006				

<b>406-0242-AAL</b>	<b>Analysis II</b>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>M. Akveld, weitere Dozierende</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Mathematical tools of an engineer				
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems, mathematical formulation of problems in science and engineering. Basic mathematical knowledge of an engineer				
Inhalt	Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics.				
Literatur	- James Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole - William L. Briggs / Lyle Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education (Chapters 10 - 14)				

<b>406-0243-AAL</b>	<b>Analysis I and II</b>	<b>E-</b>	<b>14 KP</b>	<b>30R</b>	<b>M. Akveld, weitere Dozierende</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Mathematical tools for the engineer				
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems. Basic mathematical knowledge for engineers.		Mathematical formulation of technical and scientific problems.		
Inhalt	Short introduction to mathematical logic. Complex numbers. Calculus for functions of one variable with applications. Simple types of ordinary differential equations. Simple Mathematical models in engineering.  Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics.				

Literatur	Textbooks in English: - J. Stewart: Calculus, Cengage Learning, 2009, ISBN 978-0-538-73365-6 - J. Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole (e.g. Appendix G on complex numbers) - V. I. Smirnov: A course of higher mathematics. Vol. II. Advanced calculus - W. L. Briggs, L. Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education Textbooks in German: - M. Akveld, R. Sperb: Analysis I, vdf - M. Akveld, R. Sperb: Analysis II, vdf - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg Verlag - L. Papula: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag				
<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]  From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				
<b>406-0062-AAL</b>	<b>Physics I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the concepts and tools in physics: mechanics of point-like and rigid bodies, elasticity theory, elements of hydrostatics and hydrodynamics, periodic motion and mechanical waves.				
Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve them. The student should acquire an overview over the basic concepts in mechanics.				
Inhalt	Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4  Chapters: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (without: 6-5, 6-6, 6-8), 7, 8 (without 8-9), 9, 10 (without 10-10), 11 (without 11-7), 13 (without 13-13, 13-14), 14 (without 14-6)				
Literatur	see "Content"  Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2002, 544 S, ca.: Fr. 68.-				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>406-0063-AAL</b>	<b>Physics II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the "way of thinking" and the methodology in Physics. The Chapters treated are Magnetism, Refraction and Diffraction of Waves, Elements of Quantum Mechanics with applications to Spectroscopy, Thermodynamics, Phase Transitions, Transport Phenomena.				
Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve the latter. The student should acquire an overview over the basic concepts used in the theory of heat and electricity.				
Inhalt	Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4  Chapters: 17 (without 17-5, 17-10), 18 (without 18-5, 18-6, 18-7), 19, 20 (without 20-7, 20-8, 20-9, 20-10, 20-11), 21 (without 21-12), 23, 25 (without 25-9, 25-10), 26 (without 26-4, 26-5, 26-7), 27, 28 (without 28-4, 28-5, 28-8, 28-9, 28-10), 29 (without 29-5, 29-8), 32 (without 32-8), 33 (without 33-4, 33-5, 33-9, 33-10), 34 (without 34-4, 34-6, 34-7), 35 (without 35-2, 35-3, 35-9, 35-11, 35-12, 35-13), and 15 waves (without 15-3, 15-5, 15-7, 15-9, 15-10, 15-11)				
Literatur	see "Content"  Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2 Elektrizität, Optik, Wellen Verlag Wiley-VCH, 2003, Fr. 77.-				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>103-2233-AAL</b>	<b>GIS Basics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in geoinformation technologies: database principles, including modeling of spatial information, geometric and semantic models, topology and metrics; practical training with GIS software.				
Lernziel	Know the fundamentals in geoinformation technologies for the realization, application and operation of geographic information systems in engineering projects.				
Inhalt	Modelling of spatial information Geometric and semantic models Topology & metrics Raster and vector models Databases Applications Labs with GIS software				
Literatur	Worboys, M., & Duckham, M. (2004). GIS - A Computing Perspective (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press. O'Sullivan, D., & Unwin, D. (2010). Geographic Information Analysis (second ed.). Hoboken, New Jersey: Wiley.				
<b>102-0675-AAL</b>	<b>Earth Observation</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>I. Hajnssek</b>
Kurzbeschreibung	The aim of the course is to provide the fundamental knowledge about earth observation sensors, techniques and methods for bio/geophysical environmental parameter estimation.				
Lernziel	The aim of the course is to provide the fundamental knowledge about earth observation sensors, techniques and methods for bio/geophysical environmental parameter estimation. Students should know at the end of the course: 1. Basics of measurement principle 2. Fundamentals of image acquisition 3. Basics of the sensor-specific geometries 4. Sensor-specific determination of environmental parameters				
<b>103-0849-AAL</b>	<b>Multivariate Statistics and Machine Learning</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>K. Schindler</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to statistical modelling and machine learning.				

Lernziel	The goal is to familiarise students with the principles and tools of machine learning, and to enable them to apply them for practical data analysis.		
Inhalt	multivariate probability distributions; comparison of distributions; regression; classification; model selection and cross-validation; clustering and density estimation; mixture models; neural networks		
Literatur	- Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer 2009 - Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006 - Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Wiley 2012		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft

<b>401-0363-AAL</b>	<b>Analysis III</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>A. Iozzi</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	The focus lies on the simplest cases of three fundamental types of partial differential equations of second order: the Laplace equation, the heat equation and the wave equation.				
Literatur	Reference books and notes				
	Main books:				
	Giovanni Felder: "Partielle Differenzialgleichungen für Ingenieurinnen und Ingenieure" (Download PDF: <a href="http://www.math.ethz.ch/u/felder/Teaching/Partielle_Differenzialgleichungen">http://www.math.ethz.ch/u/felder/Teaching/Partielle_Differenzialgleichungen</a> ), Erwin Kreyszig: "Advanced Engineering Mathematics", John Wiley & Sons, just chapters 11, 16.				
	Extra readings:				
	Norbert Hungerbühler: "Einführung in die partiellen Differentialgleichungen", vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Yehuda Pinchover, Jacob Rubinstein: "Partial Differential Equations", Cambridge University Press 2005.				
	For reference/complement of the Analysis I/II courses:				
	Christian Blatter: Ingenieur-Analysis (Download PDF)				
Voraussetzungen / Besonderes	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.				

<b>252-0856-AAL</b>	<b>Computer Science</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>F. Friedrich Wicker, R. Sasse</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet eine Einführung in das Programmieren mit einem Fokus auf systematischem algorithmischem Problemlösen. Lehrsprache ist C++. Es wird keine Programmiererfahrung vorausgesetzt.				
Lernziel	Primäres Lernziel der Vorlesung ist die Befähigung zum Programmieren mit C++. Studenten beherrschen nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung die Mechanismen zum Erstellen eines Programms, sie kennen die fundamentalen Kontrollstrukturen, Datenstrukturen und verstehen, wie man ein algorithmisches Problem in ein Programm abbildet. Sie haben eine Vorstellung davon, was "hinter den Kulissen" passiert, wenn ein Programm übersetzt und ausgeführt wird. Sekundäre Lernziele der Vorlesung sind das Computer-basierte, algorithmische Denken, Verständnis der Möglichkeiten und der Grenzen der Programmierung und die Vermittlung der Denkart eines Computerwissenschaftlers.				
Inhalt	Wir behandeln fundamentale Datentypen, Ausdrücke und Anweisungen, (Grenzen der) Computerarithmetik, Kontrollanweisungen, Funktionen, Felder, zusammengesetzte Strukturen und Zeiger. Im Teil zur Objektorientierung werden Klassen, Vererbung und Polymorphie behandelt, es werden exemplarisch einfache dynamische Datentypen eingeführt. Die Konzepte der Vorlesung werden jeweils durch Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.				
Skript	Ein Skript in englischer Sprache wird semesterbegleitend herausgegeben. Das Skript und die Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				
Literatur	Bjarne Stroustrup: Einführung in die Programmierung mit C++, Pearson Studium, 2010 Stephen Prata: C++ Primer Plus, Sixth Edition, Addison Wesley, 2012 Andrew Koenig and Barbara E. Moo: Accelerated C++, Addison-Wesley, 2000.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser virtuelle Kurs zum Selbststudium wird im Herbstsemester auch als physikalischer Kurs angeboten. Studenten ist empfohlen die Vorlesung und Übungen des physikalischen Kurses 252-0856-00L zu besuchen.				

### Geomatik Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Geschichte und Philosophie des Wissens Master

## ► Grundlagenfächer

### ►► Vorlesungen und Vorlesungen mit Übungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0726-00L</b>	<b>Geschichte II: Global (Anti-Imperialismus und Dekolonisation, 1919-1975)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Fischer-Tiné</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung soll ein Einblick in die verschiedenen Wege zur Unabhängigkeit ehemaliger Kolonien in Asien und Afrika seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts präsentiert werden.				
Lernziel	Den Studierenden soll in dieser Vorlesung ein Einblick in die Geschichte der aussereuropäischen Welt gewährt werden, wobei sowohl deren politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Transformation auf dem Hintergrund kolonialer Durchdringungsstrategien sowie des Widerstandes anticolonialer Bewegungen erläutert werden soll. Damit soll sichtbar werden, dass Gesellschaften in Asien, Afrika und dem Pazifik nicht einfach Produkte kolonialer Durchdringung oder anticolonialen Widerstands sind, sondern dass beides in jeweils unterschiedlichem Mass die heutige politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Eigen- und Fremdwahrnehmung dieser Weltteile in erheblichem Ausmass bestimmt. Eine differenzierte Kenntnis des langen und schwierigen Dekolonisationsprozesses ist daher wichtige Voraussetzung für ein Verständnis der heutigen weltpolitischen Lage, die noch immer von dem Streben nach einer gerechteren post-imperialen Weltordnung gekennzeichnet ist.				
Literatur	Jansen, J.C. und Osterhammel, J., Dekolonisation: Das Ende der Imperien, München 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ein ausführlicher Sitzungsplan wird rechtzeitig aufgeschaltet unter <a href="http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html">http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html</a>				
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	The course aims are: 1. To introduce students to the historicity of mathematics 2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view 3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects 4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics 5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices				
<b>851-0197-00L</b>	<b>Medieval and Early Modern Science and Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Sammarchi</b>
Kurzbeschreibung	The course examines several aspects of the interconnections between science and philosophy from the Middle Ages to the early modern times.				
Lernziel	The course aims are: - to introduce students to the history of science; - to introduce students to the philosophical dimension of science; - to develop a critical understanding of scientific notions; - to acquire skills in order to analyse and comment on primary and secondary sources.				
Inhalt	The course is focused on the investigation of scientific thought between 1000 and 1700, that is to say the period that saw the flourishing of natural philosophy, and the birth of the modern scientific method. Several case-studies, taken from different scientific fields (especially mathematics, astronomy, and experimental sciences) are presented in class in order to study the interconnections between science and philosophy, as well as the shift from the medieval to the early modern world.				
Literatur	(main reference) Rossi, Paolo, The birth of Modern science, Oxford : Blackwek Publishers, 2001				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
<b>851-0355-00L</b>	<b>Immagini di scienza e tecnologia</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	
Kurzbeschreibung	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel.				
Lernziel	Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo.				
Inhalt	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel; tendenze e discontinuità che hanno segnato la percezione pubblica della scienza e il rapporto tra scienza e società. Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo. L'ultima parte del corso sarà dedicata alle immagini della tecnologia e del suo ruolo nella società contemporanea. Il nostro rapporto quotidiano con la tecnologia passa infatti anche attraverso il modo in cui la immaginiamo e la raccontiamo. Maggiori informazioni su: <a href="http://www.italiano.ethz.ch">www.italiano.ethz.ch</a> .				
<b>851-0359-00L</b>	<b>Le vodou dans l'imaginaire des écrivains haïtiens</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Mars</b>
Kurzbeschreibung	Le vodou est insaisissable, fascinant, inquiétant et menacé mais il habite l'âme du peuple haïtien. On dit que les Haïtiens sont à 60% Catholiques, 40% Protestants et 100% Vodouisants. Loin des clichés hollywoodiens, le vodou est un système spirituel et un mode de vie qui imprègne les échanges sociaux, la médecine, l'agriculture, la cosmologie et surtout les arts du peuple Haïtien.				
Lernziel	Comment les écrivains Haïtiens d'hier et d'aujourd'hui projettent-ils le Vodou dans leurs œuvres? Des thèmes seront identifiés et discutés dans chaque module qui apporteront un éclairage sur l'évolution du Vodou dans la période au cours de laquelle l'œuvre a été produite.				

Inhalt	<p>Le vodou est insaisissable, fascinant, inquiétant et menacé mais il habite l'âme du peuple haïtien. On dit que les Haïtiens sont à 60% Catholiques, 40% Protestants et 100% Vodouisants. Loin des clichés hollywoodiens, le vodou est un système spirituel et un mode de vie qui imprègne les échanges sociaux, la médecine, l'agriculture, la cosmologie et surtout les arts du peuple Haïtien. Un système spirituel qui fait face aux préjugés et à l'hostilité tant d'Haïtiens que d'étrangers. Un système spirituel dont se sert un certain Occident pour justifier des croyances racistes.</p> <p>Comment les écrivains Haïtiens d'hier et d'aujourd'hui projettent-ils le Vodou dans leurs œuvres? De la réappropriation des origines ancestrales du mouvement Indigéniste surgi en réaction à l'occupation américaine d'Haïti (1915-1934), au réalisme merveilleux formulé d'abord par l'écrivain cubain Alejo Carpentier et promu par l'Haïtien Jacques Stephen Alexis, jusqu'aux créations littéraires contemporaines, ce cours propose une lecture de quelques romans et nouvelles d'auteurs Haïtiens qui, chacun selon ses engagements politiques, son statut social, ses convictions ou ses incertitudes spirituelles, disent leur culture profonde et controversée.</p> <p>Chaque cours sera présenté en deux ou trois phases, dépendant de la longueur ou de la complexité de l'œuvre à aborder. Une phase de lecture préalable abordera l'univers du texte (lexique, sons, couleurs, expressions locales etc.), une seconde phase s'intéressera à la construction et au déroulement de l'intrigue (linéaire ou autre) et ensuite sera mise en lumière le contexte social des œuvres (classes et conflits de classes en Haïti). Des thèmes seront identifiés et discutés dans chaque module qui apporteront un éclairage sur l'évolution du Vodou dans la période au cours de laquelle l'œuvre a été produite. La parole sera aussi donnée aux étudiant.e.s du cours qui seront sollicités (par groupes ou en solo) de partager leurs impressions de lectures, de faire des présentations sur les thèmes abordés etc.</p>				
<b>851-0051-00L</b>	<b>Introduction into Political and Social Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Mazouz</b>
Kurzbeschreibung	How should we live together—within political communities as well as between communities? In this lecture, basic questions of political philosophy and social philosophy and their answers are introduced systematically and historically.				
Lernziel	Students will get an overview of different historical and contemporary approaches in political philosophy and social philosophy. They are enabled to further developing their abilities to understand complex theories, to critically reflect on them and to put them up for discussion.				
Inhalt	In this lecture, basic questions of political philosophy and social philosophy and their answers are introduced systematically and historically. For example, fundamental political traditions are addressed, such as what liberalism, cosmopolitanism, republicanism, conservatism, "critical race theory," or feminist political philosophy are and what basic criticisms are made of them. Another focus is democracy and democratic culture and the challenges of populism. Global politics and international relations will be yet another topic. In particular, we will focus on examples from science and technology, such as the potential undermining of the conditions of the possibility of democratic forming of opinion- and will by certain technologies.				
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken		geprüft
<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.				
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.				
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.				
<b>851-0322-00L</b>	<b>Künstliche Menschen, künstliche Intelligenz und die Frage der Verantwortung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. S. Leuenberger</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung gibt einen Überblick über die naturwissenschaftlichen, religiösen, technischen und philosophischen Debatten zum menschlichen Streben nach Erschaffung künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz. In exemplarischen Lektüren mit anschliessender Diskussion geht es der Frage nach, welche Aspekte des Themas literarische Texte seit der Antike, bildende Kunst und Film behandeln.				
Lernziel	Die Studierenden lernen die Debatten kennen, die seit der Antike über den Wunsch des Menschen, künstliche Lebewesen und künstliche Intelligenz zu erschaffen, geführt wurden. Sie arbeiten anhand von literarischen und faktualen Texten sowie Filmsequenzen heraus, welche Narrative dadurch geprägt und welche grundlegenden ethischen und gesellschaftspolitischen Fragen darin aufgeworfen werden.				
Inhalt	<p>Der Wunsch nach Erschaffung künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz beschäftigt die Menschen seit der Antike. Sie verbinden damit kühne Träume, grosse Hoffnungen und schreckliche Befürchtungen. Verhandelt wird das Thema in Naturphilosophie und Alchemie, in naturwissenschaftlichen, religiösen und philosophischen Diskussionen in der Aufklärung und der Romantik und im Rahmen der Auseinandersetzung mit den technischen Errungenschaften des 19. und 20. Jahrhunderts. Am häufigsten wird der menschliche Schöpfertraum in Erzählungen reflektiert: in mythischen und literarischen Texten, im Theater, in der bildenden Kunst und im Film. Hier erscheinen Automaten, Homunculi, männliche und weibliche Golem-Figuren, Roboter, Androiden und mit Künstlicher Intelligenz ausgestattete Elektronenrechner als Figuren einer fiktionalen Welt, oft längst bevor sie in der realen Welt entstehen. Es stellt sich daher die Frage: Welches Themenspektrum wird in den literarischen Texten behandelt und wie geschieht das? Welche narrativen Muster lassen sich dabei erkennen? Und sind auch die philosophische Essayistik und die medialen Debatten unserer Gegenwart durch diese Narrative geprägt?</p> <p>Ausgangspunkt der Überlegungen zur Erschaffung künstlicher Wesen ist die Tatsache, dass der Mensch sich als defizitär empfindet: Sein Wissen ist begrenzt, und daher sucht er durch Experimente nach Erkenntnisgewinn und Selbstbestätigung. Aufgrund seiner schwachen Konstitution ist er auf Schutz und Unterstützung durch kräftigere Helfer angewiesen. Und er ist gierig und neigt zur Bequemlichkeit, weshalb er seine Arbeit gerne auslagert: an Sklaven und Leibeigene, an ökonomisch Abhängige, die er ausbeutet, und zunehmend auch an stumme Maschinen.</p> <p>Die Fähigkeiten der künstlichen Geschöpfe sind weit grösser als die der Wesen, die der Mensch auf natürliche Weise zeugt. Durch sein Schöpfertraum kann er sich nun als über seine eigene Begrenztheit erhoben verstehen, als Gott ähnlich. Doch das Ansinnen, sein zu wollen wie Gott, bezeichnet schon die biblische Paradieserzählung als vermessene, als Hybris. Bereits der Teufel wurde deswegen aus Gottes Kreis verbannt. Und genau so erging es dem Menschen: Er wurde aus dem Paradies gewiesen und weiss um die Gefährlichkeit anmassender Vorhaben.</p> <p>Diese Gefahren werden in zahlreichen Texten ins Zentrum der Debatte gestellt: Was geschieht, wenn der menschliche Schöpfer scheitert und sein Werk von unfassbarer Hässlichkeit ist? Was passiert, wenn die künstlich erzeugten Geschöpfe sich nicht mehr als willfährig erweisen? Wenn sie einen eigenen Willen entwickeln, Vernunft und Denkfähigkeit erkennen lassen – und rebellisch werden? Im Roman "Frankenstein; or The Modern Prometheus", den die damals 19jährige Mary Shelley 1816 verfasste, liest die menschengeschaffene Kreatur nicht zufällig Constantin Volneys Werk "Les Ruines, ou Méditations sur les révolutions des empires", das 1791 in Genf erschienen war. Parallelen zwischen der Revolte des menschengeschaffenen Wesens gegen seinen Erzeuger, der die Verantwortung für sein Geschöpf von sich weist und ihm jedes Glück versagt, und der revolutionären Erhebung der wenig Privilegierten gegen ihre Unterdrücker werden hier deutlich erkennbar gezogen. Wie häufig in diesen Erzählungen, erhält hier also auch das Geschöpf eine Stimme, womit eine Darstellung der Sachlage aus verschiedenen Perspektiven möglich wird.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			
<b>851-0406-00L</b>	<b>Philosophien der Gegenwart und ihr Verhältnis zu den W Erfahrungswissenschaften</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Hampe</b>	
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die philosophischen Strömungen der Gegenwart im Rahmen der "westlichen" Philosophie wie Pragmatismus, analytische Philosophie des Geistes, analytische Sprachphilosophie, Phänomenologie, kritische Theorie, Dekonstruktivismus, neuer Materialismus u.a. Sie setzt sie ins Verhältnis zu Entwicklungen in der Physik, der Biologie u.a. Einzelwissenschaften.				
Lernziel	Kenntnis der Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie und ihres Verhältnisses zu den Erfahrungswissenschaften. Einsichten in die unterschiedlichen Bezugnahmen auf die Labor- und die Alltagserfahrung in den experimentellen Wissenschaften und der Philosophie gewinnen.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die philosophischen Strömungen der Gegenwart im Rahmen der "westlichen" Philosophie wie Pragmatismus, analytische Philosophie des Geistes, analytische Sprachphilosophie, Phänomenologie, kritische Theorie, Dekonstruktivismus, neuer Materialismus u.a. Sie setzt sie ins Verhältnis zu Entwicklungen in der Physik, der Biologie u.a. Einzelwissenschaften. Der Einfluss der Erfahrungswissenschaften auf die Philosophie ist seit dem 19. Jahrhundert gravierend: Darwinismus, Einsteins Theorie von Raum und Zeit, die Quantenmechanik haben die Philosophie zu grundlegenden Revisionen gezwungen. Die Vorlesung gibt Einblicke in diese Revisionsprozesse.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>851-0157-84L</b>	<b>Gesundheit und Krankheit</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-BIOL, D-HEST</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Hagner</b>
Kurzbeschreibung	Gesundheit und Krankheit gehören zu den zentralen Bedingungen menschlichen Daseins. Entsprechend haben sich die Vorstellungen und Theorien darüber im Lauf der Geschichte erheblich verändert. In der Vorlesung geht es darum, die wichtigsten Stationen dieses historischen Wandels von der Antike bis in die Gegenwart im transkulturellen Vergleich vorzustellen.				
Lernziel	Das Ziel dieser Veranstaltung besteht darin, einen breiten Überblick über Konzepte von Krankheit und Gesundheit in unterschiedlichen historischen Kontexten zu vermitteln.				
<b>851-0317-00L</b>	<b>Universalwissen. Theorie der Enzyklopädie zwischen W Literatur und Philosophie</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Kilcher</b>	
Kurzbeschreibung	Die Form der Enzyklopädie ist in der Geschichte des Wissens ebenso prägend wie wandelbar. Sie beruht auf dem Anspruch, sämtliche Gegenstände des Wissens zu erfassen und diese möglichst übersichtlich als Totalität darzustellen. Dabei greift der philosophische Anspruch auf ästhetische und poetologische Darstellungsverfahren zurück, die die enzyklopädische Totalität wesentlich mit erzeugen.				
Lernziel	1) Überblick über die Geschichte und Theorie der Enzyklopädie bis in die Gegenwart; 2) Theoretisches Verständnis unterschiedlicher Modelle von Enzyklopädie bzw. enzyklopädischer Darstellungsweisen; 3) Verständnis ästhetischer und poetologischer Aspekte der Enzyklopädie; 4) Rolle enzyklopädischer Modelle in Theorie und Geschichte der Literatur.				
Inhalt	Die Form der Enzyklopädie ist in der Geschichte des Wissens ebenso prägend wie wandelbar. Sie beruht auf dem Anspruch, sämtliche Gegenstände des Wissens zu erfassen und diese möglichst übersichtlich als Totalität darzustellen. Dieser Anspruch wird nicht nur medial, sondern auch ästhetisch und poetologisch umgesetzt. Seit der Antike und dem Mittelalter konkurrieren unterschiedliche Modelle, erst recht in der Neuzeit, wo die Vorlesung hauptsächlich ansetzt: topische Ordnungssysteme wurden zunächst durch rationale, dann durch kontingente Formen der Wissensorganisation abgelöst. So hatte im 18. und 19. Jahrhundert das alphabetische Wörterbuch seine grosse Karriere. Die letzte grosse, wesentlich medientechnische Transformation der Enzyklopädie erfolgte im digitalen Zeitalter mit dem Internet und den entsprechenden Enzyklopädien wie der Wikipedia. Der sich dergestalt vielfach wandelnde philosophische Anspruch greift auf eine Vielzahl von ästhetischen Darstellungsformen zurück, die je die enzyklopädische Totalität erzeugen. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Geschichte und Theorie der Enzyklopädie und legt dabei ein besonderes Augenmerk auf diese Vielfalt der Formen. Diese werden nicht zuletzt auch in spezifischen literarischen Gattungen und Texten umgesetzt, insbesondere dem Roman.				
<b>851-0321-00L</b>	<b>Franz Kafka und das Wissen der Moderne</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Kafkas Texte gelten als rätselhaft, vieldeutig, ja undeutbar. Wir wollen sie in der Vorlesung neu verstehen, indem wir sie als Dialoge mit den grossen wissenschaftlichen, politischen, ökonomischen und kulturellen Diskursen seiner Zeit lesen. Marxismus, Psychoanalyse, Zionismus, Spiritismus - das ganze Wissen der Moderne verhandeln diese so reichhaltigen Texte.				
Lernziel	1) Kenntnis von Kafkas Texten; 2) Kenntnis des historischen, kulturellen und politischen Kontextes von Kafkas Schreiben; 3) Einsicht in Kafkas Schreibverfahren; 4) Einsicht in den Wissenscharakter von Kafkas Texten.				
Inhalt	Die Texte Franz Kafkas (der genau vor hundert Jahren verstorben ist) gelten vielen als rätselhaft, vieldeutig, ja undeutbar. Wir wollen sie in der Vorlesung neu verstehen, indem wir sie als Dialoge mit den grossen wissenschaftlichen, politischen, ökonomischen, kulturellen und literarischen Diskursen seiner Zeit lesen. Marxismus, Psychoanalyse, Zionismus, Spiritismus etc. - das ganze Wissen der Moderne verhandeln diese Texte. Ihre Vieldeutigkeit kommt, so die These, von dieser besonderen Reichhaltigkeit. Kafkas Texte sind damit gleichsam Seismographen seiner Epoche. Das verlangt auch zu fragen, auf welche besondere Weise diese Texte das leisten können. Eine Antwort besteht darin, dass Kafka liest, indem er schreibt, also Lesen und Schreiben verschränkt und auf diese Weise das Wissen der Moderne in seine Texte hineinhol.				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthé, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				

Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.

<b>851-0002-00L</b>	<b>Pastime, Disciplinary Tool, Mass Culture: A Global History of Sports circa 1700-2000</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Fischer-Tiné</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an overview of the historical trajectories of sports and games in various parts of the world since 1700. It seeks to understand sports as leisure activity, method of physical (self-) optimization, political tool and form of mass Entertainment and explores the interrelation of games and sports with moving forces of modernity such as capitalism, colonialism and consumer culture.				
Lernziel	On one level, the course aims to familiarise students with the historical development of an ubiquitous aspect of modern everyday culture, namely leisure, sports and play. Each case study is used to deepen the participants' understanding of complex historical transformations by telling the story of what has been termed "the ludic diffusion" from a decidedly non-eurocentric, global perspective.				

<b>851-0498-00L</b>	<b>Der Bau: Die globale Geschichte der Gefängnisarchitektur</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. M. Scheuzger</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt die Geschichte der Gefängnisarchitektur in ihren breiteren gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen, wissenschaftlichen, rechtlichen und kulturellen Kontexten. Gefängnisbauten und deren Entwicklungen werden von der frühen Neuzeit bis in die Gegenwart insbesondere in den Zusammenhängen der sich wandelnden Konzepte und Praktiken des Strafens beleuchtet.				
Lernziel	Die Studierenden a) kennen zentrale historische Entwicklungen der Gefängnisarchitektur; b) sind in der Lage, diese mit verschiedenen, sich in Raum und Zeit wandelnden Konzepten der strafenden Haft in Verbindung zu setzen; c) können Elemente der Gefängnisarchitektur kritisch hinsichtlich ihrer Ziele und Folgen beurteilen.				
Inhalt	Kontinuitäten und Wandel in der Gefängnisarchitektur wird von den verschiedenen Bauformen von Haftanstalten bis zur konkreten technischen Umsetzung der sich entwickelnden Anforderungen an die Überwachung, die Kontrolle der Kommunikation oder die Gewährleistung der physischen und psychischen Gesundheit der Häftlinge in den einzelnen Zellen nachgegangen. Betrachtet werden die Orte des Gefängnisbaus und die intendierten Aussenwirkungen der Architektur ebenso wie die baulichen Massnahmen zur Organisation des Raums des Zusammenlebens unter den Bedingungen der unterschiedlich weitreichenden Separierung der Insassen und Insassinnen und von verschiedenen Häftlingsgruppen mit der Einzelzelle als der zentralen technischen Innovation des modernen Strafvollzugs im Mittelpunkt. Das moderne Strafen im Gefängnis ist stets von den vier Zwecken der Vergeltung, des Schutzes der Gesellschaft durch das sichere Einsperren von Straftätern und -täterinnen, der Abschreckung und der individuellen Besserung der Delinquentinnen und Delinquenten angeleitet gewesen. Im Spannungsfeld dieser unterschiedlich gewichteten Ziele haben die verschiedenen Strafregime ebenso auf architektonischen wie auf technischen Mitteln basiert, die in der Vorlesung in Theorie und Praxis analysiert werden sollen – etwa wenn die Insassen und Insassinnen nicht nur unter permanente Beobachtung gestellt werden, sondern sich zur (Selbst)Disziplinierung auch ständig unter Beobachtung fühlen sollten, wenn die Eingesperrten voneinander isoliert und gleichzeitig arbeiten oder religiös unterwiesen werden sollten, aber auch, wenn die anderen Ziele demjenigen einer maximalen Sicherheit weitestgehend untergeordnet wurden.				

<b>263-5353-00L</b>	<b>Philosophy of Language and Computation I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>R. Cotterell, J. L. Gastaldi</b>
Kurzbeschreibung	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data.				
Lernziel	Understand the philosophical underpinnings of language-based artificial intelligence.				
Inhalt	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data. The course is a year-long journey, but the second half (Autumn 2024) does not depend on the first (Spring 2024) and thus either half may be taken independently. In each semester, we divide the class time into three modules. Each module is centered around a philosophical topic. In the first semester we will discuss logicism, structuralism, generative linguistics, and in the second semester we will focus on language games, information and pragmatics. The modules will be four weeks long, where we will read and discuss original texts and supplementary criticism together with recent NLP papers and discuss how the authors of those works are building on philosophical insights into our conception of language—perhaps implicitly or unwittingly.				
Literatur	The literature will be provided by the instructors on the class website. It includes philosophical and theoretical texts from the logicist tradition, structuralism, and generative linguistics, as well as many texts within the state of the art of Natural Language Processing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		

## ►► Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0044-00L</b>	<b>Feministische Philosophie und Wissenschaftskritik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Mazouz</b>
Kurzbeschreibung	Die erste Frage, die sich stellt ist, was Feminismus ist und was feministische Philosophie und die Debatten dazu bilden den ersten Seminarschwerpunkt. In einem zweiten Schwerpunkt sind systematische Fragen thematisch, etwa in der feministischen Ethik und Ästhetik, in der feministischen Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Es wird, je nach Interesse der Teilnehmer:innen, eine Auswahl vorgenommen.				
Lernziel	Student:innen erhalten einen Überblick über verschiedene Ansätze in der feministischen Philosophie sowie über feministische Ethik, Ästhetik, Erkenntnistheorie und Wissenschaftstheorie (Auswahl). Sie werden darin unterstützt ihre Fähigkeiten weiter zu entwickeln komplexe Texte zu interpretieren, Argumentationen zu identifizieren, kritisch zu reflektieren und zur Diskussion zu stellen.				
Inhalt	Die erste grundlegende Frage, die sich bei diesem Titel stellt ist natürlich, was Feminismus ist und was feministische Philosophie bedeuten kann und die Debatte dazu ist auch unser erster Seminarschwerpunkt. In einer zweiten zentralen Diskussionslinie sind systematische philosophische Fragen thematisch, etwa in der feministischen Ethik und politischen Philosophie, in der feministischen Ästhetik, in der feministischen Erkenntnistheorie und der feministischen Wissenschaftstheorie. Bei diesem Schwerpunkt wird, je nach Interesse der Teilnehmer:innen eine Auswahl vorgenommen.				

Literatur	Herta Nagl-Docekal (2010). „Feministische Philosophie: Wie Philosophie zur Etablierung geschlechtergerechter Bedingungen beitragen kann“. In: „Handbuch zur Geschlechterforschung“, Springer Verlag.				
<b>851-0050-00L</b>	<b>Epistemische Ungerechtigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>T. Lobo</b>
Kurzbeschreibung	Miranda Frickers Begriff der epistemischen Ungerechtigkeit zielt auf Ungerechtigkeiten gegenüber einer Person oder einer Gruppe die deren Status als Wissende betreffen. Im Seminar lesen wir ihr Buch zusammen mit deren Rezeption. In der zweiten Seminarhälfte untersuchen wir Anwendungsfelder in der Wissenschaft, Medizin, Politik, in Digitalisierungsprozessen, sowie in der Stadtplanung.				
Lernziel	Die Studierende lernen Frickers Begriff der epistemischen Ungerechtigkeit sowie seiner zwei Hauptspezies, der testimonialen und der hermeneutischen Ungerechtigkeit kennen. Wir prüfen ihn gemeinsam in Hinblick auf seine Stärken und Schwächen als analytisches Werkzeug im Kontext unterschiedlicher wissenschaftlichen Praktiken. Die Studierende wenden den Begriff auf ein Fallbeispiel aus ihrem Studienfach oder auf ein tagesaktuelles Thema an.				
Inhalt	Nicht alle Menschen werden in ihrem Status als Wissende gleichbehandelt. Manchen wird auf Grund ihres niedrigen sozialen Status weniger Glauben geschenkt als anderen, zum Beispiel indem ein Zeugnis nur auf Grund der Hautfarbe der Sprecherin in puncto Glaubhaftigkeit ungerechtfertigterweise herabgestuft wird. Andere Menschen werden als dumm abgestempelt, weil sie weniger artikuliert sind, wobei der Grund ihrer Artikulationschwierigkeiten nicht an einer individuellen Unfähigkeit, sondern an einer Lücke in unseren kollektiven Selbstverständigungspraktiken liegt. Zum Beispiel hatte eine Frau vor der Einführung des Begriffes der sexuellen Belästigung keine begrifflichen Ressourcen, um die konkreten Unrechte, die ihr widerfahren in Worte zu fassen und sich rechtlich zu wehren. Dies sind zwei Beispiele dafür, was Miranda Fricker in ihrem im Jahr 2007 erschienen Buch, Epistemic Injustice: Power & the Ethics of Knowing, als epistemische Ungerechtigkeit identifiziert. Die Form der Ungerechtigkeit im ersten Beispiel nennt Fricker eine testimoniale und im zweiten eine hermeneutische Ungerechtigkeit.  Frickers einflussreiche Buch wird seit zwei Jahrzehnten diskutiert, unter anderem auch kritisch. Das Konzept der epistemischen Ungerechtigkeit wurde auch in unterschiedlichen Wissenschaften und wissenschaftlichen Praktiken angewandt. Im Seminar fragen wir zum Beispiel: Inwiefern wird durch den Einsatz von KI und Algorithmen der Status von Menschen als Wissenden beeinträchtigt? Wie wird man Zeugnissen von Menschen mit diagnostizierten Wahnvorstellungen epistemisch gerecht? Wie ermöglicht man die Selbstbestimmung für Gruppen deren Ansichten als unwissenschaftlich gelten und somit nicht zu den dominanten kollektiven welt- und selbstdeutenden Praktiken passen?				
<b>851-0539-00L</b>	<b>Digitale Natur und die Natürlichkeit des Digitalen</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Wichum</b>
Kurzbeschreibung	Wie haben sich "die Natur" und "das Digitale" seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts beeinflusst? Im Seminar wollen wir die Wechselbeziehungen zwischen einer vermeintlich natürlichen Umwelt und dem digitalen Raum historisch untersuchen.				
Lernziel	Im Seminar werden zentrale Diskussionen aus der Umweltgeschichte, der Medientheorie und der Computergeschichte behandelt, um die Transformationen der planetaren Umwelt und der digitalen Sphäre aufeinander zu beziehen. Zusätzlich werden wir uns mit konkreten Forschungsprojekten u.a. aus den Umweltwissenschaften, der Glaziologie oder der Raumplanung auseinandersetzen.				
Inhalt	Wir wollen im Seminar die Wechselbeziehungen zwischen einer vermeintlich natürlichen Umwelt und dem digitalen Raum untersuchen. Wir behaupten, dass «die Natur» und «das Digitale» in den letzten Jahrzehnten auf aufregende Weise miteinander verbunden wurden. Einerseits produzierten Klimamodelle oder Fischschwarmsimulationen ein Wissen über die Natur, andererseits gestalten Metaphern wie die «Digital Sphere» oder der «Datenfluss» unsere Erwartungen an die Leistungen des digitalen Raums. Wie also konvergieren, beeinflussen und stützen sich "die Natur" und "das Digitale" seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts?				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>851-0439-00L</b>	<b>Die «grüne Revolution» zwischen Politik und Wissenschaft</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Wulz, N. Rhyner</b>
Kurzbeschreibung	Das Seminar führt in die Wissensgeschichte der «grünen Revolution» im 20. Jahrhundert ein. Anhand von historischen Quellen behandelt es Debatten um Modernisierung der Landwirtschaft sowie um Produktivität und Nachhaltigkeit.				
Lernziel	Ziel im Seminar ist es, soziale, ökonomische und politische Dimensionen des agrarischen Wissens verstehen und analysieren zu lernen. Die Studierenden lernen historische Fragestellungen und Argumentationen zur Thematik zu entwickeln und gegenwärtige Debatten um agrarische Produktion historisch zu perspektivieren.				
Inhalt	Seit der «grünen Revolution» der 1970er Jahre versprechen internationale Organisationen und Akteur*innen in der Agrarindustrie, dass die Ernährung der Weltbevölkerung durch Innovationen in wissenschaftlichen und technologischen Bereichen (Gentechnik, Verbesserung von Pestizid- und Düngemittelmanagement, Industrialisierung) sichergestellt werden kann. Dabei war die Gestaltung von Landwirtschaft immer Gegenstand gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse: Die teils kontroversen Wissensansprüche zwischen Praktiker*innen, Politiker*innen und Wissenschaftler*innen spiegelten gegensätzliche soziale, ökonomische und politische Vorstellungen. In welchen Spannungsverhältnissen standen lokale agrarische Produktionsweisen zu Modellen einer global ausgerichteten Welternährungspolitik? Wie verschob sich die Arbeitsaufteilung zwischen Maschinen, Menschen und Tieren in den Formen industrialisierter Landwirtschaft? Wie wurde Landwirtschaft überhaupt zu einem Faktor volkswirtschaftlicher Strategien? Das Seminar fragt nach dem Wissen und Gegenwissen, die in die Versprechen von Produktivität und Nachhaltigkeit im 20. Jahrhundert eingeflossen sind. Wir arbeiten mit historischen Quellen aus agrarwissenschaftlichen, anthropologischen, ökonomischen u.a. Wissensfeldern und fragen nach ihren sozialen, ökonomischen und politischen Kontexten. Zudem möchten wir auch Gäste, die sich aktuell und politisch mit diesen Fragen beschäftigen ins Seminar einladen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>851-0324-00L</b>	<b>Natur schreiben, Natur wissen</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Jany</b>
Kurzbeschreibung	Literarische Naturkunde – auf englisch Nature Writing – boomt. Aber wieso? Was ist so ansprechend an diesem Genre? Was kann die teils erzählende, teils betrachtende Naturbeschreibung beibringen, das die dafür doch eigentlich zuständigen Naturwissenschaften offenbar nicht beibringen können? Welche Art Wissen verspricht und erzeugt Nature Writing?				
Lernziel	Ausgehend von aktuellen, dem Nature Writing zurechenbaren Titeln werden wir über Klassiker des Genres bis in die Antike (die im Grunde eine Zeit "vor" der Natur war) zurückgehen, um diese Fragen zu diskutieren. Das Augenmerk liegt dabei auf den darin aufscheinenden Metaphern, Konzepten, Motiven und (Ur-)Szenen, die unser Naturverständnis und auch Naturbedürfnis teils bis heute prägen.				



<b>851-0405-00L</b>	<b>Urteilkraft und Intuition</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Hampe, K. Bschr</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs bietet einen Überblick über Theorien der Urteilkraft und Intuition im Unterschied zu Verfahren der Inferenz und der Messung, die in den meisten Erfahrungswissenschaften oder in Anwendung künstlicher Intelligenz üblich sind. Vor allem im Bereich des Politischen und Ästhetischen in Abgrenzung von Disziplinen wie Physik und Biologie sind Urteilkraft und Intuition von Bedeutung.				
Lernziel	Kenntnis der Differenzen zwischen grundlegenden Inferenztypen und grundlegender philosophischer Theorien der Urteilkraft und Intuition.				
Inhalt	In aktuellen Debatten über künstliche Intelligenz werden oft Differenzen zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz ins Spiel gebracht. Ein Element menschlicher Intelligenz, das künstlicher Intelligenz zu fehlen scheint, ist die Fähigkeit zu Urteilkraft und Intuition. Dieser Kurs bietet einen Überblick über philosophische Theorien der Urteilkraft und Intuition im Unterschied zu Verfahren der Inferenz und der Messung, die in den meisten Erfahrungswissenschaften und Anwendungen künstlicher Intelligenz üblich sind. Vor allem im Bereich des Politischen und Ästhetischen in Abgrenzung von Disziplinen wie Physik und Biologie sind Urteilkraft und Intuition von Bedeutung.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>851-0017-00L</b>	<b>Deviance: Transgressions and Taboo in the Colonial World, ca. 1800-1940</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>Z. Q. D. Lim</b>
Kurzbeschreibung	This course offers students a historical perspective on how the designation of behaviour, persons or situations as deviant served as an apparatus to enforce social control. Using race, class, and gender as analytical lenses, this seminar focuses on the construction and regulation of deviance in architecture, physical spaces, science, and scientific discourse.				
Lernziel	Students approach the history of colonialism through the lens of deviance in various contexts, especially—though not exclusively—in South, South-east and East Asia, from around 1800 to 1940. Specifically, students are sensitized to the circumstances under which behaviour, persons or situations were constructed as deviant and the ways in which such designation was used to reinforce or challenge colonial hierarchies by different actors. At the same time, students become aware of the connections between construction of deviance in colonial settings and global developments.				
Inhalt	This course is structured thematically and uses theoretical texts from multiple disciplines, as well as empirical case studies. By the conclusion of the course, students will be able to a) develop new perspectives on the history of colonialism; b) familiarize themselves with the relevant topics and themes examined by recent scholarship; c) understand how norms and deviance were defined in different historical contexts; d) think critically about how norms and deviation are defined in their own disciplines and today's society.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>862-0119-00L</b>	<b>Structuralist and Post-Structuralist Approaches to Signs and Knowledge ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Wagner</b>
Kurzbeschreibung	This course will review some structuralist and post-structuralist approaches to signs and knowledge. It will start from the French structuralist tradition, continue with the "1968 thinkers", and conclude with feminist and queer critiques of knowledge that rely on this tradition. The theories studied in class will be evaluated in terms of their application to science studies.				
Lernziel	1. To introduce the structuralist and post-structuralist tradition, as well as subsequent queer and feminist critiques of knowledge (the thinkers taught in the course will most probably come from the following list: Ferdinand de Saussure, Jacques Lacan, Julia Kristeva, Michel Foucault, Jean Baudrillard, Jacques Derrida, Judith Butler, and Donna Harraway). 2. To apply the ideas of this tradition to the context of science studies				
	At the end of the course the students will be able to analyze scientific texts and practices in terms of structuralist, post-structuralist and feminist critique of science.				
<b>862-0120-00L</b>	<b>Hegel: Phänomenologie des Geistes</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A.-A. E. Särkelä</b>
Kurzbeschreibung	Hegels Phänomenologie des Geistes (1807), ein Versuch, aus menschlicher Erfahrung das Verhältnis von Subjekt und Objekt systematisch zu erschliessen, prägte erkenntnistheoretische, ethische und geschichtsphilosophische Ideen nachhaltig.				
Lernziel	Der Lektürekreis ermöglicht den Studierenden, in freiem Austausch eine Deutung des Werkes zu erarbeiten.				
<b>862-0121-00L</b>	<b>Reading Circle in History and Philosophy of Knowledge ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Boenig-Liptsin</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This seminar creates a self-organized platform for students to map seminal literature in the field of "History and Philosophy of Knowledge" along the specific research interests of the participants.				
Lernziel	The objective is to allow students to learn to collectively identify points of convergence and divergence of theories and methodologies in the learning community that they are part of.				
<b>851-0440-00L</b>	<b>Das Unbehagen mit dem/n Menschen im Anthropozän</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Hagner</b>
Kurzbeschreibung	Spätestens seit dem anthropogen bedingten Klimawandel haben traditionelle Menschenbilder Risse bekommen. Das wirft einmal mehr die Frage auf, welche Rolle uns im Gesamtgefüge der Natur zukommt. Die Rede ist von einer Dezentrierung des Menschen oder sogar von seinem völligen Verschwinden. Starker Tobak – in dem Seminar wird es darum gehen, den neuen Blick auf den Menschen genauer kennenzulernen.				
Lernziel	Das Ziel des Seminars besteht darin, die gegenwärtigen Diskussionen um Menschenbilder in Anthropologie, Ökologie und Philosophie kritisch zu reflektieren.				

Inhalt Die Aufklärung hat den Menschen aufs Podest gehoben, und auch die Evolutionstheorie hat den Menschen als das am höchsten entwickelte Lebewesen nicht in Frage gestellt. Dass mit dieser Privilegierung des Menschen etwas nicht stimmt, ist die Lektion des 20. Jahrhunderts. Es war die Rede vom Mensch als Mängelwesen und von einer Weltfremdheit des Menschen, der mit seinen eigenen technisch-kulturellen Errungenschaften nicht mehr mithalten kann. In den letzten Jahrzehnten haben sich angesichts der Klimakatastrophe kritische Sichtweisen entwickelt, die dem Menschen keine privilegierte Position auf der Erde mehr einräumen oder ihn sogar als ökologischen Störfaktor betrachten. Lässt sich aus solchen Theorien etwas lernen für einen verantwortungsvollen Zugang zur Welt?

## ►► Semesterbericht

*Semesterbericht wird nur im Herbstsemester angeboten*

## ►► Seminararbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>862-0008-31L</b>	<b>Seminararbeit in Technikgeschichte (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
<b>862-0009-30L</b>	<b>Seminararbeit in Wissenschaftsforschung (FS 2024) ■ W</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
<b>862-0010-30L</b>	<b>Seminararbeit in theoretischer Philosophie (FS 2024) W</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
<b>862-0011-29L</b>	<b>Seminararbeit in praktischer Philosophie (FS 2024) ■ W</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
<b>862-0012-30L</b>	<b>Seminararbeit in Literatur- und Kulturwissenschaft (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
<b>862-0013-30L</b>	<b>Seminararbeit in Geschichte der modernen Welt (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
<b>862-0015-11L</b>	<b>Seminararbeit in Geschichte und Philosophie der mathematischen Wissenschaften (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Erarbeitung einer Fragestellung, der sorgfältige Umgang mit der Sekundärliteratur und eine erhöhte quellenkritische Kompetenz bilden das Lernziel.				
<b>862-0017-01L</b>	<b>Seminararbeit in Ethik, Technology und Gesellschaft (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Seminararbeit vertieft die erworbenen Grundkenntnisse durch Bearbeitung eines speziellen Themas.				
Lernziel	Die Erarbeitung einer Fragestellung, der sorgfältige Umgang mit der Sekundärliteratur und eine erhöhte quellenkritische Kompetenz bilden das Lernziel.				

## ► Vertiefungsfächer

### ►► Lektüressays

*In jedem Fach des Studienganges wird eine Lektüreliste ausgegeben. Sie ist im Einzelunterricht mit einem der im Leitfaden aufgeführten Lehrenden zu bearbeiten. In drei Fächern sind Essays zu ausgewählter Lektüre aus diesen Listen zu schreiben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>862-0021-01L</b>	<b>Lektüressay in Technikgeschichte (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
Lernziel	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0023-01L</b>	<b>Lektüressay in Wissenschaftsforschung (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
Lernziel	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0025-01L</b>	<b>Lektüressay in theoretischer Philosophie (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
Lernziel	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0027-01L</b>	<b>Lektüressay in praktischer Philosophie (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüressay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüressay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				

Lernziel	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0029-01L</b>	<b>Lektüreeessay in Literatur- und Kulturwissenschaft (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
Lernziel	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0031-01L</b>	<b>Lektüreeessay in Geschichte der modernen Welt (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
Lernziel	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0035-01L</b>	<b>Lektüreeessay in Geschichte und Philosophie der mathematischen Wissenschaften (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
Lernziel	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben. In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				
<b>862-0037-01L</b>	<b>Lektüreeessay in Ethik, Technologie und Gesellschaft (FS) ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Im Lektüreeessay wird auf der Grundlage eines mehrsemestrigen Einzelunterrichts zu exemplarischen Werken des Faches ein auch den Forschungsstand berücksichtigender Aufsatz geschrieben.				
Lernziel	In der Arbeit am Lektüreeessay werden Arbeitstechniken und grundlegende Inhalte, die für die Masterarbeit relevant sind, im Einzelunterricht eingeübt.				

## ►► Seminare

In den Seminaren zur Geschichte und Philosophie des Wissens wird vertiefend Stoff aus den Grundvorlesungen behandelt. Es sind Essaythemen mit den Lehrenden zu vereinbaren.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0538-00L</b>	<b>Achtung Aufnahme! Technikhistorische Erkundungen zum Tonstudio</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Gugerli, M. C. Ziegler</b>
Kurzbeschreibung	Im Tonstudio entsteht der Sound, der bleiben wird. Hier wird mit Musik experimentiert, werden Karrieren gesichert und zerstört, interagieren Töne, Technik und Talente. Das Tonstudio verbindet musikalische Kreativität mit kommerzieller Produktion, ist ein Interface zwischen Instrumenten und Tonträgern, von Glenn Gould bis Abba, von Detroit bis Hannover, vom Synthesizer bis zum Sinfonieorchester.				
Lernziel	Die Studierenden lernen, unterschiedliche Quellen (Berichte, Tonaufzeichnungen und Videodokumentationen) kritisch zu bewerten und zu deuten.				
Skript	Das Material wird zu Beginn des Semesters auf Moodle bereitgestellt. Die Teilnahme an den Sitzungen ist erforderlich. Es findet eine benotete Semesterleistung statt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

## ► Forschungskolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>862-0106-00L</b>	<b>Studierendenkolloquium für Masterarbeiten ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>R. Delucchi</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, Entwürfe der eigenen Masterarbeit vorzustellen und im Rahmen des Kolloquiums zu diskutieren. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Studierenden in der Vorbereitungsphase oder mitten im Schreibprozess sind. Im Zentrum liegt dabei das gegenseitige studentische Feedback und nicht eine fachspezifische Rückmeldung von der Aufsichtsperson aus dem Mittelbau.				
Lernziel	Ziel des Kolloquiums ist es Konzepte, Kapitelauszüge, oder ähnliches der eigenen Masterarbeit vorzutragen und im Plenum zu diskutieren. Gemeinsam können so eigene wie fremde Probleme oder theoretische Ansätze diskutiert werden. Pro Sitzung wird eine Masterarbeit durch das Kollektiv besprochen.				
<b>862-0004-18L</b>	<b>Forschungskolloquium Philosophie für Masterstudierende und Doktorierende (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	M. Hampe, N. Mazouz, R. Wagner
Kurzbeschreibung	Es werden laufende Forschungsarbeiten von Doktoranden, Habilitanden und von Kollegen vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus werden vielversprechende philosophische Neuerscheinungen (Aufsätze und Auszüge aus Monographien) studiert werden.				
Lernziel	Es sollen Ideen und Argumente zu systematischen Problemen insbesondere in der Erkenntnistheorie, in der Ethik, in der politischen Philosophie und in der Philosophie des Geistes geprüft und weiter entwickelt werden.				
<b>862-0078-16L</b>	<b>Research Colloquium. Extra-European History and Global History (FS 2024)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Fischer-Tiné, M. Dusinberre</b>
Kurzbeschreibung	The fortnightly colloquium provides a forum for PhD students and postdoctoral researchers to present and discuss their current work. Half of the slots are reserved for presentations by invited external scholars.				
Lernziel	PhD students will have an opportunity to improve their presentation skills and obtain an important chance to receive feedback both from peers and more advanced scholars.				
Voraussetzungen / Besonderes	The venue changes each semester alternately between UZH and ETH.				
<b>862-0088-14L</b>	<b>Forschungskolloquium Wissenschaftsforschung (FS 2024)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Hagner, M. Boenig-Liptsin</b>

Kurzbeschreibung	In diesem Kolloquium geht es um die Einführung in die Theorie und Praxis wissenschaftlicher Arbeit.				
Lernziel	In diesem Kolloquium geht es um die Einführung in die Theorie und Praxis wissenschaftlicher Arbeit.				
Voraussetzungen / Besonderes	Vortragssprache ist Englisch oder Deutsch. Leistungsnachweis: Die Studierenden erhalten 2 KP für einen schriftlichen Kurzbeitrag/Kommentar von ca. 5 Seiten zu einem im Kolloquium verhandelten Themen (nach Wahl).				
<b>862-0089-14L</b>	<b>Literaturwissenschaftliches Kolloquium (FS 2024) ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Das Kolloquium richtet sich an fortgeschrittene und graduierte Studierende. Es bietet zum einen die Möglichkeit, eigene Forschungsprojekte zu präsentieren. Zum zweiten werden gemeinsam aktuelle theoretische, systematische und methodologische Problemkomplexe diskutiert.				
Lernziel	Das Kolloquium richtet sich an fortgeschrittene und graduierte Studierende. Es bietet zum einen die Möglichkeit, eigene Forschungsprojekte zu präsentieren. Zum zweiten werden gemeinsam aktuelle theoretische, systematische und methodologische Problemkomplexe diskutiert.				
<b>851-0551-23L</b>	<b>Master-/Doktoratskolloquium Technikgeschichte (FS 2024)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1K</b>	<b>D. Gugerli</b>
	<i>Doktoratskolloquien werden unabhängig von der Eintragung im Vorlesungsverzeichnis mit insgesamt 1 ECTS an das Doktoratsstudium angerechnet.</i>				
Kurzbeschreibung	Kolloquium für Studierende, die eine Abschlussarbeit in Technikgeschichte schreiben (Master, Doktorat).				
Lernziel	Ziel ist die Identifizierung, Besprechung und Lösung methodischer Fragen, die sich bei der Ausarbeitung einer Dissertation ergeben. Einem möglichst prägnanten Kurzvortrag folgt eine intensive Diskussion der aufgeworfenen Probleme.				

### ► Master-Arbeit

*Die Master-Arbeit wird im Einzelunterricht mit einem der im Leitfaden dafür ausgewiesenen Betreuern regelmässig besprochen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>862-0500-00L</b>	<b>Master-Arbeit ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Studiengang vollständig erfüllt hat; und c. im Master-Studium in den Forschungskolloquien mindestens 6 KP sowie in den Grundlagen- und in den Vertiefungsfächern alle erforderlichen KP für das Master-Diplom erworben hat.	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Masterarbeit stellt eine gründliche historische, literaturwissenschaftliche oder philosophische Analyse eines auf die positiven Wissenschaften oder die Technik bezogenen Themas dar. Sie berücksichtigt die Forschungsliteratur und zeigt mindestens Ansätze zu einem eigenen Forschungsbeitrag.				
Lernziel	Die Masterarbeit stellt eine gründliche historische, literaturwissenschaftliche oder philosophische Analyse eines auf die positiven Wissenschaften oder die Technik bezogenen Themas dar. Sie berücksichtigt die Forschungsliteratur und zeigt mindestens Ansätze zu einem eigenen Forschungsbeitrag.				

### Geschichte und Philosophie des Wissens Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor

## ► Kernfächer des Basisjahres

### ►► Basisprüfung

#### ►►► Basisprüfungsblock 1

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-1110-00L	<b>Infektion</b>	O	2 KP	2V	<b>W.-D. Hardt</b> , A. B. Hehl, U. Karrer, S. R. Leibundgut
Kurzbeschreibung	Aufbau und Funktion von pathogenen Bakterien, Viren, Pilzen, sowie ein- und mehrzelliger Parasiten. Die Vorlesung wird von einer Lernplattform begleitet. Einzelne Inhalte müssen im Selbststudium erarbeitet werden.				
Lernziel	-Aufbauprinzipien und Infektionsmechanismen der wichtigsten Krankheitserreger erkennen. -Erklären auf welche Weise Antiinfektiva wirken und wie Pathogene resistent werden.				
Inhalt	-Zellaufbau Gram-positiver und Gram-negativer Bakterien -Bakterien-Wirt Interaktionen und ihre Auswirkungen auf den Wirt -Antibiotika und Antibiotika-Resistenzen -Klassifikation pathogener Viren -Organisation, Klassifizierung und Lebensweise eukaryotischer Krankheitserreger				
551-1304-00L	<b>Biochemie</b>	O	3 KP	3V	<b>U. K. Genick</b> , M. Peter, B. Wollscheid
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt Studierenden die zentralen Fakten und Konzepte der Biochemie und behandelt Themen aus den Bereichen Struktur, physico-chemischen Eigenschaften und Funktion von Biomolekülen; Enzyme und deren Funktionsweise; menschlicher Stoffwechsel und dessen Regulation; Signaltransduktion und Motorproteine.				
Lernziel	Die detaillierten Lernziele finden Sie auf der Moodle Seite des Kurses.				
Skript	Der Kurs hat kein traditionelles Skript sondern wird durch eine Moodle Seite unterstützt über die Studierende Zugang zu Unterlagen, Aufgaben, Videos und Aktivitäten haben.				
Literatur	Die essenziellen Dokumente des Kurses werden in form von Skripten und Lektionen auf der Moodle Seite des Kurses zur Verfügung gestellt. Für den Kurs gibt es kein "offizielles" Lehrbuch, doch Studierende die ein generelles Nachschlagwerk zum Thema suchen oder sich vertieft mit dem Thema beschäftigen wollen könnten sich für "Löffler/Petrides Biochemie und Pathobiochemie" ISBN 978-3-642-17971-6 interessieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Inhalten der Lehrveranstaltungen "Chemie für Mediziner" und "Molekulare Genetik und Zellbiologie" auf.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
529-1012-00L	<b>Organische Chemie II (für Biol./Pharm.Wiss./HST)</b>	O	5 KP	5G	<b>C. Thilgen</b>
Kurzbeschreibung	Der zentrale Zusammenhang zwischen Struktur und Reaktivität organischer Moleküle wird anhand grundlegender Reaktionstypen der organischen Chemie aufgezeigt. Damit einhergehend wird ein elementares Syntheserepertoire erarbeitet.				
Lernziel	Erwerben grundlegender Kenntnisse der organischen Stoff-, Struktur- und Reaktionslehre. Besonderer Wert wird auf das Verständnis der Reaktionsmechanismen und den Zusammenhang zwischen Struktur und Reaktivität gelegt. Auf diese Weise wird nach und nach ein elementares Syntheserepertoire für kleine organische Moleküle erarbeitet. Die in der Vorlesung besprochenen Konzepte werden anhand konkreter Beispiele in den Übungen angewandt und vertieft.				

Inhalt	<p>Grundlagen der Reaktionslehre. Fundamentale Reaktionstypen der organischen Chemie und die wichtigsten Verbindungsklassen, insbesondere Carbonylverbindungen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reaktionslehre <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Klassifizierung organisch-chemischer Reaktionen</li> <li>1.2 Mittlere Bindungsenthalpien, Spannung</li> <li>1.3 Einstufige Reaktionen (Synchron-Reaktionen)</li> <li>1.4 Mehrstufige Reaktionen</li> <li>1.5 Reaktive Zwischenstufen</li> <li>1.6 Lösungsmittel, Solvataion, H-Brücken</li> <li>1.7 Elemente der Konformationsanalyse</li> </ol> </li> <li>2 Alkane und Cycloalkane – Radikalische Halogenierung <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Definitionen und physikalische Daten</li> <li>2.2 van-der-Waals-Kräfte, Polarisierbarkeit, Ringspannung</li> <li>2.3 Gewinnung und Verwendung von Alkanen</li> <li>2.4 Radikalische Halogenierung von Alkanen</li> <li>2.5 Verbrennung</li> </ol> </li> <li>3 Halogenalkane – Nukleophile Substitution <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Physikalische Eigenschaften, Herstellungsmethoden</li> <li>3.2 Nukleophile Substitution</li> <li>3.3 Halogenhaltige Naturstoffe</li> </ol> </li> <li>4 Alkene – Eliminierung <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Allgemeines</li> <li>4.2 Herstellung von Alkenen, Eliminierungsreaktionen</li> <li>4.3 Alkene als Naturstoffe</li> </ol> </li> <li>5 Alkene – Elektrophile Addition <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 Elektrophile Addition an Alkene</li> <li>5.2 Diels-Alder-Reaktion</li> <li>5.3 1,3-Dipolare Cycloadditionen</li> </ol> </li> <li>6 Alkine, Cycloalkine <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Physikalische Daten</li> <li>6.2 Struktur und physikalische Eigenschaften</li> <li>6.3 Herstellungsmethoden für Alkine</li> <li>6.4 Reaktionen von Alkinen</li> <li>6.5 Naturstoffe und Wirkstoffe mit Acetylen-Einheiten</li> </ol> </li> <li>7 Aromatische Verbindungen – Elektrophile Substitution am Aromaten <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1 Benzol und die Hückel-Regel</li> <li>7.2 Weitere Aspekte der Aromatizität</li> <li>7.3 Wichtige aromatische Carbo- und Heterocyclen</li> <li>7.4 Einteilung der Aromaten nach ihrer Reaktivität bzgl. SEAr</li> <li>7.5 Elektrophile Substitution am Aromaten (SEAr)</li> <li>7.6 Beispiele elektrophiler Substitutionen am Aromaten</li> <li>7.7 Zweitsubstitution am Aromaten</li> <li>7.8 Nitroverbindungen als vielseitige Synthesezwischenprodukte</li> </ol> </li> <li>8 Die Carbonylgruppe I – Aldehyde und Ketone <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1 Allgemeines</li> <li>8.2 Nukleophile Addition von Grignard-Verbindungen und Organolithiumverbindungen an die Carbonylgruppe</li> <li>8.3 Oxidationen und Reduktionen</li> <li>8.4 Amine, Alkohole und Thiole</li> <li>8.5 Umsetzung von Aldehyden und Ketonen mit Wasser und Alkoholen: Hydrate und Acetale</li> <li>8.6 Umsetzung von Aldehyden und Ketonen mit Stickstoffverbindungen: Imine, Iminium-Ionen und Enamine</li> </ol> </li> <li>9 Die Carbonylgruppe II – Carbonsäuren und ihre Derivate <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1 Allgemeines</li> <li>9.2 Säurekatalysierte Veresterung von Carbonsäuren</li> <li>9.3 Alternative methoden für die Veresterung</li> <li>9.4 Basenvermittelte Verseifung von Carbonsäurederivaten</li> <li>9.5 Carbonsäureanhydride</li> <li>9.6 Carbonsäurechloride</li> <li>9.7 Konzept der Gruppenübertragungspotentiale von Carbonsäurederivaten</li> <li>9.8 Herstellung von Carbonsäureamiden</li> <li>9.9 Derivate der Kohlensäure</li> </ol> </li> <li>10 Die Carbonylgruppe III: Enolate von Carbonylverbindungen als Nukleophile – Aldolreaktion und verwandte Umsetzungen <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1 Allgemeines</li> <li>10.2 Darstellung von Enolaten und Enolat-Analoga</li> <li>10.3 Regioselektivität bei der Deprotonierung von Ketonen</li> <li>10.4 1,3-Dicarbonylverbindungen: doppelt aktivierte Methylengruppe</li> <li>10.5 Aldolkondensation und verwandte Reaktionen</li> <li>10.6 Reaktionen zwischen Carbonsäurederivaten</li> <li>10.7 Michael-Addition</li> <li>10.8 Robinson-Anellierung</li> </ol> </li> </ol>
Skript	Ein Skript ist erhältlich (pdf-Datei). Zu den Übungen werden Musterlösungen ausgegeben. Zusätzliche Unterlagen werden im Rahmen des aktuellen Moodle-Kurses "Organische Chemie II" online zur Verfügung gestellt ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch">https://moodle-app2.let.ethz.ch</a> ).
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisbuch Organische Chemie. Carsten Schmuck, Pearson Studium, 2018. (Kompaktes Lehrbuch für die ersten beiden Semester; 412 Seiten).</li> <li>• Organische Chemie. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, Übers. hrsg. von Holger Butenschön, 6. Aufl., Wiley-VCH, 2020.</li> <li>• Organic Chemistry: Structure and Function. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, 8th ed., W. H. Freeman &amp; Company, 2018.</li> <li>• Organic Chemistry. T. W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle, Scott A. Snyder, 12th ed., Wiley, 2017.</li> <li>• Organische Chemie. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, 2. Aufl., Springer Berlin, 2017 (Korr. Nachdr. 2. Auflage 2013).</li> <li>• Organic Chemistry. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, 2nd ed., Oxford University Press, 2012.</li> <li>• Organische Chemie. Paula Y. Bruice, 5. akt. Aufl., Pearson Studium, 2011.</li> <li>• Organic Chemistry. Paula Y. Bruice, 8th ed., Pearson, 2016.</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch der Vorlesung 529-1011-00 "Organische Chemie I für Biol./Pharm.Wiss./HST".

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>376-0001-00L</b>	<b>Biomechanik I</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. G. Snedeker</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Technische Mechanik, mit Anwendung in Biologie und Medizin: Kinematik und Statik von starren Körpern und Systemen. Grundlegende Einführung in Deformation und Versagen von Materialien unter Belastung.				
Lernziel	Einfache Problemstellungen der technischen Mechanik können analysiert und gelöst werden. Anwendung dieser Methoden um Probleme in Medizin und Biologie können verstanden werden.				
Inhalt	Grundlagen: Lage und Geschwindigkeit materieller Punkte, starre Körper, ebene Bewegung, Kinematik starrer Körper, Kraft, Moment, Leistung. Statik: Äquivalenz und Reduktion von Kräftegruppen, Gleichgewicht, Hauptsatz der Statik, Bindungen, Analytische Statik, Reibung. Beanspruchung, Spannungen, Verzerrungen im Zug und Druck, Biegung, und Torsion.				
Skript	Ja				
Literatur	M. B. Sayir, J. Dual, S. Kaufmann: Ingenieurmechanik 1, Grundlagen und Statik. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2008. M. B. Sayir, S. Kaufmann: Ingenieurmechanik 3, Dynamik. Teubner, Stuttgart, 2005.				

<b>401-0292-00L</b>	<b>Mathematik II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>A. Caspar</b>
Kurzbeschreibung	Mathematik I/II ist eine Einführung in die ein- und mehrdimensionale Analysis und die Lineare Algebra unter besonderer Betonung von Anwendungen in den Naturwissenschaften.				
Lernziel	Die Studierenden				
	+ verstehen Mathematik als Sprache zur Modellbildung und als Werkzeug zur Lösung angewandter Probleme in den Naturwissenschaften. + können Entwicklungsmodelle analysieren, Lösungen qualitativ beschreiben oder allenfalls explizit berechnen: diskret/kontinuierlich in Zeit, Ebene und Raum. + können Beispiele und konkrete arithmetische und geometrische Situationen der Anwendungen interpretieren und bearbeiten, auch mit Hilfe von Computeralgebrasystemen.				
Inhalt	<b>## Komplexe Zahlen ##</b> - Kartesische und Polar-Darstellung - Rechnen mit komplexen Zahlen - Lösungen algebraischer Gleichungen  <b>## Lineare Algebra - Fortsetzung ##</b> - Komplexe Vektoren und Matrizen - Weitere Arithmetische Aspekte - LGS und Gauss-Verfahren  <b>## Lineare DGL 2. Ordnung und Systeme 1. Ordnung ##</b> - Lösen mit Eigenwerten/-vektoren. - Qualitative Lösungsverhalten - Ebene und Räumliche (Lösungs-)Kurven  <b>## Integral- und Differentialrechnung (II) ##</b> - Hauptsatz der Differential/Integralrechnung - Uneigentliche Integrale - Anwendungen - Gebiets- und Volumenintegral - - - - - - Partielle Funktionen und Ableitungen - Extrema - Tangentialebene - Verallgemeinerte Kettenregel  <b>## Vektoranalysis ##</b> - Potentialtheorie - Formel von Green - Divergenz und Ebener (und Räumlicher) Satz von Gauss				
Skript	In Ergänzung zu den Vorlesungskapiteln der Lehrveranstaltungen fassen wir wichtige Sachverhalte, Formeln und weitere Ausführungen jeweils in einem Vademecum zusammen.  Dabei gilt:  * Die Skripte ersetzen nicht die Vorlesung und/oder die Übungen! * Ohne den Besuch der Lehrveranstaltungen verlieren die Ausführungen ihren Mehrwert. * Details entwickeln wir in den Vorlesungen und den Übungen, um die hier bestehenden Lücken zu schliessen. * Prüfungsrelevant ist, was wir in der Vorlesung und in den Übungen behandeln.				

Literatur	Siehe auch Lernmaterial > Literatur		
	<p><b>**Th. Wihler**</b>  Mathematik für Naturwissenschaften, 2 Bände:  Einführung in die Analysis, Einführung in die Lineare Algebra;  Haupt-Verlag Bern, UTB.</p> <p><b>**H. H. Storrer**</b>  Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften I; Birkhäuser.  Via ETHZ-Bibliothek:  &lt;<a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-8598-0">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-8598-0</a>&gt;</p> <p><b>**Ch. Blatter**</b>  Lineare Algebra; VDF  auch als [pdf] auf der Vorlesungsseite</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p><b>## Voraussetzungen ##</b>  Mathematik I</p> <p><b>## Übungen und Prüfungen ##</b>  + Die Übungsaufgaben (inkl. Multiple-Choice und Khan-Aufgaben) sind ein wichtiger Bestandteil der Lehrveranstaltung.  + Es wird erwartet, dass Sie mindestens 75 % der wöchentlichen Serien bearbeiten und zur Korrektur einreichen.  + Der Prüfungsstoff ist eine Auswahl von Themen aus Vorlesung und Übungen. Für eine erfolgreiche Prüfung ist die konzentrierte Bearbeitung der Aufgaben unerlässlich.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>401-0643-00L</b>	<b>Statistik I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker. Die Konzepte werden anhand einiger anschaulicher Beispiele eingeführt.				
Lernziel	Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.				
Inhalt	Modelle und Statistik für Zähldaten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomial-Verteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen. Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle. Regression: Das Modell der linearen Regression, Tests und Vertrauensintervalle, Residuenanalyse.				
Skript	Es steht ein kurzes Skript zur Verfügung.				
Literatur	- W. A. Stahel, Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler, 5. Aufl., Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 2007				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlegende Mathematik-Kenntnisse wie sie im ersten Semester erworben werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert		

<b>376-0004-00L</b>	<b>Einführung Gesundheitswissenschaften und Technologie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die sechs Vertiefungsbereiche des Studiengangs anhand ausgewählter Forschungsfragen: Bewegungswissenschaften und Sport, Rehabilitation und Inklusion, Medizintechnik, Molekulare Gesundheitswissenschaften, Neurowissenschaften sowie Gesundheit, Ernährung und Umwelt. Aufzeigen der Berufsmöglichkeiten in der Medizintechnik, der Biomedizin, der Gesundheitsförderung und weiteren Bereichen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen konkrete Forschungsprozesse und Berufsfelder im Bereich Gesundheitswissenschaften und Technologie kennen lernen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		

### ►► Praktika des Basisjahres

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0010-00L</b>	<b>Praktikum Chemie ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>N. Kobert, F. Jenny</b>



Kurzbeschreibung	Im Praktikum Chemie werden grundlegende Techniken der Laborarbeit erlernt. Die Experimente umfassen sowohl analytische als auch präparative Aufgaben. So werden z. B. Bodenproben analysiert, ausgewählte Synthesen durchgeführt, und die Arbeit mit gasförmigen Substanzen im Labor wird vermittelt.
Lernziel	Einblick in die experimentelle Methodik der Chemie: Verhalten im Labor, Umgang mit Chemikalien. Beobachten und Beschreiben grundlegender chemischer Reaktionen.
Inhalt	- Analytik - Nitritbestimmung - Komplexe - Löslichkeit - Chemische Synthesen (Bsp. Aspirin) - Protonenübertragung in wässriger Lösung - CO <sub>2</sub> -Kreislauf - Lebensmittelfarbstoffe
Skript	Das Skript zum Praktikum und die Versuchsanleitungen werden auf einer eigenen homepage zugänglich gemacht.
Literatur	Die genaue Vorbereitung anhand des Praktikums skripts ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum.

<b>376-0004-01L</b>	<b>Praktikum Gesundheitswissenschaften und Technologie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>R. Müller, O. Bar-Nur, M. Sommerhalder</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte Experimente im Bereich von Gesundheitswissenschaften und Technologie als Einstieg ins wissenschaftliche Arbeiten.				
Lernziel	Mittels verschiedener Experimente sollen die Studierenden Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens anwenden und erleben.				
Inhalt	Datenerhebung, Datendarstellung und Diskussion (teilweise inkl. Berichterstellung) bei folgenden Experimenten: - menschlicher vs. pneumatischer Muskel - Muskelaktivität und Kraft - Gleichgewicht/Sensomotorik - Stress-Strain-Relation - Molekulare Diagnostik - Literaturrecherche				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		

## ► Kernfächer des übrigen Bachelor-Studiums

### ►► Prüfungsblöcke

#### ►►► Prüfungsblock A

*Der Prüfungsblock A wird nur im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►► Prüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0009-00L</b>	<b>Molekular- und Zellbiologie in Gesundheit und Krankheit</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>C. Wolfrum</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs konzentriert sich auf die biochemischen, molekularen und zellulären Mechanismen der Krankheitsentwicklung. Es werden verschiedene Bereiche abgedeckt, die auf den Kursen in Molekularer Genetik und Zellbiologie sowie Biochemie aufbauen, um ein konzeptionelles Verständnis dieser Prozesse zu entwickeln.				
Lernziel	Verständnis der molekularen und zellulären Konzepte der Krankheitsentwicklung anhand von Beispielen verschiedener Krankheiten und physiologischer Anpassungen. Verständnis der molekularen und zellulären Veränderungen, die für eine ausgewählte Anzahl von Krankheiten/physiologischen Anpassungen verantwortlich sind. Entwicklung einer Präsentation, in der die molekularen und zellulären Veränderungen erklärt werden, die für eine bestimmte Krankheit/physiologische Anpassung verantwortlich sind.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Lineare mechanistische Modelle pathologischer Prozesse &amp; Kollagen und dessen pathologische Prozesse</li> <li>Protein Krankheiten – Mutationen/Aggregate</li> <li>Enzyme in der Pathologie – Enzymmangel, Drug Targets, Arzneimittelinteraktionen, Biomarker</li> <li>Biochemische Methoden in der Diagnostik</li> <li>Biologische Membranen – Lipidabhängige Erkrankungen Fettstoffwechsel, Cholesterinstoffwechsel, Cholesterin im Nervensystem, Membranerkrankungen im Nervensystem</li> <li>Proteinvermittelte Bewegung – Proteine als Motorfunktion, Muskelerkrankungen, Myotonien, Kardiomyopathien</li> <li>Zelluläre Kommunikation – Prinzip der hormonellen Wirkungen, Schilddrüse, Betazelle, Insulin, Diabetes, Adipokine</li> <li>Hypertension – Regulation des Blutdrucks</li> <li>Metabolismus – Kohlenhydratstoffwechsel und die dazu gehörigen Erkrankungen</li> <li>Metabolismus – hereditäre Fruktoseintoleranz, Glykogenspeichererkrankungen</li> <li>Störungen im Aminosäurestoffwechsel, Harnstoffzyklus, Gicht</li> <li>Systemische Regulation Stoffwechsel Autophagie</li> </ol>				
Literatur	Löffler/Petrides: Biochemie und Pathobiochemie.				

<b>376-0153-00L</b>	<b>Histologie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. P. Wolfer, I. Amrein, L. Slomianka</b>
Kurzbeschreibung	Auf den Vorlesungen Anatomie 1+2 aufbauendes Online-Praktikum am virtuellen Mikroskop Biolucida mit einer Einführung in histologische Technik. Im ersten Teil werden Beispiele von Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe untersucht. Der zweite Teil behandelt die mikroskopische Anatomie ausgewählter Organe.				
Lernziel	Die Studierenden erlangen durch Arbeit am virtuellen Mikroskop ein vertieftes Verständnis des Vorlesungsstoffs, insbesondere der mikroskopischen Anatomie. Sie sind in der Lage, histologische Gewebeprobe zu beurteilen, darin organotypische Strukturen und Artefakte zu erkennen und sie einem Organ zuzuordnen.				
Inhalt	<p>Allgemeine Histologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Epithelgewebe</li> <li>- Bindegewebe</li> <li>- Knorpel- und Knochengewebe</li> <li>- Nervengewebe</li> <li>- Muskelgewebe</li> </ul> <p>Spezielle Histologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdauungsorgane</li> <li>- Nervensystem und Sinnesorgane</li> <li>- Endokrine Organe</li> <li>- Urogenitalorgane</li> <li>- Kreislauf- und Atmungsorgane</li> </ul>				

Literatur Empfohlene Lehrbücher  
Lüllmann-Rauch R, Asan E: Taschenlehrbuch Histologie  
Kühnel W: Taschenatlas Histologie

Voraussetzungen /  
Besonderes Aufbauend auf:  
376-0151-00 Anatomie und Physiologie I  
376-0150-00 Anatomie und Physiologie II

402-0084-00L	Physik II	O	4 KP	3V+1U	A. S. Antognini
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die klassische Physik mit besonderem Schwerpunkt auf Anwendungen in der Medizin. Sie vermittelt Schlüsselkonzepte in Strömungslehre, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Optik. Besonders viel Wert wird darauf gelegt, wichtige Phänomene mithilfe von Experimenten zu veranschaulichen, sowie Fähigkeiten zur quantitativen Problemlösung zu entwickeln.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist, den Studierenden die Fähigkeit zu vermitteln, grundlegende Prinzipien und Methoden der Physik auf Probleme in der modernen Wissenschaft, der Medizin und im Ingenieurwesen zu erklären und anzuwenden. Ein wichtiger Teil davon ist, zu lernen, wie man komplizierte Probleme aufteilt und darauf fundamentale Gesetze und Vereinfachungen anwendet, um sie zu lösen. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, dass die Studierenden ein Verständnis für die relevanten Größen und Größenordnungen entwickeln. Das sekundäre Ziel besteht darin, den Studierenden einen Überblick der wichtigen Themen der Physik zu verschaffen und deren Anwendung aufzuzeigen.				
Inhalt	Strömungslehre (Laminare Strömungen, Kontinuitätsgleichung, Bernoulligleichung, Strömungswiderstand, Gesetz von Hagen-Poiseuille)  Thermodynamik (Temperatur, Wärme, Arbeit, Wärmekapazität, kinetische Gastheorie, erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsänderungen, Wärmekraftmaschinen, Phasenumwandlungen, Wärmetransport)  Elektromagnetismus (Elektrostatik, elektrischer Strom, Magnetostatik, Schaltkreise, Induktion)  Geometrische Optik (Bilderzeugung, Spiegel, Linsen, Reflexionsgesetz, Brechungsgesetz, Augen, optische Instrumente)				
Skript	Ein Skript wird zu Beginn des Semesters verteilt werden.				
Literatur	"Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten", von Alfred Trautwein, Uwe Kreibitz, Jürgen Hüttermann; De Gruyter Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung Mathematik I+II und Physik I (Studiengänge Gesundheitswissenschaften und Technologie bzw. Humanmedizin) / Mathematik-Lehrveranstaltungen des Basisjahres (Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwissenschaften bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung		geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken		gefördert gefördert	

### ▶▶▶ Prüfungsblock C

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
376-0152-00L	Anatomie und Physiologie II	O	5 KP	4V	R. Müller, N. K. Brasier, W. Langhans, E. Slack, L. Slomianka, C. Spengler
Kurzbeschreibung	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Verdauungstraktes, der endokrinen Organe, des Harnapparates, und des Geschlechtsapparates. Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge. Studium sämtlicher Gewebe und ausgewählter Organsysteme des Menschen anhand von histologischen Schnitten.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Menschen und Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen kurzgefassten Überblick über Humananatomie und -physiologie. 3. Semester: Grundbegriffe der Gewebelehre und Embryologie. Anatomie und Physiologie: Nervensystem, Muskel, Sinnesorgane, Kreislaufsystem, Atmungssystem. 4. Semester: Anatomie und Physiologie: Verdauungstrakt, endokrine Organe, Stoffwechsel und Thermoregulation, Haut, Blut und Immunsystem, Harnapparat, zirkadianer Rhythmus, Reproduktionsorgane, Schwangerschaft und Geburt.				
Literatur	Anatomie: Martini, Timmons, Tallitsch, "Anatomie", Pearson; oder Schiebeler, Korf, "Anatomie", Steinkopff / Springer; oder Spornitz, "Anatomie und Physiologie, Lehrbuch und Atlas für Pflege- und Gesundheitsfachberufe", Springer  Physiologie: Thews/Mutschler/Vaupel: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart  oder  Schmidt/Lang/Thews: Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Heidelberg				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Anatomie und Physiologie I - Vorlesung ist Voraussetzung, da die Anatomie und Physiologie II - Vorlesung auf dem Wissen der im vorangegangenen Semester gelesenen Anatomie und Physiologie I - Vorlesung aufbaut.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	

376-0206-00L	Biomechanik II	O	4 KP	3G	W. R. Taylor, F. Vogl
Kurzbeschreibung	Einführung in die Dynamik, Kinetik und Kinematik von starren und elastischen Mehrkörpersystemen mit Anwendungen in Technologie, Biologie und Medizin und insbesondere der menschlichen Bewegung.				
Lernziel	Die Studierenden können - dynamische Systeme analysieren und beschreiben. - die mechanischen Grundsätze erklären und in der Technologie, Biologie und Medizin anwenden.				

Inhalt	Die Studierenden können für die Grundkonzepte folgender Themen erklären und auf Beispiele aus der Biomechanik und Medizin anwenden. - Kinematik der Bewegung - Kinetik der Bewegung - Energie, Impuls, Stossmechanik - Drehimpuls - Koordinatensysteme und -transformationen - Kinematik Mehrkörpersysteme - Lagrange Formalismus - Kinetik Mehrkörpersysteme und Energiefluss - Inverse Dynamik - Muskelmechanik - Muskeloptimierung				
<b>376-1611-00L</b>	<b>Biomedizinische Grenzflächen</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. C. Benn, V. Vogel, S. Lickert, F. Pennacchio</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung dient als Einführung in das Design von Materialien für biomedizinische Anwendungen. Der Fokus liegt auf der Kontrolle der Wechselwirkungen zwischen Biomolekülen oder Zellen mit synthetischen Materialien. Die Kenntnis grundlegender Konzepte erlaubt uns, prototypische Anforderungen an Materialoberflächen zu definieren und molekulare Prinzipien zu deren Realisierung zu nutzen.				
Lernziel	1. Die Studierenden werden grundlegende Regeln kennenlernen, die die Wechselwirkungen von biologischen Molekülen oder Zellen mit synthetischen Materialien auf der Nanoskala bestimmen. 2. Die Studierenden werden in der Lage sein, essenzielle Anforderungen an die Funktionalisierung eines Materials im Kontext von spezifischen biomedizinischen Anforderungen zu definieren. 3. Die Studierenden können das Ergebnis von Self-Assembly Prozessen vorhersagen und diese dazu benutzen, gewünschte Funktionen oder ein gewünschtes biologisches Verhalten an Grenzflächen zu erreichen.				
Inhalt	- Protein-Oberflächen Wechselwirkungen - Anti-adhäsive Oberflächenbeschichtungen - Biosensoren - Bakterien-Oberflächen Wechselwirkungen - Zell-Nanopartikel Wechselwirkungen - Drug Delivery Systeme - Zell-Substrat Wechselwirkungen - Tissue Engineering				
Skript	Online-Zugriff auf die Folien zu den Vorlesungen. Die Folien sind in Englisch.				
Literatur	Ausgewählte Kapitel aus - Biomaterials Science: an Introduction to Materials in Medicine, by B. Ratner, 3rd Ed. Academic Press (2013). - Biomimetic Materials and Design: Biointerfacial Strategies, Tissue Engineering and Targeted Drug Delivery, by A.K. Dillow and A.M. Lowman, CRC Press (2002). - Biomaterials: Principles and Practices, by J.Y. Wong et al., CRC Press (2013). - Molecular Biology of the Cell, by B. Alberts et al., Taylor & Francis, 5th Ed. (2007). Weitere Literaturreferenzen werden in den Vorlesungen gegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese interdisziplinäre Vorlesung möchte StudentInnen aus allen Fachbereichen auf Bachelor-Niveau ansprechen. Es werden fundierte Grundkenntnisse in Zellbiologie und Biochemie vorausgesetzt.  Einige Vorlesungen werden in englischer Sprache unterrichtet.				

## ►► Einzelfächer und Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0006-01L</b>	<b>Praktikum Physiologie (für HST)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Spengler</b>
Kurzbeschreibung	Experimente zur Funktion von Nerven, Muskeln, Herz, Kreislauf, Atmung und Sinnesorganen beim Menschen.				
Lernziel	Physiologie praktisch erfahren. Erlernen elementarer Untersuchungsmethoden am Menschen und korrekte Interpretation der Messresultate.				
Inhalt	Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit, Aufzeichnung von Elektromyogramm (EMG; Einzelstimulation und Summation) und Mechanogramm; Messung von Lungenfunktion und Sauerstoffverbrauch; Bestimmung der Kreislauf-Anpassung (Herzfrequenz und Blutdruck) an orthostatische Veränderung und körperliche Aktivität, sowie Computersimulation der Herz-Kreislauf-Funktion unter diversen Bedingungen; Bestimmung von Hörschwelle, Sehschärfe, Akkommodationsbreite und Gesichtsfeld.				
Skript	Skriptum zum Physiologie-Praktikum auf Moodle				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>376-0006-02L</b>	<b>Praktikum Molekularbiologie</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>K. De Bock, O. Bar-Nur, F. von Meyenn, C. Wolfrum</b>
	<i>Dieses Praktikum findet standardmässig im 6. Semester statt - bitte erst dann belegen.</i>				
	<i>Ausnahme: Studierende, welche im 6. Semester im Austausch sind, können das Praktikum im 4. Semester absolvieren; für Belegung bitte beim Mobilitätsverantwortlichen melden.</i>				
Kurzbeschreibung	Einführung in die experimentelle Molekularbiologie anhand von Beispielen aus der Physiologie.				
Lernziel	Molekularbiologie praktisch erfahren. Erlernen elementarer Untersuchungsmethoden				
Inhalt	Proteinanalyse, Zellkultur, Quantifizierung von RNA				
Skript	Ein Skript zum Praktikum wird abgegeben.				

► **Schwerpunktfächer**

►► **Bewegungswissenschaften und Sport**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0202-00L</b>	<b>Neural Control of Movement and Motor Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Wenderoth, M. Altermatt, S. Gerritzen, C. Lustenberger</b>
Kurzbeschreibung	This course extends the students' knowledge regarding the neural control of movement and motor learning. Particular emphasis will be put on those methods and experimental findings that have shaped current knowledge of this area including fMRI, EEG, TMS, electrical brain stimulation and classical behavioural experiments.				
Lernziel	Knowledge of the neurophysiological basis underlying the neural control of movement and motor learning. One central element is that students have first hands-on experience in the lab where small experiments are independently executed, analysed and interpreted.				
<b>376-0204-00L</b>	<b>Trainingswissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. de Bruin, P. Eggenberger</b>
Kurzbeschreibung	Evidenz-basierte Erkenntnisse zum Training der Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit, zur Planung und Periodisierung des Trainings, sowie zum motorischen Lernen werden vermittelt und bezüglich verschiedener Altersgruppen (Kindheit bis Seniorenalter), sowie Leistungsstufen diskutiert. Die Erkenntnisse werden in eine Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe umgesetzt.				
Lernziel	Evidenz-basierte Trainingsempfehlungen für verschiedene Zielgruppen (Kinder/Jugendliche, Erwachsene, Senioren, Breiten-/Leistungssport) verstehen, kritisch beurteilen und in einer zielgerichteten Trainingsplanung anwenden und evaluieren können.				
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evidenz-basierte Forschung in den Trainingswissenschaften</li> <li>- Training von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit</li> <li>- Training im Kindes- und Jugendalter</li> <li>- Training im Seniorenalter</li> <li>- Sportartanalyse, Trainingsplanung und Periodisierungsmodelle</li> <li>- Motorisches Lernen im Sport</li> </ul> <p>Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung einer zielgerichteten Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe basierend auf trainingswissenschaftlicher Evidenz.</li> </ul> <p>Praxis in der Sporthalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplarische Anwendung praktischer Trainingsformen aus dem Kraft- und Schnelligkeitstraining</li> <li>- Experimente zum motorischen Lernen</li> </ul>				
Skript	Folien der Vorlesung und Artikel auf Moodle.				
Literatur	G.G. Haff & N.T. Triplett (eds): Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics, 4th edition, 2016.  W.E. Amonette, K.L. English, W.J. Kraemer: Evidence-Based Practice in Exercise Science. The Six-Step Approach. Human Kinetics, 2016.				
<b>376-0222-00L</b>	<b>Exercise Physiology II: Molecular and Cellular Biology W of Skeletal Muscle</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. De Bock, O. Bar-Nur, G. D'Hulst</b>
Kurzbeschreibung	Skeletal muscle is an organ with a striking capacity to adapt to a variety of stimuli. It adapts to different modes of exercise training (endurance versus resistance exercise), regenerates upon damage, and loses its function under pathological conditions. This course gives insights into the molecular and cellular processes that control muscle adaptation to training and muscle repair from injury.				
Lernziel	Students will be able to understand the cellular composition of the muscle and how this affects muscle function. They will analyse and understand how a muscle adapts to a specific stimulus (exercise, injury, pathology), and how these processes are coordinated on a cellular and molecular level. They will learn the genetic basis of muscle disorders and obtain an overview on current efforts to develop new curative treatments for muscle diseases. Finally, will acquire skills to analyse and interpret current scientific efforts in the field, and translate the implications of research findings for training adaptations.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptations to endurance training</li> <li>- Adaptations to resistance training</li> <li>- Muscle regeneration (focus on muscle stem cells)</li> <li>- Muscle regeneration (focus on the role of stromal cells: vasculature, inflammation, FAPs,...)</li> <li>- Regulation of muscle insulin sensitivity</li> <li>- Muscle memory</li> <li>- Muscle insulin sensitivity and exercise</li> <li>- Muscle fiber typology and training optimization</li> <li>- Dietary approaches to optimize exercise training adaptations</li> <li>- How do elites train? (Or Concurrent training)</li> <li>- Stem cell biology and cell-based therapies for muscle diseases</li> <li>- Myogenic regulatory factors and their roles in muscle regeneration</li> <li>- Genetic basis of muscle diseases</li> <li>- Gene therapy and genome engineering approaches to treat muscle diseases</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	- Excercise Physiology I (376-0207-00)				
<b>376-0905-00L</b>	<b>Funktionelle Anatomie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. P. Wolfer, I. Amrein</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die allgemeine und spezielle Anatomie des Bewegungsapparates mit dem Ziel, Bewegungen und die Entstehung von Verletzungen besser zu verstehen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erlangen einer räumlichen Vorstellung des menschlichen Bewegungsapparates</li> <li>- Korrekte Anwendung der Nomenklatur bei der Beschreibung anatomischer Sachverhalte</li> <li>- Verstehen der Zusammenhänge zwischen Morphologie und normaler Funktion des Bewegungsapparates</li> <li>- Kenntnis der anatomischen Grundlagen ausgewählter Verletzungsmechanismen</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates (Bindegewebe, Knochen, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Becken und freie untere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Wirbelsäule, Brustkorb, Bauchwand (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Schulter und freie obere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schünke M, Topographie und Funktion des Bewegungssystems</li> <li>- Gehrke T, Sportanatomie, Rowohlt Taschenbuch Verlag</li> <li>- Weineck J, Sportanatomie, Spitta-Verlag</li> </ul>				

►► **Medizintechnik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QQuality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
<b>376-0210-00L</b>	<b>Biomechanics</b> <i>Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riener, R. Gassert, N. Gerig, O. Lambercy</b>
	<i>Die Biomechanics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.</i>				
	<i>Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -&gt; online Tutorial <a href="http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/">http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/</a></i>				
Kurzbeschreibung	Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.				
Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechanics, through lectures on the underlying theoretical/mechanics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.				
	By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechanics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechanics systems.				
Inhalt	The course will cover the interdisciplinary elements of biomechanics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechanics technology.				
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.				
Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechanics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.				
Voraussetzungen / Besonderes	None				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>376-1180-00L</b>	<b>Introduction to Electric Circuits with Applications to Sensing Technologies for Health Sciences</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Menon, A. Shokurov</b>
Kurzbeschreibung	The course, designed specifically for D-HEST Bachelor's students, introduces techniques to analyse circuits with resistive, inductive and capacitive elements. Time and frequency domain responses of simple circuits are discussed. Fundamentals of active filters are introduced. Throughout the course, applications of electric circuits used in sensors and measurement systems for health are presented.				
Lernziel	Acquire basic knowledge in electric circuits and understand how they are used in devices used to monitor health.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistance, capacitance, and inductance.</li> <li>- Operational amplifier.</li> <li>- Natural and step response of RLC circuits.</li> <li>- Sinusoidal steady-state analysis.</li> <li>- Laplace Transform in Circuit analysis.</li> <li>- Frequency selective circuits.</li> <li>- Active filter circuit.</li> </ul>				

Literatur	Textbook: Electric Circuits, Eleventh Edition, by Nilsson Riedel, Pearson.				
Voraussetzungen / Besonderes	Supporting handbook: Handbook of Modern Sensors (Physics, Designs, and Applications), Fifth Edition, by Jacob Fraden, Springer - 401-0291-00L Mathematik I - 401-0292-00L Mathematik II - 401-0293-00L Mathematik III - 402-0083-00L Physik I - 402-0084-00L Physik II				
<b>376-1983-00L</b>	<b>Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Jutzeler, S. Brüningk, A. Ferretti, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the basic techniques, methodologies, and practical skills required to draw meaningful insights from real-world data with focus on biomedical and health data. The goals are to learn how to use acclaimed software tools (pandas, scikit-learn) for acquiring, cleaning, analyzing, exploring, and visualizing data; making data-driven inferences and decisions and communicating results.				
Lernziel	At the end of the course, a student should be able to: 1. Construct a coherent understanding of the techniques and software tools required to perform the fundamental steps of the data science pipeline; 2. Acquire data from different sources (data formats, API, open data, big data platforms); 3. Prepare data for subsequent analysis (handling missing and incorrect data; perform data quality assessments; identify and deal with outliers); 4. Solve real-world scenarios, including tackling imbalanced data and selecting suitable models; 5. Perform data interpretation (statistics, knowledge extraction, critical thinking, ad-hoc visualizations); 6. Evaluate outcomes and make decisions based on data; 7. Effectively communicate results (reporting, visualizations, publishing reproducible results, ethical concerns).				
Inhalt	1. Introduction to data science 2. Data wrangling (data acquisition, cleaning, handling missing data, outlier detection) 3. Data visualization and reporting results (graphic vocabulary, graph types, methods of data visualization) 4. Statistics (repetition of basics) 5. Machine learning (definition, supervised and unsupervised ML, training vs test set, cross-validation) 6. Regression 7. Classification 8. Clustering 9. Feature selection 10. Ethics in data science 11. Data science applications				
Voraussetzungen / Besonderes	- 376-1725-00L Introduction to Python Programming - 401-0643-00L Statistics I - 401-0643-13L Statistics II  (alternative to Python-course: 252-0842-00L Introduction to Programming and Problem Solving)				

## ►► Molekulare Gesundheitswissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1983-00L</b>	<b>Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Jutzeler, S. Brüningk, A. Ferretti, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the basic techniques, methodologies, and practical skills required to draw meaningful insights from real-world data with focus on biomedical and health data. The goals are to learn how to use acclaimed software tools (pandas, scikit-learn) for acquiring, cleaning, analyzing, exploring, and visualizing data; making data-driven inferences and decisions and communicating results.				
Lernziel	At the end of the course, a student should be able to: 1. Construct a coherent understanding of the techniques and software tools required to perform the fundamental steps of the data science pipeline; 2. Acquire data from different sources (data formats, API, open data, big data platforms); 3. Prepare data for subsequent analysis (handling missing and incorrect data; perform data quality assessments; identify and deal with outliers); 4. Solve real-world scenarios, including tackling imbalanced data and selecting suitable models; 5. Perform data interpretation (statistics, knowledge extraction, critical thinking, ad-hoc visualizations); 6. Evaluate outcomes and make decisions based on data; 7. Effectively communicate results (reporting, visualizations, publishing reproducible results, ethical concerns).				
Inhalt	1. Introduction to data science 2. Data wrangling (data acquisition, cleaning, handling missing data, outlier detection) 3. Data visualization and reporting results (graphic vocabulary, graph types, methods of data visualization) 4. Statistics (repetition of basics) 5. Machine learning (definition, supervised and unsupervised ML, training vs test set, cross-validation) 6. Regression 7. Classification 8. Clustering 9. Feature selection 10. Ethics in data science 11. Data science applications				
Voraussetzungen / Besonderes	- 376-1725-00L Introduction to Python Programming - 401-0643-00L Statistics I - 401-0643-13L Statistics II  (alternative to Python-course: 252-0842-00L Introduction to Programming and Problem Solving)				
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				

Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.		
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumormimmunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen		
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle		
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project. -To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease. - To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease -To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases -To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues -To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics. -Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations. - To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research -To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses. -To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level. -Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert		

## ►► Neurowissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1306-00L</b>	<b>Clinical Neuroscience (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: BME389</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The lecture series "Clinical Neuroscience" presents a comprehensive, condensed overview of the most important neurological diseases, their clinical presentation, diagnosis, therapy options and possible causes.				
Lernziel	By the end of this module students should be able to: - demonstrate their understanding and deep knowledge concerning the main neurological diseases - identify and explain the different clinical presentation of these diseases, the methodology of diagnosis and the current therapies available - summarize and critically review scientific literature efficiently and effectively				

<b>376-1307-00L</b>	<b>Translational Neuroscience</b> <i>Information für UZH Studierende: Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V</b>	<b>J. Bohacek, K. Gapp</b>
Kurzbeschreibung	This course connects the clinical reality of common neuropsychiatric diseases to the underlying brain circuits, and explores how basic research helps to identify disease mechanisms and treatments. In a flipped-classroom setting, project teams will explore the interplay between basic research and clinical needs based on existing treatments for neuropsychiatric disorders.				
Lernziel	By the end of the course, students will be able to explain how changes in fundamental brain processes can give rise to neuropsychiatric disease. They will have an understanding of the clinical reality of diagnosing and treating such disorders. Ultimately, the students will be able to evaluate how basic research can address clinical needs, and they will be able to explain how preclinical research and treatment options for neurological diseases are linked, and how a treatment can evolve from the interplay between basic research and clinical trials. During the flipped classroom projects, students will learn to (1) critically read scientific publications for a specific disease and disease model; (2) synthesize the relevant information in a presentation; (3) evaluate each other's presentations; (4) provide constructive feedback to their peers.				
Inhalt	This course evaluates the clinical and basic research aspects for some of the most vexing neuropsychiatric disorder, including affective disorders (anxiety and depression), Alzheimer's Disease, Addiction, Attention-Deficit Hyperactivity Disorder, Parkinson's Disease and Stress-related disorders. Each disorder is presented from a clinical perspective in one lecture, and from a basic research perspective in a corresponding lecture the week after. Part of the course is a student project: In groups of approximately 4, the students select from a list of breakthrough treatments for neuropsychiatric disorders and explore how the treatment has been discovered/developed. Students will conduct literature research and put together a videopresentation that summarizes their findings for their fellow students. They emphasize the translational process - the back and forth between the clinics and basic research - and put the process into a historical context.				
Voraussetzungen / Besonderes	Required: Neural Systems for Sensory, Motor and Higher Brain Functions (376-1305-01V / Bio343) Recommended: Neuroanatomy & Neurophysiology (376-0007-00L) Recommended: Anatomy and Physiology 1 & 2 (376-0151-00L + 376-0152-00L)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>376-0202-00L</b>	<b>Neural Control of Movement and Motor Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Wenderoth, M. Altermatt, S. Gerritzen, C. Lustenberger</b>
Kurzbeschreibung	This course extends the students' knowledge regarding the neural control of movement and motor learning. Particular emphasis will be put on those methods and experimental findings that have shaped current knowledge of this area including fMRI, EEG, TMS, electrical brain stimulation and classical behavioural experiments.				
Lernziel	Knowledge of the neurophysiological basis underlying the neural control of movement and motor learning. One central element is that students have first hands-on experience in the lab where small experiments are independently executed, analysed and interpreted.				
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert

## ► Obligatorische Fächer des 2. Studienjahres (NUR für Studienregl. 2017)

### ►► Prüfungsblöcke

### ►►► Prüfungsblock 3

*Nur für Studierende aus dem Reglement 2017, die die LE 376-0009-00 absolvieren möchten (statt der beiden alten LE 376-0007-00 und LE 376-0008-00).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0009-00L</b>	<b>Molekular- und Zellbiologie in Gesundheit und Krankheit</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>C. Wolfrum</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs konzentriert sich auf die biochemischen, molekularen und zellulären Mechanismen der Krankheitsentwicklung. Es werden verschiedene Bereiche abgedeckt, die auf den Kursen in Molekularer Genetik und Zellbiologie sowie Biochemie aufbauen, um ein konzeptionelles Verständnis dieser Prozesse zu entwickeln.				
Lernziel	Verständnis der molekularen und zellulären Konzepte der Krankheitsentwicklung anhand von Beispielen verschiedener Krankheiten und physiologischer Anpassungen. Verständnis der molekularen und zellulären Veränderungen, die für eine ausgewählte Anzahl von Krankheiten/physiologischen Anpassungen verantwortlich sind. Entwicklung einer Präsentation, in der die molekularen und zellulären Veränderungen erklärt werden, die für eine bestimmte Krankheit/physiologische Anpassung verantwortlich sind.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Lineare mechanistische Modelle pathologischer Prozesse &amp; Kollagen und dessen pathologische Prozesse</li> <li>Protein Krankheiten – Mutationen/Aggregate</li> <li>Enzyme in der Pathologie – Enzymmangel, Drug Targets, Arzneimittelinteraktionen, Biomarker</li> <li>Biochemische Methoden in der Diagnostik</li> <li>Biologische Membranen – Lipidabhängige Erkrankungen Fettstoffwechsel, Cholesterinstoffwechsel, Cholesterin im Nervensystem, Membranerkrankungen im Nervensystem</li> <li>Proteinvermittelte Bewegung – Proteine als Motorfunktion, Muskelerkrankungen, Myotonien, Kardiomyopathien</li> <li>Zelluläre Kommunikation – Prinzip der hormonellen Wirkungen, Schilddrüse, Betazelle, Insulin, Diabetes, Adipokine</li> <li>Hypertension – Regulation des Blutdrucks</li> <li>Metabolismus – Kohlenhydratstoffwechsel und die dazu gehörigen Erkrankungen</li> <li>Metabolismus – hereditäre Fruktoseintoleranz, Glykogenspeichererkrankungen</li> <li>Störungen im Aminosäurestoffwechsel, Harnstoffzyklus, Gicht</li> <li>Systemische Regulation Stoffwechsel Autophagie</li> </ol>				
Literatur	Löffler/Petrides: Biochemie und Pathobiochemie.				
<b>376-0153-00L</b>	<b>Histologie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. P. Wolfer, I. Amrein, L. Slomianka</b>
Kurzbeschreibung	Auf den Vorlesungen Anatomie 1+2 aufbauendes Online-Praktikum am virtuellen Mikroskop Biolucida mit einer Einführung in histologische Technik. Im ersten Teil werden Beispiele von Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe untersucht. Der zweite Teil behandelt die mikroskopische Anatomie ausgewählter Organe.				
Lernziel	Die Studierenden erlangen durch Arbeit am virtuellen Mikroskop ein vertieftes Verständnis des Vorlesungsstoffs, insbesondere der mikroskopischen Anatomie. Sie sind in der Lage, histologische Gewebeproben zu beurteilen, darin organotypische Strukturen und Artefakte zu erkennen und sie einem Organ zuzuordnen.				
Inhalt	<p>Allgemeine Histologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Epithelgewebe</li> <li>- Bindegewebe</li> <li>- Knorpel- und Knochengewebe</li> <li>- Nervengewebe</li> <li>- Muskelgewebe</li> </ul> <p>Spezielle Histologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdauungsorgane</li> <li>- Nervensystem und Sinnesorgane</li> <li>- Endokrine Organe</li> <li>- Urogenitalorgane</li> <li>- Kreislauf- und Atmungsorgane</li> </ul>				
Literatur	Empfohlene Lehrbücher Lüllmann-Rauch R, Asan E: Taschenlehrbuch Histologie Kühnel W: Taschenatlas Histologie				
Voraussetzungen / Besonderes	Aufbauend auf: 376-0151-00 Anatomie und Physiologie I 376-0150-00 Anatomie und Physiologie II				

<b>402-0084-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. S. Antognini</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die klassische Physik mit besonderem Schwerpunkt auf Anwendungen in der Medizin. Sie vermittelt Schlüsselkonzepte in Strömungslehre, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Optik. Besonders viel Wert wird darauf gelegt, wichtige Phänomene mithilfe von Experimenten zu veranschaulichen, sowie Fähigkeiten zur quantitativen Problemlösung zu entwickeln.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist, den Studierenden die Fähigkeit zu vermitteln, grundlegende Prinzipien und Methoden der Physik auf Probleme in der modernen Wissenschaft, der Medizin und im Ingenieurwesen zu erklären und anzuwenden. Ein wichtiger Teil davon ist, zu lernen, wie man komplizierte Probleme aufteilt und darauf fundamentale Gesetze und Vereinfachungen anwendet, um sie zu lösen. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, dass die Studierenden ein Verständnis für die relevanten Größen und Größenordnungen entwickeln. Das sekundäre Ziel besteht darin, den Studierenden einen Überblick der wichtigen Themen der Physik zu verschaffen und deren Anwendung aufzuzeigen.				

Inhalt	Strömungslehre (Laminare Strömungen, Kontinuitätsgleichung, Bernoulligleichung, Strömungswiderstand, Gesetz von Hagen-Poiseuille)		
	Thermodynamik (Temperatur, Wärme, Arbeit, Wärmekapazität, kinetische Gastheorie, erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsänderungen, Wärmekraftmaschinen, Phasenumwandlungen, Wärmetransport)		
	Elektromagnetismus (Elektrostatik, elektrischer Strom, Magnetostatik, Schaltkreise, Induktion)		
	Geometrische Optik (Bilderzeugung, Spiegel, Linsen, Reflexionsgesetz, Brechungsgesetz, Augen, optische Instrumente)		
Skript	Ein Skript wird zu Beginn des Semesters verteilt werden.		
Literatur	"Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten", von Alfred Trautwein, Uwe Kreibitz, Jürgen Hüttermann; De Gruyter Verlag.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung Mathematik I+II und Physik I (Studiengänge Gesundheitswissenschaften und Technologie bzw. Humanmedizin) / Mathematik-Lehrveranstaltungen des Basisjahres (Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwissenschaften bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

### ▶▶▶ Prüfungsblock 4

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0152-00L</b>	<b>Anatomie und Physiologie II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>R. Müller, N. K. Brasier, W. Langhans, E. Slack, L. Slomianka, C. Spengler</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Verdauungstraktes, der endokrinen Organe, des Harnapparates, und des Geschlechtsapparates. Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge. Studium sämtlicher Gewebe und ausgewählter Organsysteme des Menschen anhand von histologischen Schnitten.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Menschen und Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen kurzgefassten Überblick über Humananatomie und -physiologie. 3. Semester: Grundbegriffe der Gewebelehre und Embryologie. Anatomie und Physiologie: Nervensystem, Muskel, Sinnesorgane, Kreislaufsystem, Atmungssystem. 4. Semester: Anatomie und Physiologie: Verdauungstrakt, endokrine Organe, Stoffwechsel und Thermoregulation, Haut, Blut und Immunsystem, Harnapparat, zirkadianer Rhythmus, Reproduktionsorgane, Schwangerschaft und Geburt.				
Literatur	Anatomie: Martini, Timmons, Tallitsch, "Anatomie", Pearson; oder Schiebeler, Korf, "Anatomie", Steinkopff / Springer; oder Spornitz, "Anatomie und Physiologie, Lehrbuch und Atlas für Pflege- und Gesundheitsfachberufe", Springer  Physiologie: Thews/Mutschler/Vaupel: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart  oder  Schmidt/Lang/Thews: Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Heidelberg				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Anatomie und Physiologie I - Vorlesung ist Voraussetzung, da die Anatomie und Physiologie II - Vorlesung auf dem Wissen der im vorangegangenen Semester gelesenen Anatomie und Physiologie I - Vorlesung aufbaut.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
<b>376-0206-00L</b>	<b>Biomechanik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>W. R. Taylor, F. Vogl</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Dynamik, Kinetik und Kinematik von starren und elastischen Mehrkörpersystemen mit Anwendungen in Technologie, Biologie und Medizin und insbesondere der menschlichen Bewegung.				
Lernziel	Die Studierenden können - dynamische Systeme analysieren und beschreiben. - die mechanischen Grundsätze erklären und in der Technologie, Biologie und Medizin anwenden.				
Inhalt	Die Studierenden können für die Grundkonzepte folgender Themen erklären und auf Beispiele aus der Biomechanik und Medizin anwenden. - Kinematik der Bewegung - Kinetik der Bewegung - Energie, Impuls, Stossmechanik - Drehimpuls - Koordinatensysteme und -transformationen - Kinematik Mehrkörpersysteme - Lagrange Formalismus - Kinetik Mehrkörpersysteme und Energiefluss - Inverse Dynamik - Muskelmechanik - Muskeloptimierung				
<b>376-1611-00L</b>	<b>Biomedizinische Grenzflächen</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. C. Benn, V. Vogel, S. Lickert, F. Pennacchio</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung dient als Einführung in das Design von Materialien für biomedizinische Anwendungen. Der Fokus liegt auf der Kontrolle der Wechselwirkungen zwischen Biomolekülen oder Zellen mit synthetischen Materialien. Die Kenntnis grundlegender Konzepte erlaubt uns, prototypische Anforderungen an Materialoberflächen zu definieren und molekulare Prinzipien zu deren Realisierung zu nutzen.				
Lernziel	1. Die Studierenden werden grundlegende Regeln kennenlernen, die die Wechselwirkungen von biologischen Molekülen oder Zellen mit synthetischen Materialien auf der Nanoskala bestimmen. 2. Die Studierenden werden in der Lage sein, essenzielle Anforderungen an die Funktionalisierung eines Materials im Kontext von spezifischen biomedizinischen Anforderungen zu definieren. 3. Die Studierenden können das Ergebnis von Self-Assembly Prozessen vorhersagen und diese dazu benutzen, gewünschte Funktionen oder ein gewünschtes biologisches Verhalten an Grenzflächen zu erreichen.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protein-Oberflächen Wechselwirkungen</li> <li>- Anti-adhäsive Oberflächenbeschichtungen</li> <li>- Biosensoren</li> <li>- Bakterien-Oberflächen Wechselwirkungen</li> <li>- Zell-Nanopartikel Wechselwirkungen</li> <li>- Drug Delivery Systeme</li> <li>- Zell-Substrat Wechselwirkungen</li> <li>- Tissue Engineering</li> </ul>
Skript	Online-Zugriff auf die Folien zu den Vorlesungen. Die Folien sind in Englisch.
Literatur	Ausgewählte Kapitel aus <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomaterials Science: an Introduction to Materials in Medicine, by B. Ratner, 3rd Ed. Academic Press (2013).</li> <li>- Biomimetic Materials and Design: Biointerfacial Strategies, Tissue Engineering and Targeted Drug Delivery, by A.K. Dillow and A.M. Lowman, CRC Press (2002).</li> <li>- Biomaterials: Principles and Practices, by J.Y. Wong et al., CRC Press (2013).</li> <li>- Molecular Biology of the Cell, by B. Alberts et al., Taylor &amp; Francis, 5th Ed. (2007).</li> </ul> Weitere Literaturreferenzen werden in den Vorlesungen gegeben.
Voraussetzungen / Besonderes	Diese interdisziplinäre Vorlesung möchte StudentInnen aus allen Fachbereichen auf Bachelor-Niveau ansprechen. Es werden fundierte Grundkenntnisse in Zellbiologie und Biochemie vorausgesetzt.  Einige Vorlesungen werden in englischer Sprache unterrichtet.

## ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0842-00L</b>	<b>Programmieren und Problemlösen</b> <i>Belegungsfrist: 16.02.2024</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.				
Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmen-Design Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>				
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/</a>				
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahe Programmieren mit Python (252-0840-02)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-0213-00L</b>	<b>Materialwissenschaftliche Grundlagen II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Isa</b>
Kurzbeschreibung	Die grundlegenden physikalischen Konzepte zur Beschreibung von Materialien, die im ersten Semester gelehrt wurden, werden in Plenumsveranstaltungen vertieft. Die Studierenden machen sich im Selbststudium mit den wichtigsten Materialklassen (Metalle, Polymere, Keramiken und moderne Materialien) vertraut und erhalten fachspezifische, weiterführende Vorlesungen von erfahrenen Wissenschaftlern zu alle				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>- die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Materialien zu nennen und machen sich mit der Spitzenforschung vertraut, (wiedergeben, 1)</li> <li>- einfache Beziehungen zwischen atomarer Struktur und makroskopischen Eigenschaften für die verschiedenen Materialklassen zu beschreiben, (verstehen, 2)</li> <li>- grundlegende materialspezifische Kerngrößen zu berechnen, (anwenden, 3)</li> <li>- Phasendiagramme, Diagramme zu Materialeigenschaften (z.B. Spannungs-Dehnungs-Diagramme). (analysieren, 4)</li> </ul>				
Inhalt	Grundlegende Konzepte zu Metallen, Keramiken, Polymeren und modernen Materialien Thermodynamik und Phasendiagramme Diffusion Mechanische Eigenschaften Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Materialien				

Literatur	Hauptreferenz:				
	William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch				
	Materialwissenschaften und Werkstofftechnik – Eine Einführung				
	Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, Deutschland, 2013				
	Alternativen:				
	Milton Ohring				
	Engineering Materials Science				
	Academic Press, 1995, <a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-524995-9.X5023-5">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-524995-9.X5023-5</a>				
	James F. Shackelford				
	Introduction to Materials Science for Engineers				
	5th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Lehrveranstaltung Materialwissenschaftliche Grundlagen I (327-0113-00) wird empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>376-0012-00L</b>	<b>Praktikum Bewegungslehre</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-M. Jäggi</b>
Kurzbeschreibung	Bedeutung der Sinnessysteme für das Bewegungsklernen / selbstbewegtes Erfahren unterschiedlicher koordinativer Kompetenzen / Strategien zur Optimierung von Bewegungshandlungen / Phasenanalyse ausgewählter Bewegungen / Bewegungsqualität / Feedback				
Lernziel	Die Studierenden sollen: 1. die unterschiedlichen Ursachen und Aspekte kennen, welche die motorische Handlungskompetenz beeinflussen 2. die grundlegenden Anforderungen der Muskel-Steuerungsfähigkeit hinsichtlich ihrer Bedeutung für die koordinativen Kompetenzen differenzieren und einordnen können 3. die koordinativen Fähigkeiten kennen und einander gegenüber stellen können 4. ihre eigenen koordinativen Kompetenzen in exemplarischen Beispielen insbesondere im Bereich der Selbstbewegung vertieft erleben und gezielt verbessern 5. verschiedene Lernstrategien kennen lernen und diese gewinnbringend in ihr eigenes Bewegungshandeln einsetzen können				
Inhalt	Bedeutung der Sinnessysteme für das Bewegungsklernen / selbstbewegtes Erfahren unterschiedlicher koordinativer Kompetenzen / Strategien zur Optimierung von Bewegungshandlungen / Phasenanalyse ausgewählter Bewegungen / Bewegungsqualität / Feedback				
Skript	Unterlagen, inkl. Literaturhinweise stehen während des Semesters im Unterricht (elektronisch) zur Verfügung				
<b>376-0014-00L</b>	<b>Praktikum Trainingslehre</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Krebs, D. Baumgartner, A. Sonderegger</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Prinzipien der Trainingslehre / Erleben von Trainingsformen in den Bereichen Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit / Durchlaufen eines Trainingsprozesses / Spezielle Trainingsformen wie intermittierendes Training, etc. / Training in verschiedenen Settings / Trainingskontrollen und Leistungstests				
Lernziel	Die Teilnehmer erfahren die Prinzipien der Trainingslehre am eigenen Leib und sind damit kompetenter bei der Trainingsplanung und -gestaltung.				
Inhalt	Einführung in die Prinzipien der Trainingslehre / Erleben von Trainingsformen in den Bereichen Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit / Durchlaufen eines Trainingsprozesses / Spezielle Trainingsformen wie intermittierendes Training, etc. / Training in verschiedenen Settings / Trainingskontrollen und Leistungstests				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>376-0905-00L</b>	<b>Funktionelle Anatomie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. P. Wolfer, I. Amrein</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die allgemeine und spezielle Anatomie des Bewegungsapparates mit dem Ziel, Bewegungen und die Entstehung von Verletzungen besser zu verstehen.				
Lernziel	- Erlangen einer räumlichen Vorstellung des menschlichen Bewegungsapparates - Korrekte Anwendung der Nomenklatur bei der Beschreibung anatomischer Sachverhalte - Verstehen der Zusammenhänge zwischen Morphologie und normaler Funktion des Bewegungsapparates - Kenntnis der anatomischen Grundlagen ausgewählter Verletzungsmechanismen				
Inhalt	- Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates (Bindegewebe, Knochen, Gelenke, Muskeln) - Becken und freie untere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln) - Wirbelsäule, Brustkorb, Bauchwand (Skelett, Gelenke, Muskeln) - Schulter und freie obere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)				
Literatur	- Schünke M, Topographie und Funktion des Bewegungssystems - Gehrke T, Sportanatomie, Rowohlt Taschenbuch Verlag - Weineck J, Sportanatomie, Spitta-Verlag				

<b>376-1120-00L</b>	<b>Psychologie und Epidemiologie in Arbeit und Gesundheit - eine Einführung</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>O. Hämmig, S. T. Güntert</b>
Kurzbeschreibung	Ein- und Überblick in und über das breite, interdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschungsgebiet von Arbeit und Gesundheit. Fokussierung vornehmlich auf psychosoziale Faktoren (Belastungen, Stressoren, Ressourcen) bei der (bezahlten) Arbeit und deren Auswirkungen auf die psychische und physische Gesundheit und die Zufriedenheit und Motivation der Erwerbstätigen.				
Lernziel	Die Teilnehmer/-innen wissen um die gesundheitliche Bedeutung der (Erwerbs-)Arbeit und kennen die beteiligten Disziplinen und die wichtigsten Forschungsthemen, Problemfelder und Zusammenhänge im Themenkreis von "Arbeit und Gesundheit". Insbesondere sind sie vertraut mit den wichtigsten arbeitsbezogenen Gesundheitsstörungen und arbeitspsychologischen Einflussfaktoren (Risiko- und Protektivfaktoren) auf die Gesundheit wie auch mit den Daten und Forschungsmethoden in diesem Forschungsgebiet.				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung gibt eine Einführung in die arbeitsbezogene Gesundheitspsychologie (Occupational Health Psychology) und die Sozialepidemiologie, zweier präventiv ausgerichteter wissenschaftlicher Subdisziplinen der (angewandten) Psychologie und der Medizin, die sich mit dem Thema "Arbeit und Gesundheit" beschäftigen und dabei soziale und insbesondere psychosoziale Faktoren und Stressoren bei der Arbeit in ihrer Wirkung auf die Gesundheit der Beschäftigten untersuchen. Auf der Suche nach sozialen und v.a. arbeitsbezogenen Ursachen von gesundheitlicher Ungleichheit und von vielfältigen Gesundheitsproblemen oder Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, muskuloskeletale Beschwerden oder Burnoutsymptome und andere psychische Störungen werden wichtige arbeitspsychologische Konzepte und Konstrukte thematisiert. Dazu zählen gesundheitliche Risikofaktoren und Belastungen bei der Arbeit wie etwa Stress, mangelnder Handlungs- und Entscheidungsspielraum, berufliche Gratifikationskrisen, Rollenkonflikte und Vereinbarkeitsprobleme zwischen Erwerbs- und Privatleben usw. Zur Sprache kommen aber auch gesundheitliche Protektivfaktoren und Ressourcen bei der Arbeit wie Zeitautonomie oder soziale Unterstützung am Arbeitsplatz sowie positive, potenziell gesundheitsförderliche Aspekte und Formen der Arbeit wie Arbeitsengagement oder Freiwilligenarbeit.				
<b>376-1148-00L</b>	<b>Vom Symptom zur Diagnose (für HST)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>W. O. Frey</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung richtet sich an Studenten, die mit medizinischen Problemstellungen konfrontiert werden. Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden. Sehr gute Kenntnisse in Physiologie und Anatomie werden vorausgesetzt.				
Lernziel	Die Vorlesung richtet sich an Studenten, die mit medizinischen Problemstellungen konfrontiert werden. Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden.				
Inhalt	Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden.				
Literatur	Lebensqualität: Bewegung- Ernährung- Erholung ISBN 3-906466-22-1 Beiträge zur Gesundheitsförderung v. Paolo C. Colombani, Walter O. Frey, Caspar Wenk				
<b>376-1175-00L</b>	<b>Thermoregulation und Sporttextilien</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>R. M. Rossi</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden die Grundlagen der Thermoregulation des menschlichen Körpers präsentiert und Themen der Wärmeübertragung des Körpers, der Hyper- und Hypothermie, der Akklimatisierung sowie der thermischen Behaglichkeit und der Bekleidungsphysiologie behandelt.				
Lernziel	Aufzeigen der thermoregulatorischen Mechanismen um den Körper im thermischen Gleichgewicht zu halten, sowie der verschiedenen Mechanismen des Wärmeaustausches mit der Umgebung und wie moderne Sportbekleidung die Leistungsfähigkeit des Sportlers unterstützen kann.				
Inhalt	Als homöothermes Wesen muss der Mensch seine Körperkerntemperatur in engen Grenzen um 37°C halten. Die Wärmeproduktion muss im Gleichgewicht zur Wärmeabgabe stehen. Der menschliche Körper besitzt verschiedene Mechanismen, um Temperaturschwankungen der Umgebung zu kompensieren, wie z.B. die Vasodilatation und Konstriktion, Schwitzen, oder Frostzittern. Zusätzlich kann die Wahl einer adäquaten Kleidung die Klimaspanne, bei welcher ein Überleben möglich ist, fast beliebig vergrössern. Zudem werden Grundlagen der Bekleidungsphysiologie präsentiert, und gezeigt, wie funktionelle Bekleidung bei unterschiedlichen Sportarten die thermophysiologischen Funktionen des Körpers unterstützen kann.				
Skript	wird jeweils vor der Vorlesung elektronisch zur Verfügung gestellt.				
<b>376-1582-00L</b>	<b>Fortschritte in der translationalen Krebsforschung</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Nägeli</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel ist eine Vertiefung der Vorlesung "Krebs: Grundlagen, Ursachen, Therapie". Die Studierenden bekommen Einblick in Methoden der Krebsforschung, wobei der Fokus bei Anwendungen in der Therapie gelegt wird. Im Vordergrund stehen monoklonale Antikörper, Kinase-Inhibitoren, epigenetische Regulatoren und gentechnisch veränderte Immunzellen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen ausgewählte aktuelle Themen der translationalen Krebsforschung. Sie haben einen Einblick in die Arbeitsweise der modernen Krebsforschung.				
Inhalt	Einführung in die translationale Krebsforschung, Präsentation ausgewählter Themen der aktuellen translationalen Krebsforschung, Überblick der für Selbststudium und Vortrag notwendigen Literaturkompetenz.				
Skript	Der Dozierende stellt seine Präsentationen in Form von Handouts zur Verfügung.				
Literatur	Der Dozierende weist auf besondere aktuelle Veröffentlichungen hin.				
Voraussetzungen / Besonderes	Kenntnisse der Krebsbiologie, zum Beispiel durch vorherigen Besuch der Vorlesung 376-1581-00L "Krebs: Grundlagen, Ursachen und Therapie". Die Studierenden beteiligen sich mit einem eigenen Vortrag.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>376-1663-00L</b>	<b>Climate, Ethics and Human Health</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Blasimme, E. Vayena</b>
Kurzbeschreibung	The course explores climate change and environmental ethics in relation to human health. Topics include climate, weather, and environmental biotechnology's relationship to issues like antibiotic resistance, vector-borne diseases, and unhealthy landscapes, all influenced by climate change and social disparities. Public policy issues in the face of climate-related health challenges are also covered.				
Lernziel	<p>This course aims to provide students with a foundation of knowledge about climate change and its implications for human health, using principles from the disciplines of environmental ethics and bioethics. Students will gain familiarity with current relevant topics ranging from geoengineering and vector borne disease, to food security and unhealthy landscapes ('riskscapes.'), concluding with a survey of relevant public policy initiatives and ethical duties.</p> <p>This course is offered to all D-HEST students who wish to learn more about the interaction of the environment and climate change with human health, and the ethical and policy considerations surrounding this topic. The course can also be attended in fulfillment of the required ethics training for doctoral students in our department. As of next year, we can consider offering it as a Science in Perspective course.</p> <p>The specific learning objectives of this course are the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Demonstrate a basic understanding of the science of climate change</li> <li>•Describe related topics, such as climate change denial, that contribute to our individual and societal approach and understanding of climate science</li> <li>•Discuss the basic principles of environmental ethics addressing the relationship between human beings and our environment, including topics of the Anthropocene, Wilderness, ecology, and the value of nature</li> <li>•Describe ways in which the changing climate affects human health, through events such as excessive heat, flooding, wildfires, severe storms, drought</li> <li>•Summarize the basic concepts of the One Health initiative, and our understanding of how climate change affects areas such as maternal and child health and global health, and urban environments and green space, with attention to social determinants of health</li> <li>•Explain the principles of bioethics that speak to human health and the climate crisis</li> <li>•Apply bioethical concepts to critical thinking about balancing costs and benefits in climate change planning, and making decisions that protect the health of vulnerable groups and promote health equity</li> <li>•Discuss examples of environmental biotechnology that interact with climate change and human health (primarily geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance)</li> <li>•Discuss how the changing climate interacts with food security and unhealthy landscapes or 'riskscapes'</li> <li>•Explain the role of public policy in addressing the effects of the changing climate on health, including the potential role of citizen science in this area</li> <li>•In light of the course content, describe our ethical duties regarding the environment and the health of human beings</li> </ul>				

Inhalt The course offers students a survey of key topics surrounding the relationship between the changing climate and the health of human beings. This is achieved using principles and perspectives from the disciplines of bioethics and environmental ethics, with consideration to climate policy and societal implications.

The course begins with an introduction to the fundamental scientific concepts of climate change, and related topics such as climate change denial. Next the course will provide an introduction to the discipline of environmental ethics, including topics such as the value of nature, Wilderness, and the Anthropocene, as a background of scholarship about how humans conceive of the environment and form beliefs that can be consequential for their actions.

Once this foundation is established, students will move on to examine the interaction between climate change and human health. Students will be introduced to the impact of climate change on the physical and mental health of human beings, due to realities such as increasing temperatures, flooding, wildfire, and more unpredictable storms or drought.

The course proceeds to examine contributions from the discipline of bioethics to the area of climate change and human health, and the need for ethical reasoning in questions of the relationship between human beings and the rest of the natural world.

Throughout the content of the course, consideration will be given to the realities of structural injustice, and how we have built our society in ways that disadvantage certain groups of people, often those who are more vulnerable to begin with. Inherent in this discussion is an understanding of the social determinants of health, factors such as education, neighbourhood, income, and employment, which greatly influence health outcomes.

In the next section, the course presents current topics from the area of environmental biotechnology that are relevant for human health, such as geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance. Also in this section, students will explore the topics of food security and unhealthy landscapes, or 'risksapes', and related questions of health equity.

In conclusion, the course explores public policies and ethical duties emerging from the content thus far. Students will be presented with examples of public policy addressing the causes and effects of climate change, including policies designed for mitigation and adaptation, as well as citizen science initiatives.

Climate change is the reality that we all live in now. Through this course, we hope to help students investigate the connections between climate change and human health, and the values and ethical principles underlying how we understand this and respond, as individuals and as a society.

376-1715-00L	<b>Bewegungs- und Sporttherapie I</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Marschall</b>
	<i>Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss Praktikum Trainingslehre 376-0014-00</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Sport- und Bewegungstherapie und dient als Einstieg zur Qualifikation Sport- und Bewegungstherapeutin.				
Lernziel	Die Teilnehmenden kennen das Berufsbild der Bewegungs- und Sporttherapie. Sie kennen gesundheitspolitische und gesundheitspsychologische Aspekte und Wirkungsweisen der Sport- und Bewegungstherapie sowie Grundlagen des Qualitätsmanagements. Sie können die Modelle des ICF und der Verhaltensmodifikation auf Fallbeispiele anwenden.				
Inhalt	Sport- und Bewegungstherapie im Gesundheitswesen Schweiz / Projektmanagement; ICF, Indikationskataloge, Zielsetzung, Assessments, Evaluation Epidemiologie, Modelle Salutogenese / Rokeach; Gesundheitspsychologie;				
Literatur	Schüle/Huber: Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie, Deutscher Ärzteverlag, Köln 2012; H.Deimel et al.: Neue aktive Wege in Prävention und Rehabilitation, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 2007				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: "Praktikum Trainingslehre" erfolgreich abgeschlossen oder in der ersten Hälfte des Frühjahrssemesters belegt. Die Lehrveranstaltung dient als Einstieg zur Qualifikation Sport- und Bewegungstherapeutin und wird zusammen mit den nachfolgenden Veranstaltungen "Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie" und "Praktische Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie" als Grundlagen der Sporttherapie im CAS anerkannt (äquivalent Basismodul). Der Leistungsnachweis wird mit einer open-book-Prüfung am letzten Tag erbracht.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
377-0666-00L	<b>This is Public Health</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>weitere Dozierende</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	In dieser Vortrags- und Diskussionsreihe werden wichtige und kontroverse Themen der Gesundheitswissenschaften vorgestellt.				
Lernziel	Die Studierenden können aktuelle Public-Health-Herausforderungen reflektieren und im Lichte von Evidenz und Methoden der Gesundheitswissenschaften diskutieren.				
Inhalt	Nach einem Vortrag von wissenschaftlichen Fachleuten (30 Min.) folgt jede Woche eine moderierte Diskussion. Zu den aktuellen Themen gehören psychische Gesundheit und Antidepressiva, Ethik in Pandemiesituationen, Kommunikation in Gesundheit, Infodemie, Malaria-Eliminierung sowie andere gesellschaftlich relevante Themen zur Volksgesundheit. Um den Kurs abzuschließen müssen Studierende einmal in der Podiumsdiskussion teilnehmen und einen Quiz erfolgreich absolvieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs wird in Englisch gehalten.				
529-0732-00L	<b>Proteins and Lipids</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Lang</b>
	<i>Hinweis für BSc Biologiestudierende: Nur einer der beiden</i>				

*Konzeptkurse 529-0731-00 Nucleic Acids and Carbohydrates (Herbstsemester) oder 529-0732-00 Proteins and Lipids (Frühlingsemester) kann für das Bachelorstudium angerechnet werden.*

Kurzbeschreibung	An overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.			
Lernziel	Overview of the relationship between protein sequence, conformation and function.			
Inhalt	Proteins, structures and properties, (bio)synthesis of polypeptides, protein folding and design, protein engineering, chemical modification of proteins, proteomics.			
Literatur	General Literature: - T.E. Creighton: Proteins: Structures and Molecular Properties, 2nd Edition, H.W. Freeman and Company, New York, 1993. - C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland Publishing, New York, 1991. - J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer: Biochemistry, 5th edition, H.W. Freeman and Company, New York, 2002. - G.A. Petsko, D. Ringe: Protein Structure and Function, New Science Press Ltd., London, 2004.  Original Literature: Citations from the original literature relevant to the individual lectures will be assigned weekly.			

<b>535-0231-00L</b>	<b>Medizinische Chemie II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Hall</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt ausgewählte Medikamente und die ihren therapeutischen Effekt erklärenden molekularen Wirkungsmechanismen. Beschrieben werden historische und moderne Methoden der Medikamenten-Entdeckung und -Entwicklung. Struktur-Wirkungs-Beziehungen und biophysikalische Grundlagen der Ligand-Target-Wechselwirkung werden diskutiert und mit Beispielen illustriert.				
Lernziel	Grundlegendes Wissen zu Therapeutika hinsichtlich ihrer pharmazeutischen und molekularpharmakologischen Eigenschaften erlangen.				
Inhalt	Molekulare Wirkungsmechanismen synthetischer und natürlicher Therapeutika. Struktur-Wirkungsbeziehungen, biophysikalische Grundlagen der Ligand-Target Wechselwirkung.				
Skript	Wird in Einzelteilen jeweils vor der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	- G.L. Patrick, "An Introduction to Medicinal Chemistry", 5th edition, Oxford University Press (2013) - D. Steinhilber, M. Schubert-Zsilavec, H.J. Roth, "Medizinische Chemie", Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart (2005) - J.H. Block, J.M. Beale, "Organic Medicinal and Pharmaceutical Chemistry", 11th edition, Lippincott, Williams, Wilkins (2002) - A. Gringauz, "How Drugs Act and Why", Wiley (1997) - R. Silverman and M. Holladay, "The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action" 3rd Edition, Academic Press, (2014)				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlegende Vorlesungen in Physikalischer und Organischer Chemie, Biochemie und Biologie. Besuch der Vorlesung Medizinische Chemie I.				

<b>535-0241-03L</b>	<b>Biopharmazie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S.-D. Krämer</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Biopharmazie. Erarbeiten der wichtigsten pharmakokinetischen Parameter, welche das Verhalten eines bestimmten Arzneistoffes im Körper beschreiben. Interpretation von Konzentrations-Zeit-Kurven. Befähigung zur Beurteilung von Arzneistoffen anhand ihrer physikalisch-chemischen und pharmakokinetischen Parameter. Abschätzen des Interaktionsprofils bei Co-medikation.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Biopharmazie. Erarbeiten der wichtigsten pharmakokinetischen Parameter, welche das Verhalten eines bestimmten Arzneistoffes im Körper beschreiben (Absorption, Verteilung, Biotransformation und Exkretion). Interpretation von Konzentrations-Zeit-Kurven. Befähigung zur Beurteilung von Arzneistoffen anhand ihrer physikalisch-chemischen und pharmakokinetischen Parameter. Abschätzen des Interaktionsprofils bei Co-medikation mit verschiedenen Arzneistoffen.				
Inhalt	Einführung in die Kinetik von Arzneistoffen im Körper; Definition der wichtigsten pharmakokinetischen Parameter und deren Berechnung aus klinischen Messdaten (Kompartimentmodell, statist. Modell); Kinetik der Absorption bei extravasaler Applikation; Kinetik der Verteilung inkl. Proteinbindung; Kinetik der Elimination: Exkretion und Biotransformation (physiologisches Modell); Pharmakokinetische Profilierung von Arzneistoffen: Verknüpfung der Kernparameter. Erstellen und Anpassen von Dosierungsschemata.				
Literatur	P. Langguth, G. Fricker, H. Wunderli-Allenspach "Biopharmazie", Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2004.				

<b>535-0522-00L</b>	<b>Pharmakologie und Toxikologie II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>U. Quitterer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie gibt im Verlauf von 2 Semestern einen Überblick über die Zusammensetzung, Anwendung und Wirkungsweise von wichtigen Medikamentengruppen. Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Pharmazie und der medizinisch orientierten Naturwissenschaften.				
Lernziel	Das Ziel ist die Vermittlung pharmakologischer und toxikologischer Grundlagen unter Berücksichtigung pharmakologischer, pathophysiologischer und klinischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung umfasst die kurze Darstellung makroskopischer, mikroskopischer, pathobiochemischer sowie funktioneller Veränderungen an Organen und Organsystemen bei wichtigen Erkrankungen. Ausgehend davon werden die Wirkungsmechanismen, die Anwendung, die Pharmakokinetik, unerwünschte Wirkungen, Wechselwirkungen, Toxikologie, Kontraindikationen und Dosierung relevanter Medikamente dargestellt. Allgemeine Prinzipien klinischer Pharmakologie und Pharmakotherapie werden behandelt.				
Skript	Für jede Vorlesung wird ein Skript abgegeben, das eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Stichpunkten beinhaltet.				
Literatur	Die Skripte enthalten die Hauptpunkte der Vorlesung und definieren prüfungsrelevante Kenntnisse. Sie ersetzen die Vorlesung nicht. Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Bernhard Hofmann, Veit Flockerzi. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 13. Auflage, 1244 Seiten 2022 Urban & Fischer in Elsevier, ISBN: 978-3-437-42622-3  Das internationale Standardwerk der Pharmakologie: Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann 14th edition, 1664 pages 2022; McGraw - Hill Higher Education ISBN: 978-264-25807-9				
Voraussetzungen / Besonderes	Abschluss Grundstudium.  Gleichzeitiger oder vorgängiger Besuch des Seminars 535-0523-00 Aktuelle Themen aus Pharmakologie und Toxikologie ist dringend empfohlen.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>535-0534-00L</b>	<b>Drug, Society and Public Health</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>J. Steurer, R. Heusser</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundkonzepte und Methoden von Public Health, Epidemiologie und Evidence Based Medicine (EBM). Grundlagen und Prinzipien klinischer Studie zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medikamenten.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Grundkonzepte und Methoden der Epidemiologie; sie kennen die Grundkonzepte der Evidence Based Medicine (EBM) und wissen, wie nach Evidenz in der Pharmakotherapie zu suchen ist				
Inhalt	Einführung in Epidemiologie / Pharmakoepidemiologie / Evidence-based Medicine: Grundbegriffe, Studiendesigns, object-design, statistische Grundlagen, Kausalität in der Pharmako-Epidemiologie, Methoden und Konzepte, Fallbeispiele.				
Skript	Wird abgegeben				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F. Gutzwiller/ F. Paccaud (Hrsg.): Sozial- und Präventivmedizin - Public Health. 4. Aufl. 2011, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- R. Beaglehole, R. Bonita, T. Kjellström: Einführung in die Epidemiologie. 1997, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- L. Gordis: Epidemiology, 4 th Ed. 2009, W.B. Saunders Comp.</li> <li>- K.J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology, 2. Ed. 1998, Lippincott Williams &amp; Wilkins</li> <li>- A.G. Hartzema, M. Porta, H.H. Tilson (Eds.): Pharmacoepidemiology - An Introduction. 3. Ed. Harvey Whitney Comp., Cincinnati</li> <li>- R. Bonita, R. Beaglehole. Einführung in die Epidemiologie, 2. überarbeitete Auflage, 2008 Huber Verlag.</li> <li>- B.L. Strom (Eds.): Pharmacoepidemiology. 3. Ed. 2000, Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester</li> <li>- S.E. Straus, W.S. Richardson, P.Glasziou, R.B. Haynes: Evidence-based Medicine. 2005, Churchill Livingstone, London</li> <li>- U. Jaehde, R.Radziwill, S. Mühlebach, W. Schnack (Hrsg): Lehrbuch der Klinischen Pharmazie</li> <li>- L.M. Bachmann, M.A. Puhon, J.Steurer (Eds.): Patientenorientierte Forschung. Einführung in die Planung und Durchführung einer Studie. Verlag Hans Huber, 2008</li> </ul>				
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0324-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>P. Picotti, P. Beltrao, T. Michaels, U. Sauer, B. Snijder, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to experimental and computational methods of systems biology. By using baker's yeast as a thread through the series, we focus on global methods for analysis of and interference with biological functions. Illustrative applications to other organisms will highlight medical and biotechnological aspects.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obtain an overview of global analytical methods</li> <li>- obtain an overview of computational methods in systems biology</li> <li>- understand the concepts of systems biology</li> </ul>				
Inhalt	Overview of global analytical methods (e.g. DNA arrays, proteomics, metabolomics, fluxes etc), global interference methods (siRNA, mutant libraries, synthetic lethality etc.) and imaging methods. Introduction to mass spectrometry and proteomics. Concepts of metabolism in microbes and higher cells. Systems biology of developmental processes. Concepts of mathematical modeling and applications of computational systems biology.				
Skript	no script				

Literatur The course is not taught by a particular book, but some books are suggested for further reading:

- Systems biology in Practice by Klipp, Herwig, Kowald, Wierling und Lehrach. Wiley-VCH 2005

<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der Allergien als Umweltkrankheiten Nr. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag. 2 Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4				
	Merkblätter www.ck-care.ch https://www.ck-care.ch/de/merkblaetter				
	Teaching Kurzvideos https://www.ck-care.ch/online-campus				
	<a href="http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf">http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion) Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem				
	Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich				

<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				
Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)				
	Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	

<b>752-0400-00L</b>	<b>Mikroskopieren ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>Noch nicht bekannt</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs soll den Studierenden das Instrumentarium der modernen mikroskopischen Lebensmitteluntersuchung vermittelt werden. Inhalts- und Fremdstoffe in verschiedene Lebensmitteln werden gemeinsam analysiert und diskutiert. Untersucht werden Produkte wie Joghurt, Käse, Trockenpilze und Honig. Zusätzliche werden die theoretischen Grundlagen der Lichtmikroskopie vertieft behandelt.				
Lernziel	Die Studierenden kennen den Einsatzbereich des Mikroskops in der Lebensmitteluntersuchung wie sie in verschiedenen Regelwerken (z.B. ISO) beschrieben sind. Sie sind in der Lage, Präparations-, Färb- und Kontrastierverfahren korrekt auszuwählen und zu kombinieren. Sie sollen digitaler Dokumentationsverfahren anwenden können. Die MikroskopikerInnen können selbst ein komplett verstelltes Mikroskop wieder in seinen Ausgangszustand versetzen und optimal einstellen. Im späteren Berufsleben sollten sie in der Lage sein, bei der Beschaffung von Mikroskopen und Zubehör die notwendige Sachkenntnis einzubringen.				

Inhalt	Köhlersche Beleuchtung Abbildungstheorie nach Abbe Grundlagen der optischen Kontrastverfahren (Phasenkontrast, Dunkelfeld, Polarisationskontrast, Fluoreszenz) Mikroorganismen in Lebensmitteln (Bakterien, Hefen, Schimmel) Färbemethoden in der Lebensmittelmikrobiologie (z.B. Gram-, Sporen-, Pianesefärbung) Färbemethoden zur Strukturanalyse von Lebensmitteln (Fett, Stärke, Proteine) Probenvorbereitung und Dokumentationstechnik (inkl. Digitale Mikrofotografie) Quantitative Mikroskopie (Größenbestimmung und Zählen) Anwendungen der Mikroskopie zur Lebensmittelanalyse (z.B. Schmutzprobe, Pollenanalyse in Honig)				
Skript	Lebensmittelmikroskopie (G. Dasen)				
Literatur	1. BAG. 2001. Schweizerisches Lebensmittelbuch (SLMB). Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale. Bern. 2. Flint, O. 1994. Food microscopy : a manual of practical methods, using optical microscopy. Bios Scientific Publishers. Oxford. 3. Gassner, G. 1989. Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 4. Gerlach, D. 1984. Botanische Mikrotechnik - eine Einführung. Thieme Verlag. Stuttgart. 5. Hahn, H., Michaelson, I. 1996. Mikroskopische Diagnostik pflanzlicher Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, einschliesslich Gewürze. Springer Verlag. Berlin. 6. Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert, J.E., Zinkernagel, R.M. 1998. Medizinische Mikrobiologie. Thieme Verlag. Stuttgart. 7. Murphy, D.B. 2001. Fundamentals of light microscopy and electronic imaging. Wiley-Liss. New York. 8. Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C. 2004. Introduction to food- and airborne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht.				
Voraussetzungen / Besonderes	Kursmaterial: Licht- und Stereomikroskope				
	Kurs wird in 1 Gruppe beföhrt, maximal 25 Teilnehmende pro Gruppe				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geföhrt
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geföhrt
		Projektmanagement			geföhrt
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geföhrt
		Kooperation und Teamarbeit			geföhrt
		Kundenorientierung			geföhrt
		Menschenführung und Verantwortung			geföhrt
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geföhrt
		Sensibilität für Vielfalt			geföhrt
		Verhandlung			geföhrt
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geföhrt
		Kreatives Denken			geföhrt
		Kritisches Denken			geföhrt
		Integrität und Arbeitsethik			geföhrt
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geföhrt
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geföhrt
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.				
Inhalt	This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geföhrt
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>752-4006-00L</b>	<b>Lebensmittel-Mikrobiologie II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von (teilweise vertieften) Basiskennnissen ueber Methoden fuer Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; kurzer Ueberblick ueber gesetzliche Regelungen und Hygienemassnahmen.				
Lernziel	Der zweite Teil dieser 1 Jahres-Vorlesung vermittelt (teilweise vertiefte) Basiskennnisse ueber verschiedene Methoden (klassisch und molekularbiologisch)fuer den Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; die Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; verschiedene Ansaetze zur Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; und einen kurzen Ueberblick ueber gesetzliche Regelungen und Hygienemassnahmen.				
Inhalt	Nachweis und Differenzierung von Mikroorganismen Kulturmethoden, Mikroskopischer Nachweis, Anreicherung und Separation, Nachweis intrazellulärer Metaboliten und Enzyme, Immunologische Methoden, Gensonden und Microarrays, Nukleinsäureamplifikation, Expression von Reportergenen, Typisierungsmethoden				
	Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen Fermentierte pflanzliche Produkte, Brot und Sauerteig, Fermentierte (alkoholische) Getränke, Fermentierte Milchprodukte, Probiotika, Fermentierte Fleischprodukte, Traditionelle Fermentationsprodukte, Kaffee, Tee, Kakao, Tabak; Störungen der Fermentation (Viren, Antibiotika, Desinfektionsmittel)				
	Haltbarmachung I: Physikalische Verfahren Erniedrigung der Wasseraktivität, Erniedrigung der Temperatur, Hitzebehandlung, Hochdruckbehandlung, Bestrahlung				
	Haltbarmachung II. Chemische Verfahren Natürliche antimikrobielle Stoffe, Räuchern, Konservierungsstoffe, Erniedrigung des pH Wertes, Schutzgas- und Vakuumverpackung				
	Haltbarmachung III. Biologische Verfahren Zusatz von Enzymen, Schutzkulturen, Starter- und Reifungskulturen				
	Qualitätssicherung und Kontrolle Gesetzliche Kriterien & Verordnungen, Betriebs- & Personalhygiene, Reinigung & Desinfektion, GHP & HACCP				
Skript	Elektronische PDF Kopien der Praesentationsfolien werden an die Studenten abgegeben				
Literatur	Hinweise in der ersten Vorlesungsstunde				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung "Lebensmittelmikrobiologie I" (oder eine ähnliche Veranstaltung) wird inhaltlich vorausgesetzt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>752-6002-00L</b>	<b>Advanced Topics in Nutritional Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.				
Lernziel	The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:  1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons; 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health; 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health; 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health; 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.				
Skript	The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.				
Literatur	Any reading recommendations will be given per lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-HEST*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung*

---

►► **Sprachkurse**

siehe *Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

---

► **Sportpraxis**

siehe *Studiengang Lehrdiplom Sport, Sportpraxis  
Grundausbildung*

---

**Gesundheitswissenschaften und Technologie Bachelor - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

---

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Gesundheitswissenschaften und Technologie DZ

Mehr Infos unter: <https://www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung/studienangebot-zulassung/didaktik-zertifikat.html>

## ► Erziehungswissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-17L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: "Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	P. Edelsbrunner
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
851-0240-25L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	G. Kaufmann
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	2 KP	2S	R. Schumacher
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0242-07L	<b>Menschliche Intelligenz</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	1 KP	1S	E. Stern
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>	W	1 KP	2S	

Findet dieses Semester nicht statt.  
 Findet in diesem Semester nicht statt.  
 Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem  
 erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-  
 0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.

**Kurzbeschreibung** Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.

**Lernziel**

- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen
- Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten
- Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen

siehe Erziehungswissenschaften DZ

<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
<b>Lernziel</b>	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
<b>Inhalt</b>	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>376-8002-00L</b>	<b>Fachdidaktik Gesundheitswissenschaften und Technologie II</b> <i>Voraussetzung: Fachdidaktik Gesundheitswissenschaften und Technologie I erfolgreich absolviert.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Maurer, C. Möhl</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Anspruchsvolle und umfangreiche Unterrichtsmethoden werden eingeführt und in Bezug zu den damit umgesetzten Lehr-Lern-Strategien gesetzt. Die Umsetzung der Unterrichtsmethoden unter Berücksichtigung verschiedener Lehr-Lernstrategien erfolgt über die Planung, Durchführung und Reflexion von grösseren U-einheiten. Dies bedingt eine vertiefte Auseinandersetzung mit der didaktischen Analyse.				
<b>Lernziel</b>	Ziel ist es, didaktische Modelle und zugehörige Unterrichtsmethoden mit aktuellen Forschungsergebnissen zusammenzuführen. Die Studierenden - lernen sich anhand einer ausführlichen didaktischen Analyse in ein umfangreiches Unterrichtsthema einzuarbeiten. - können anspruchsvolle Unterrichtsmethoden im Kontext von verschiedenen Lehr-Lernstrategien wissenschaftsbasiert und reflektiert anwenden. - können zu ausgewählten Lehr-Lernstrategien geeignete Unterrichtsumgebungen zielgruppenorientiert entwickeln. - lernen den von ihnen gewählten Unterrichtszugang in berufsbildender, fachlicher, fachdidaktischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht zu reflektieren.				
<b>Inhalt</b>	- Semesterplanung - Unterrichtseinheiten unter Berücksichtigung verschiedener Lehr-Lern-Strategien konzipieren. - Prüfungen erstellen und durchführen				
<b>Voraussetzungen / Besonderes</b>	Fachdidaktik Gesundheitswissenschaften und Technologie I erfolgreich absolviert.				
<b>376-8008-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Gesundheitswissenschaften und Technologie</b> <i>Das Unterrichtspraktikum kann erst nach Abschluss aller anderen Lehrveranstaltungen des DZ absolviert werden. Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>S. Maurer, weitere Dozierende</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Unterrichtsalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				

Lernziel	Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.
----------	--

**376-8011-00L**    **Mentorierte Arbeit Fachdidaktik**    **O**    **2 KP**    **4A**    **S. Maurer**, weitere Dozierende  
**Gesundheitswissenschaften und Technologie**

Kurzbeschreibung Die mentorierte Arbeit dient dazu, die Erkenntnisse aus der FDI und der FDII zusammenzuführen. Mit Hilfe von verschiedenen Unterrichtstechniken und Unterrichtsmethoden wird für ein vorgegebenes Thema, basierend auf Lehrplänen und Fachliteratur, eine Quartals- oder Semesterplanung erstellt.

Lernziel  
- Die Studierenden entwickeln basierend auf Lehrplan und Fachliteratur eine inhaltliche Planung der Unterrichtseinheit.  
- Die Studierenden befassen sich unter Einbezug didaktischer Literatur mit der Frage, wie weit Unterrichtstechniken, Unterrichtsmethoden aber auch Sequenzen des Selbststudiums in die Planung einbezogen werden müssen.  
- Die Studierenden reflektieren formative und summative Möglichkeiten, eine solche Unterrichtseinheit zu prüfen und setzen Teile davon um.  
- Die Studierenden konkretisieren Teile einer Unterrichtseinheit und setzen diese falls möglich anschliessend im Praktikum um.

Voraussetzungen / Besonderes Fachdidaktik Gesundheitswissenschaften und Technologie II (376-8002-00L)

#### Gesundheitswissenschaften und Technologie DZ - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W+	Wählbar für KP und empfohlen
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Gesundheitswissenschaften und Technologie Master

## ► Vertiefung in Bewegungswissenschaften und Sport

### ►► Pflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0302-00L</b>	<b>Practicing Translational Science</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>J. Goldhahn, N. K. Brasier, C. Ewald</b>
Kurzbeschreibung	Translational Science is a cross disciplinary scientific research that is motivated by the need for practical applications that help patients. The students should apply knowledge they gained in the prior course during a team approach focused on one topic provided by the supervisor. Each student has to take a role in the team and label clear responsibility and contribution.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to apply: a) Principles of translational science (including project planning, ethics application, basics of resource management and interdisciplinary communication) b) The use of a translational approach in project planning and management				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: lecture 376-0300-00 "Translational Science for Health and Medicine" passed.				
<b>376-0302-01L</b>	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>G. Senti, C. Fila, R. Grossmann</b>
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				
Lernziel	Students will get familiar with: - Key Ethics documents - (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA) - Sequence of research projects and project-involved parties - Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol) - Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH) - Roles and responsibilities of project-involved parties  Students will learn how to: - Classify research projects according the risk-based approach of the HRA - Write a study protocol - Inform participating patients/study subjects - Obtain consent by participating patients/study subjects - Classify, document and report Adverse Events - Handle projects with biological material from humans and/or health- related personal data				
Inhalt	Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)  Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention				

### ►► Wahlfächer

#### ►►► Wahlfächer I

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0224-00L</b>	<b>Clinical Exercise Physiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Spengler, C. Schmied, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This lecture series provides a comprehensive overview of the most important aspects of clinical exercise testing for diagnosis and assessment of functional status in different patient populations, e.g. patients with pulmonary, cardiac or neuro-muscular disease, with obesity, young or old age. Also, special aspects in the context of training prescriptions in these populations will be discussed.				
Lernziel	By the end of this module, students: - Have the theoretical basis for disease-specific exercise testing and interpretation in clinical settings - Know important aspects for disease-specific exercise-training prescriptions and assessment of training progress - Are able to critically review and interpret scientific literature in the context of physical fitness, performance and training in different patient populations				
Skript	Handouts are provided via moodle.				
Literatur	Handouts are provided via moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The courses "Anatomie & Physiologie I+II", as well as "Sportphysiologie" (or Anatomy, Physiology and Exercise Physiology - equivalents for students without HST-BSc), are required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>376-1168-00L</b>	<b>Sports Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Lorenzetti</b>
Kurzbeschreibung	Various types of sport are studied from a mechanical point of view. Of particular interest are the key parameters of a sport as well as the performance relevant indicators.				
Lernziel	The aim of this lecture is to enable the students to study a sport from a biomechanical viewpoint and to carry out a small project including planing, measurement set-up, analysis and discussion.				
Inhalt	Sport biomechanics is concerned with the physical and mechanical basic principles of sports. The lecture requires an in-depth mechanical understanding on the side of the student. In this respect, the pre-attendance of the lectures Biomechanics II and Movement and Sports Biomechanics or an equivalent course is expected. The human body is treated as a mechanical system during sport. The interaction of the active and passive movements and outside influences is analysed. Using sports such as ski-jumping, cycling, or weight training, applicable models are created, analyzed and suitable measuring methods are introduced. In particular, the constraints as well as the limitations of the models are of great relevance. The students work on their own project, develop their own models for different sport types, critically discuss the advantages and disadvantages and evaluate applicable measurement methods.				

Skript	Handout will be distributed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
<b>376-1306-00L</b>	<b>Clinical Neuroscience (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: BME389</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The lecture series "Clinical Neuroscience" presents a comprehensive, condensed overview of the most important neurological diseases, their clinical presentation, diagnosis, therapy options and possible causes.				
Lernziel	By the end of this module students should be able to: - demonstrate their understanding and deep knowledge concerning the main neurological diseases - identify and explain the different clinical presentation of these diseases, the methodology of diagnosis and the current therapies available - summarize and critically review scientific literature efficiently and effectively				
<b>376-1660-00L</b>	<b>Scientific Writing, Reporting and Communication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. R. Taylor, S. H. Hosseini Nasab</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to teach students many of the unwritten rules on how to communicate effectively, from writing reports or manuscripts (or indeed their Master thesis!) through to improving skills in oral presentations, and presenting themselves at interview.				
Lernziel	This course will teach students to communicate effectively in official environments, including: - writing manuscripts, theses, CVs, reports etc - presenting posters - oral presentations - critical reviews of literature				
<b>376-1719-00L</b>	<b>Statistics for Experimental Research</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Students will learn the necessary statistical concepts and skills to independently (1) design experiments (2) analyse experimental data and (3) report analyses and results in a scientifically appropriate manner.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: 1. Determine appropriate experimental designs and choose, justify and perform the appropriate statistical analyses using R. 2. Report analyses and results in a scientifically appropriate manner, as laid out by the Publication Manual of the American Psychological Association (APA, sixth edition).				
Inhalt	We will cover basic statistical concepts (e.g., central tendency, variability, data distribution), the t-test (dependent and independent), ANOVA (univariate, factorial and repeated measures), correlation, multiple regression, nonparametric techniques, validity and reliability tests, effect size, data transformation, power and sample size estimation.				
Skript	Lecture notes will be delivered in the form of commented presentations in Microsoft Powerpoint (i.e. pptx) format. R practical session assignments will be delivered in pdf-format.				
Literatur	Both in the lectures and in the tutorials and practical sessions, we will refer students to the following publication:  Field A, Miles J, Field Z (2013) Discovering Statistics Using R. Sage Publications Ltd, London, UK				

## ►►► Wahlfächer II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				

Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.

Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.

To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.

On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

---

**252-0312-00L Mobile Health and Activity Monitoring W 6 KP 2V+3A C. Holz**

**Kurzbeschreibung** Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.

**Lernziel** In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.

- High-level:
- sensing modalities for interactive systems
  - "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)
  - health monitoring (basic cardiovascular physiology)
  - affective computing (emotions, mood, personality)

- Lower-level:
- sampling and filtering, time and frequency domains
  - cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation
  - event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods
  - sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic

**Inhalt** Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.

The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.

Full details: [https://siplab.org/courses/mobile\\_health\\_activity\\_monitoring/2024](https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024)

**Skript** Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.

More information on the course site: [https://siplab.org/courses/mobile\\_health\\_activity\\_monitoring/2024](https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024)

**Literatur** Will be provided in the lecture

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft			
	Sensibilität für Vielfalt	geprüft			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft			
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
<b>327-2125-00L</b>	<b>Microscopy Training SEM I - Introduction to SEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafalha Morales, K. Kunze, F. Lucas, J. Reuteler</b>
	<i>Limited number of participants.</i>				
	<i>Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee. <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>				
	<i>Registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1TFPjCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit">https://docs.google.com/forms/d/1TFPjCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit</a></i>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Rasterelektronenmikroskopie (SEM) betont praktisches Lernen. Die Studierenden haben die Möglichkeit an zwei Elektronenmikroskopen ihre eigenen Proben oder Standard-Testproben zu untersuchen, sowie von ScopeM-Wissenschaftler vorbereitete Übungen zu lösen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish imaging tasks successfully and optimize microscope performances.</li> <li>- Master the operation of a low-vacuum and field-emission SEM and EDX instrument.</li> <li>- Perform sample preparation with corresponding techniques and equipment for imaging and analysis</li> <li>- Acquire techniques in obtaining secondary electron and backscatter electron micrographs</li> <li>- Perform EDX qualitative and semi-quantitative analysis</li> </ul>				
Inhalt	<p>During the course, students learn through lectures, demonstrations, and hands-on sessions how to setup and operate SEM instruments, including low-vacuum and low-voltage applications.</p> <p>This course gives basic skills for students new to SEM. At the end of the course, students with no prior experience are able to align a SEM, to obtain secondary electron (SE) and backscatter electron (BSE) micrographs and to perform energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) qualitative and semi-quantitative analysis. The procedures to better utilize SEM to solve practical problems and to optimize SEM analysis for a wide range of materials will be emphasized.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of students' sample/interest</li> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM</li> <li>- Brief description and demonstration of the SEM microscope</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing)</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques</li> <li>- Scanning Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities</li> <li>- Lecture and demonstrations on X-ray micro-analysis (theory and detection), qualitative and semi-quantitative EDX and point analysis, linescans and spectral mapping</li> <li>- Practice on real-world samples and report results</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft			
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert			
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>327-2126-00L</b>	<b>Microscopy Training TEM I - Introduction to TEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, E. J. Barthazy Meier, C. Bebeacua, A. G. Bittermann, F. Gramm, S. Handschin, M. Peterek, B. Qureshi, A. Sologubenko</b>
	<i>Number of participants limited to 6.</i>				
	<i>Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee: <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>				
	<i>TEM 1 registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqymZ5agkcOgxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqymZ5agkcOgxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses</a></i>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) bietet neuen Nutzern die Möglichkeit theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse in TEM zu erwerben				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of TEM theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Alignment and operation of a TEM, as well as acquisition and interpretation of images, diffraction patterns, accomplishing basic tasks successfully.</li> <li>- Knowledge of electron imaging modes (including Scanning Transmission Electron Microscopy), magnification calibration, and image acquisition using CCD cameras.</li> <li>- To set up the TEM to acquire diffraction patterns, perform camera length calibration, as well as measure and interpret diffraction patterns.</li> <li>- Overview of techniques for specimen preparation.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Using two Transmission Electron Microscopes the students learn how to align a TEM, select parameters for acquisition of images in bright field (BF) and dark field (DF), perform scanning transmission electron microscopy (STEM) imaging, phase contrast imaging, and acquire electron diffraction patterns. The participants will also learn basic and advanced use of digital cameras and digital imaging methods.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation.</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation.</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM.</li> <li>- Brief description and demonstration of the TEM microscope.</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, Image contrast (and image processing).</li> <li>- Demonstration of Transmission Electron Microscopes and imaging modes (Phase contrast, BF, DF, STEM).</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques.</li> <li>- Transmission Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities.</li> <li>- TEM alignment, calibration, correction to improve image contrast and quality.</li> <li>- Electron diffraction.</li> <li>- Practice on real-world samples and report results.</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				

<b>363-1066-00L</b>	<b>Designing Effective Projects for Promoting Health@Work</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Bauer, P. Kerksieck</b>
Kurzbeschreibung	The fast-changing high-performance economy is highly dependent on healthy employees – and at the same time is putting their health at risk. Expectations of employees regarding health@work are rising. In a workshop format, students learn how to develop effective, exemplary projects to promote good working conditions, work-life balance or healthy lifestyles in companies.				
Lernziel	<p>After active participation in the course, students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the key individual, team-level, and organizational factors influencing health@work</li> <li>• Be familiar with health-related challenges and opportunities of a changing world of work</li> <li>• Know intervention strategies for improving working conditions, work-life balance and health behaviors in companies</li> <li>• Be able to design an exemplary intervention project– based on key principles and a systematic planning cycle</li> </ul>				

**Inhalt**

The globalization and the digital transformation of our economy lead to fast changes in organizations and of working conditions. Work becomes more flexible regarding time, location and employment contracts. Simultaneously, employees become more demanding regarding their autonomy, the quality of working life and their work-life balance. In this dynamic context, offering standardized health promotion programs in companies is not sufficient anymore. Employers and employees need to jointly develop tailored approaches how to continuously assess and improve health@work. Thus, we want to enable you to support companies in this process.

The course consists of three parts. The first part with four sessions provides an introduction into approaches to promote health@work. The lectures will present and discuss these approaches using practical examples and discuss them with the students. The third lecture allows you identify the topic you like to work on during the course – and find other students for your related group work.

Session 1: Overview of course and of approaches to promote health@work  
 Session 2: Promoting Health @ Work: Improving working conditions  
 Session 3: Brainstorming: Find your group and your topic  
 Session 4: Promoting Health @ Work: (digital) lifestyle interventions  
 Session 5: Promoting Health @ Work: Work-Life-Balance and Leisure crafting interventions

The second part has a workshop format and aims to thoroughly develop the project ideas chosen by students in groups of two. The pitch presentations help to focus on the essence of the own idea and to trigger constructive feedback for improving it. These tutors support the teams in their systematic, detailed planning of the own project idea. Particularly, students will consider the four principles of successful health promotion projects: systematic planning, participation of stakeholders, combined individual- and environmental-level actions, integration into company routines.

Session 6: First pitch of group projects (Topic – Why / for whom / what you plan to do)  
 Session 7: Promoting health@work: SMART objectives; Project Management  
 Session 8: Promoting health@work: Balanced, focused strategy; plausible mechanism & outcomes (pitch)  
 Session 9: Compulsory 1:1 session with Teaching Assistants  
 Session 10: Promoting health@work: Organizational level change strategies & integration into organisation  
 Session 11: Promoting health@work: Evaluation types and methods

In the third part, the two-person project teams present their project plan in the plenary, discuss it with all students, and obtain feedback by the course leader.

Sessions 12: Presentations & discussions of projects (first half of groups)  
 Sessions 13: Presentations & discussions of projects (second half of groups)

Given the hands-on workshop character of this lecture, students are required to actively participate in all sessions. Besides raising knowledge on promoting health@work, the students generally will improve their project development skills. Also, as the course has students from D-MTEC, D-HEST and D-USYS, it facilitates their transdisciplinary exchange. Transdisciplinary skills are increasingly needed for addressing complex needs in our society.

**Literatur** Report 7. Workplace Health Management: Principles and Trends. Focus on Mental Health. Health Promotion Switzerland 2018

[https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report\\_007\\_HPS\\_2018-11\\_-\\_WHM\\_-\\_Principles\\_and\\_Trends.pdf](https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf)

**Voraussetzungen / Besonderes** A course for students dedicated to applied learning through projects. As the whole course is designed as a hands-on workshop for the students, active participation in all lectures is required. Class size limited to 30 students.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	
	Verfahren und Technologien	Analytische Kompetenzen	Kommunikation	Kreatives Denken	gefördert
	Entscheidungsfindung	Projektmanagement	Kooperation und Teamarbeit	Kritisches Denken	gefördert
	Problemlösung	Kundenorientierung	Sensibilität für Vielfalt		geprüft
	Verhandlung	Sensibilität für Vielfalt	Verhandlung		gefördert
		Verhandlung	Verhandlung		gefördert
		Kreative Kompetenzen	Kreative Kompetenzen		geprüft
		Kritische Kompetenzen	Kritische Kompetenzen		geprüft

376-0131-00L	Praktikum Biomechanik	W	3 KP	3P	M. Gwerder, C. Lang, R. Surbeck
<b>Kurzbeschreibung</b>	Durchführung von ausgewählten Experimenten in der Bewegungsbiomechanik.				
<b>Lernziel</b>	Anhand grundlegender Experimente der Bewegungsbiomechanik sollen erste Erfahrungen in der praktischen Anwendung verschiedenster Messmethoden und Auswertungstechniken gewonnen werden. Weiter lernen die Studierenden die Resultate darzustellen, zu interpretieren und diskutieren sowie einen wissenschaftlichen Bericht zu verfassen. Das Praktikum Biomechanik wird für eine Masterarbeit in der Biomechanik empfohlen.				
<b>Inhalt</b>	Durchführung eines Sprungtests mit Kraftmessplatten sowie einer klinischen Ganganalyse mit 3D Motion Capture inklusive Vorbereitung, Datenaufnahme, Auswertung, Interpretation der Resultate und Verfassen eines wissenschaftlichen Berichts. Das Praktikum wird in 2er Gruppen absolviert.				
<b>Skript</b>	Unterlagen werden abgegeben.				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

376-0202-00L	Neural Control of Movement and Motor Learning	W	4 KP	3G	N. Wenderoth, M. Altermatt, S. Gerritzen, C. Lustenberger
--------------	---	---	------	----	---

Kurzbeschreibung	This course extends the students' knowledge regarding the neural control of movement and motor learning. Particular emphasis will be put on those methods and experimental findings that have shaped current knowledge of this area including fMRI, EEG, TMS, electrical brain stimulation and classical behavioural experiments.			
Lernziel	Knowledge of the neurophysiological basis underlying the neural control of movement and motor learning. One central element is that students have first hands-on experience in the lab where small experiments are independently executed, analysed and interpreted.			
<b>376-0204-00L</b>	<b>Trainingswissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>E. de Bruin, P. Eggenberger</b>
Kurzbeschreibung	Evidenz-basierte Erkenntnisse zum Training der Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit, zur Planung und Periodisierung des Trainings, sowie zum motorischen Lernen werden vermittelt und bezüglich verschiedener Altersgruppen (Kindheit bis Seniorenalter), sowie Leistungsstufen diskutiert. Die Erkenntnisse werden in eine Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe umgesetzt.			
Lernziel	Evidenz-basierte Trainingsempfehlungen für verschiedene Zielgruppen (Kinder/Jugendliche, Erwachsene, Senioren, Breiten-/Leistungssport) verstehen, kritisch beurteilen und in einer zielgerichteten Trainingsplanung anwenden und evaluieren können.			
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evidenz-basierte Forschung in den Trainingswissenschaften</li> <li>- Training von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit</li> <li>- Training im Kindes- und Jugendalter</li> <li>- Training im Seniorenalter</li> <li>- Sportartanalyse, Trainingsplanung und Periodisierungsmodelle</li> <li>- Motorisches Lernen im Sport</li> </ul> <p>Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung einer zielgerichteten Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe basierend auf trainingswissenschaftlicher Evidenz.</li> </ul> <p>Praxis in der Sporthalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplarische Anwendung praktischer Trainingsformen aus dem Kraft- und Schnelligkeitstraining</li> <li>- Experimente zum motorischen Lernen</li> </ul>			
Skript	Folien der Vorlesung und Artikel auf Moodle.			
Literatur	G.G. Haff & N.T. Triplett (eds): Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics, 4th edition, 2016.			
	W.E. Amonette, K.L. English, W.J. Kraemer: Evidence-Based Practice in Exercise Science. The Six-Step Approach. Human Kinetics, 2016.			
<b>376-0206-00L</b>	<b>Biomechanik II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b> <b>W. R. Taylor, F. Vogl</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Dynamik, Kinetik und Kinematik von starren und elastischen Mehrkörpersystemen mit Anwendungen in Technologie, Biologie und Medizin und insbesondere der menschlichen Bewegung.			
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>- dynamische Systeme analysieren und beschreiben.</li> <li>- die mechanischen Grundsätze erklären und in der Technologie, Biologie und Medizin anwenden.</li> </ul>			
Inhalt	Die Studierenden können für die Grundkonzepte folgender Themen erklären und auf Beispiele aus der Biomechanik und Medizin anwenden. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinematik der Bewegung</li> <li>- Kinetik der Bewegung</li> <li>- Energie, Impuls, Stossmechanik</li> <li>- Drehimpuls</li> <li>- Koordinatensysteme und -transformationen</li> <li>- Kinematik Mehrkörpersysteme</li> <li>- Lagrange Formalismus</li> <li>- Kinetik Mehrkörpersysteme und Energiefluss</li> <li>- Inverse Dynamik</li> <li>- Muskelmechanik</li> <li>- Muskeloptimierung</li> </ul>			
<b>376-0816-00L</b>	<b>Applied Human Research Project Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	This course equips the students with several key principles such as good clinical practice, ethical study requirements, reproducible data management and effective oral, graphical, and written communication to design and manage good quality, ethically sound human research studies and represents a 101-toolkit of transferable research management skills/digital tools.			
Lernziel	The overall goal of this course is to integrate transferable principles of human research project management into preparation, conduction, and dissemination of own/future research projects and beyond. The following objectives are part of this course: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Create/select well-founded research hypothesis and study designs for a specific research topic</li> <li>• Apply universal good clinical practice guidelines in future research projects</li> <li>• Integrate well-documented data management and open science principles into future research projects</li> <li>• Integrate principles of effective communication in speaking, writing and graphical illustrations of future research idea/output</li> </ul>			
Inhalt	The course will cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to different study designs and ethical requirements thereof in Switzerland</li> <li>• Introduction to literature search and searching platforms</li> <li>• How to collect and sort publications/ keep up to date on research topic</li> <li>• Inputs on critically evaluating papers</li> <li>• How to pre-define study requirements to "future-proof" the research (hypothesis, sample size definition, pre-registration)</li> <li>• Correct conduction of fundamental human research procedures (e.g., screening, consent process, CRF) and identification/prevention of deviations and emergencies (e.g., SAE/AE, protocol violation, research misconduct)</li> <li>• Principles of reproducible and integral study documentation and data management (e.g., definition of source files, SOP/WI, Master Trial File, metafiles)</li> <li>• FAIR principles and open science</li> <li>• Design principles and free digital tools for graphical illustrations</li> <li>• Effective summarizing of research output/topic in an abstract and pitch presentation</li> </ul>			
<b>376-0905-00L</b>	<b>Funktionelle Anatomie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b> <b>D. P. Wolfer, I. Amrein</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die allgemeine und spezielle Anatomie des Bewegungsapparates mit dem Ziel, Bewegungen und die Entstehung von Verletzungen besser zu verstehen.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erlangen einer räumlichen Vorstellung des menschlichen Bewegungsapparates</li> <li>- Korrekte Anwendung der Nomenklatur bei der Beschreibung anatomischer Sachverhalte</li> <li>- Verstehen der Zusammenhänge zwischen Morphologie und normaler Funktion des Bewegungsapparates</li> <li>- Kenntnis der anatomischen Grundlagen ausgewählter Verletzungsmechanismen</li> </ul>			

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates (Bindegewebe, Knochen, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Becken und freie untere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Wirbelsäule, Brustkorb, Bauchwand (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Schulter und freie obere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schünke M, Topographie und Funktion des Bewegungssystems</li> <li>- Gehrke T, Sportanatomie, Rowohlt Taschenbuch Verlag</li> <li>- Weineck J, Sportanatomie, Spitta-Verlag</li> </ul>				
<b>376-1150-00L</b>	<b>Clinical Challenges in Musculoskeletal Disorders</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Leunig, S. J. Ferguson, Z.-M. Manjaly</b>
Kurzbeschreibung	This course reviews musculoskeletal disorders focusing on the clinical presentation, current treatment approaches and future challenges and opportunities to overcome failures.				
Lernziel	Appreciation of the surgical and technical challenges, and future perspectives offered through advances in surgical technique, new biomaterials and advanced medical device construction methods.				
Inhalt	Foot deformities, knee injuries, knee OA, hip disorders in the child and adolescent, hip OA, spine deformities, degenerative spine disease, shoulder in-stability, hand, rheumatoid diseases, neuromuscular diseases, sport injuries and prevention				
<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.				
Lernziel	The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.				
Inhalt	Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley &amp; Sons, 2012</li> <li>- Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017</li> <li>- Further textbooks are introduced in the lecture</li> </ul>				
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				



Literatur

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

376-1308-00L

**Development Strategies for Medical Implants**

**W**

**3 KP**

**2V+1U**

**J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan**

Kurzbeschreibung

Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).

Lernziel

Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.

Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.			
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)			
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)			
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading			
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.			
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition			
	Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.			
	Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung		gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken		gefördert geprüft gefördert
<b>376-1347-00L</b>	<b>Bioinformatic Approaches to Regulatory Genomics and Epigenomics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b> <b>P.-L. Germain</b>
Kurzbeschreibung	Epigenomics offers a genome-wide perspective on how changes in chromatin regulate gene expression and cellular phenotype. This course introduces the underlying biological notions through a hands-on exploration of such data, providing an introduction to (R-based) tools necessary to explore, visualize and interpret it.			
Lernziel	The objective of the course is two-fold:			
	1) to enable students, if not to be wholly independent with respect to NGS chromatin data analysis, at least to be able to autonomously explore, visualize and interpret such data;			
	2) to understand and critically appraise, from a genomics perspective and through hands-on data exploration, the key concepts underlying chromatin regulation of transcription and its impact on various biological phenomena.			
Inhalt	- Introduction to the Bioconductor ecosystem for genomic data analysis, with a focus on flexible and re-usable tools (e.g. standard data structures and visualization techniques) - How to find and re-use data from the literature - Basic analysis pipelines for ATAC-seq, ChIP-seq, and related assays, with a focus on data manipulation, exploration and visualization, motif analysis, etc. (Single-cell ATAC-seq is presented but not included in the practicals) - Introduction to regulatory genomics, with critical discussions of some of its conceptual issues: types of functional elements, the histone code, sequence recognition and binding specificity, transcription factor (TF) activation and binding, DNA accessibility, topological domains and chromatin loops, etc. - Importance of chromatin regulation in differentiation and neurological conditions			
Voraussetzungen / Besonderes	Good familiarity with R; some basic bioinformatics knowledge is beneficial but not required. Students bring their own computer to run the analyses (in case of old computers, please contact the teachers to evaluate the need for an alternative solution).			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung		geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken		geprüft gefördert geprüft
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b> <b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.			
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".			

**Inhalt** We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.

Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour  
 Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes  
 Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling  
 Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways  
 Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity  
 Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming  
 Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis  
 Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration  
 Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration  
 Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration  
 Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine  
 Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions  
 Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers  
 Lecture 14: Concluding lecture and case studies

**Skript** n/a

**Literatur** Topical Scientific Manuscripts

---

**376-1397-00L Orthopaedic Biomechanics W 3 KP 2G R. Müller, J. Schwiedrzik**

**Kurzbeschreibung** This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.

**Lernziel** The learning objectives include  
 1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics  
 2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it  
 3. Review materials commonly used in orthopaedic applications  
 4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices

**Inhalt** The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.

**Skript** Stored on Moodle.

**Literatur** Orthopaedic Biomechanics:  
 Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems

Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny  
 Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007  
 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090

**Voraussetzungen / Besonderes** Lectures will be given in English.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**376-1400-00L Transfer of Technologies into Neurorehabilitation W 3 KP 2V P. Bruno, M. Altermatt, R. Riener, H. Van Hedel**

**Kurzbeschreibung** The course focuses on clinical as well as industrial aspects of advanced technologies and their transfer into neurorehabilitation from both theoretical and practical perspectives. The students will learn the basics of neurorehabilitation and the linkage to technologies, gain insight into the development within the medtech field and learn applications of technologies in clinical settings.

**Lernziel** The students will:  
 - Learn basics and principles of clinical neuroscience and neurorehabilitation.  
 - Gain insight into the technical basics of advanced technologies and the transfer into product development processes.  
 - Gain insight into the application, the development and integration of advanced technologies in clinical settings. This includes the advantages and limitations according to different pathologies and therapy goals.  
 - Get the opportunity to test advanced technologies in practical settings.  
 - Learn how to transfer theoretical concepts to actual settings in different working fields.

**Inhalt** Main focus:  
 - Neurobiological principles applied to the field of neurorehabilitation.  
 - Clinical applications of advanced rehabilitation technologies.  
 - Visit medical technology companies, rehabilitation centers and labs to gain deeper insight into the development, application and evaluation of advanced technology

Skript	Teaching materials will be provided for the individual events and lectures. - Slides (pdf files) - Information sheets and flyers of the visited companies, labs and clinics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert	
	Problemlösung			geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			gefördert	
	Menschenführung und Verantwortung			gefördert	
	Kreatives Denken			gefördert	
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>376-1620-00L</b>	<b>Skeletal Repair</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Grad, M. D'Este, F. Moriarty, M. Stoddart</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into traumatic and degenerative pathologies of skeletal tissues. Emphasis is put on bone, cartilage and intervertebral disc. Established and new treatments are described, including cell, gene and molecular therapy, biomaterials, tissue engineering and infection prevention. In vitro/in vivo models are explained.				
Lernziel	The objectives of this course are to acquire a basic understanding of (1) important pathologies of skeletal tissues and their consequences for the patient and the public health (2) current surgical approaches for skeletal repair, their advantages and drawbacks (3) recent advances in biological strategies for skeletal repair, such as (stem) cell therapy, gene therapy, biomaterials and tissue engineering (4) pathology, prevention and treatment of implant associated infections (5) in vitro and in vivo models for basic, translational and pre-clinical studies				
Inhalt	According to the expected background knowledge, the cellular and extracellular composition and the structure of the skeletal tissues, including bone, cartilage, intervertebral disc, ligament and tendon will briefly be recapitulated. The functions of the healthy tissues and the impact of acute injury (e.g. bone fracture) or progressive degenerative failure (e.g. osteoarthritis) will be demonstrated. Physiological self-repair mechanisms, their limitations, and current (surgical) treatment options will be outlined. Particular emphasis will be put on novel approaches for biological repair or regeneration of critical bone defects, damaged hyaline cartilage of major articulating joints, and degenerative intervertebral disc tissues. These new treatment options include autologous cell therapies, stem cell applications, bioactive factors, gene therapy, biomaterials or biopolymers; while tissue engineering / regenerative medicine is considered as a combination of some of these factors. In vitro bioreactor systems and in vivo animal models will be described for preclinical testing of newly developed materials and techniques. Bacterial infection as a major complication of invasive treatment will be explained, covering also established and new methods for its effective inhibition. Finally, the translation of new therapies for skeletal repair from the laboratory to the clinical application will be illustrated by recent developments.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in the cellular and molecular composition, structure and function of healthy skeletal tissues, especially bone, cartilage and intervertebral disc are required; furthermore, basic understanding of biomaterial properties, cell-surface interactions, and bacterial infection are necessary to follow this course.				
<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				
Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.				
Voraussetzungen / Besonderes	Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  A laptop is needed with the below Systems Requirements: - Memory: 16 GB - Processor: 3rd gen i7 - DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM - Storage: 15 GB  Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).				
<b>376-1663-00L</b>	<b>Climate, Ethics and Human Health</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Blasimme, E. Vayena</b>
Kurzbeschreibung	The course explores climate change and environmental ethics in relation to human health. Topics include climate, weather, and environmental biotechnology's relationship to issues like antibiotic resistance, vector-borne diseases, and unhealthy landscapes, all influenced by climate change and social disparities. Public policy issues in the face of climate-related health challenges are also covered.				

Lernziel	<p>This course aims to provide students with a foundation of knowledge about climate change and its implications for human health, using principles from the disciplines of environmental ethics and bioethics. Students will gain familiarity with current relevant topics ranging from geoengineering and vector borne disease, to food security and unhealthy landscapes ('risksapes.'), concluding with a survey of relevant public policy initiatives and ethical duties.</p> <p>This course is offered to all D-HEST students who wish to learn more about the interaction of the environment and climate change with human health, and the ethical and policy considerations surrounding this topic. The course can also be attended in fulfilment of the required ethics training for doctoral students in our department. As of next year, we can consider offering it as a Science in Perspective course.</p> <p>The specific learning objectives of this course are the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Demonstrate a basic understanding of the science of climate change</li> <li>•Describe related topics, such as climate change denial, that contribute to our individual and societal approach and understanding of climate science</li> <li>•Discuss the basic principles of environmental ethics addressing the relationship between human beings and our environment, including topics of the Anthropocene, Wilderness, ecology, and the value of nature</li> <li>•Describe ways in which the changing climate affects human health, through events such as excessive heat, flooding, wildfires, severe storms, drought</li> <li>•Summarize the basic concepts of the One Health initiative, and our understanding of how climate change affects areas such as maternal and child health and global health, and urban environments and green space, with attention to social determinants of health</li> <li>•Explain the principles of bioethics that speak to human health and the climate crisis</li> <li>•Apply bioethical concepts to critical thinking about balancing costs and benefits in climate change planning, and making decisions that protect the health of vulnerable groups and promote health equity</li> <li>•Discuss examples of environmental biotechnology that interact with climate change and human health (primarily geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance)</li> <li>•Discuss how the changing climate interacts with food security and unhealthy landscapes or 'risksapes'</li> <li>•Explain the role of public policy in addressing the effects of the changing climate on health, including the potential role of citizen science in this area</li> <li>•In light of the course content, describe our ethical duties regarding the environment and the health of human beings</li> </ul>
Inhalt	<p>The course offers students a survey of key topics surrounding the relationship between the changing climate and the health of human beings. This is achieved using principles and perspectives from the disciplines of bioethics and environmental ethics, with consideration to climate policy and societal implications.</p> <p>The course begins with an introduction to the fundamental scientific concepts of climate change, and related topics such as climate change denial. Next the course will provide an introduction to the discipline of environmental ethics, including topics such as the value of nature, Wilderness, and the Anthropocene, as a background of scholarship about how humans conceive of the environment and form beliefs that can be consequential for their actions.</p> <p>Once this foundation is established, students will move on to examine the interaction between climate change and human health. Students will be introduced to the impact of climate change on the physical and mental health of human beings, due to realities such as increasing temperatures, flooding, wildfire, and more unpredictable storms or drought.</p> <p>The course proceeds to examine contributions from the discipline of bioethics to the area of climate change and human health, and the need for ethical reasoning in questions of the relationship between human beings and the rest of the natural world.</p> <p>Throughout the content of the course, consideration will be given to the realities of structural injustice, and how we have built our society in ways that disadvantage certain groups of people, often those who are more vulnerable to begin with. Inherent in this discussion is an understanding of the social determinants of health, factors such as education, neighbourhood, income, and employment, which greatly influence health outcomes.</p> <p>In the next section, the course presents current topics from the area of environmental biotechnology that are relevant for human health, such as geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance. Also in this section, students will explore the topics of food security and unhealthy landscapes, or 'risksapes', and related questions of health equity.</p> <p>In conclusion, the course explores public policies and ethical duties emerging from the content thus far. Students will be presented with examples of public policy addressing the causes and effects of climate change, including policies designed for mitigation and adaptation, as well as citizen science initiatives.</p> <p>Climate change is the reality that we all live in now. Through this course, we hope to help students investigate the connections between climate change and human health, and the values and ethical principles underlying how we understand this and respond, as individuals and as a society.</p>
376-1721-00L	<p><b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b>    <b>W</b>    <b>2 KP</b>    <b>2V</b>    J. Goldhahn</p> <p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p>
Kurzbeschreibung	<p>Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.</p>
Lernziel	<p>After completing this course, students will be able to understand:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling</li> <li>b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system</li> <li>c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.</li> </ol>
Inhalt	<p>Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.</p>
376-1974-00L	<p><b>Colloquium in Biomechanics</b>    <b>W</b>    <b>2 KP</b>    <b>2K</b>    <b>B. Helgason, B. de Wildt, S. J. Ferguson, J. Kimenai,</b></p>

Kurzbeschreibung	Current topics in biomechanics presented by speakers from academia and industry.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and problems of biomechanics.				
<b>376-1986-00L</b>	<b>Bayesian Data Analysis and Models of Behavior (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: DOEC0829</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Making sense of the data acquired via experiments is fundamental in many fields of sciences. This course is designed for students/researchers who want to gain practical experience with data analysis based on Bayesian inference. Coursework involves practical demonstrations and discussion of solutions for data analysis problems. No advanced knowledge of statistics and probability is required.				
Lernziel	The overall goal of this course is that the students are able to develop both analytic and problem-solving skills that will serve to draw reasonable inferences from observations. The first objective is to make the participants familiar with the conceptual framework of Bayesian data analysis. The second goal is to introduce the ideas of modern Bayesian data analysis, including techniques such as Markov chain Monte Carlo (MCMC) techniques, alongside the introduction of programming tools that facilitate the creation of any Bayesian inference model. Throughout the course, this will involve practical demonstrations with example datasets, homework, and discussions that should convince the participants of this course that it is possible to make inference and understand the data acquired from the experiments that they usually obtain in their own research (starting from simple linear regressions all the way up to more complex models with hierarchical structures and dependencies). After working through this course, the participants should be able to build their own inference models in order to interpret meaningfully their own data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The very basics (or at least intuition) of programming in either Matlab or R				
<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the-art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.				
Lernziel	<p>The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.</p> <p>In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.</p> <p>Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.</p> <p>Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.</p> <p>For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.</p>				
Inhalt	<p>The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.</p> <p>Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  How to compare the performance of laboratory-based tomography  Physical approaches in medicine and medical imaging  Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  Shape memory alloy-based medical implants  From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  Artificial muscles for treating severe incontinence  Applying physics in medicine: Benefitting patients</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.</p> <p>No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>535-0534-00L</b>	<b>Drug, Society and Public Health</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>J. Steurer, R. Heusser</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundkonzepte und Methoden von Public Health, Epidemiologie und Evidence Based Medicine (EBM). Grundlagen und Prinzipien klinischer Studie zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medikamenten.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Grundkonzepte und Methoden der Epidemiologie; sie kennen die Grundkonzepte der Evidence Based Medicine (EBM) und wissen, wie nach Evidenz in der Pharmakotherapie zu suchen ist				
Inhalt	Einführung in Epidemiologie / Pharmakoepidemiologie / Evidence-based Medicine: Grundbegriffe, Studiendesigns, object-design, statistische Grundlagen, Kausalität in der Pharmako-Epidemiologie, Methoden und Konzepte, Fallbeispiele.				
Skript	Wird abgegeben				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F. Gutzwiller/ F. Paccaud (Hrsg.): Sozial- und Präventivmedizin - Public Health. 4. Aufl. 2011, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- R. Beaglehole, R. Bonita, T. Kjellström: Einführung in die Epidemiologie. 1997, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- L. Gordis: Epidemiology, 4 th Ed. 2009, W.B. Saunders Comp.</li> <li>- K.J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology, 2. Ed. 1998, Lippincott Williams &amp; Wilkins</li> <li>- A.G. Hartzema, M. Porta, H.H. Tilson (Eds.): Pharmacoepidemiology - An Introduction. 3. Ed. Harvey Whitney Comp., Cincinnati</li> <li>- R. Bonita, R. Beaglehole. Einführung in die Epidemiologie, 2. überarbeitete Auflage, 2008 Huber Verlag.</li> <li>- B.L. Strom (Eds.): Pharmacoepidemiology. 3. Ed. 2000, Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester</li> <li>- S.E. Straus, W.S. Richardson, P.Glasziou, R.B. Haynes: Evidence-based Medicine. 2005, Churchill Livingstone, London</li> <li>- U. Jaehde, R.Radziwill, S. Mühlebach, W. Schnack (Hrsg): Lehrbuch der Klinischen Pharmazie</li> <li>- L.M. Bachmann, M.A. Puhan, J.Steurer (Eds.): Patientenorientierte Forschung. Einführung in die Planung und Durchführung einer Studie. Verlag Hans Huber, 2008</li> </ul>				

<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>o After successful completion of the course, students should be able to:</li> <li>o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and</li> <li>o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.</li> </ul>				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				

## ► Vertiefung in Gesundheit, Ernährung und Umwelt

### ►► Pflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0302-00L</b>	<b>Practicing Translational Science</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>J. Goldhahn, N. K. Brasier, C. Ewald</b>
Kurzbeschreibung	Translational Science is a cross disciplinary scientific research that is motivated by the need for practical applications that help patients. The students should apply knowledge they gained in the prior course during a team approach focused on one topic provided by the supervisor. Each student has to take a role in the team and label clear responsibility and contribution.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to apply: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Principles of translational science (including project planning, ethics application, basics of resource management and interdisciplinary communication)</li> <li>b) The use of a translational approach in project planning and management</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: lecture 376-0300-00 "Translational Science for Health and Medicine" passed.				
<b>376-0302-01L</b>	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>G. Senti, C. Fila, R. Grossmann</b>
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				

Lernziel	<p>Students will get familiar with:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Key Ethics documents</li> <li>- (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA)</li> <li>- Sequence of research projects and project-involved parties</li> <li>- Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol)</li> <li>- Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH)</li> <li>- Roles and responsibilities of project-involved parties</li> </ul> <p>Students will learn how to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classify research projects according the risk-based approach of the HRA</li> <li>- Write a study protocol</li> <li>- Inform participating patients/study subjects</li> <li>- Obtain consent by participating patients/study subjects</li> <li>- Classify, document and report Adverse Events</li> <li>- Handle projects with biological material from humans and/or health- related personal data</li> </ul>
Inhalt	<p>Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)</p> <p>Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention</p>

## ►► Wahlfächer

### ►►► Wahlfächer I

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1066-00L	<b>Designing Effective Projects for Promoting Health@Work</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Bauer, P. Kerksieck</b>
Kurzbeschreibung	The fast-changing high-performance economy is highly dependent on healthy employees – and at the same time is putting their health at risk. Expectations of employees regarding health@work are rising. In a workshop format, students learn how to develop effective, exemplary projects to promote good working conditions, work-life balance or healthy lifestyles in companies.				
Lernziel	<p>After active participation in the course, students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the key individual, team-level, and organizational factors influencing health@work</li> <li>• Be familiar with health-related challenges and opportunities of a changing world of work</li> <li>• Know intervention strategies for improving working conditions, work-life balance and health behaviors in companies</li> <li>• Be able to design an exemplary intervention project– based on key principles and a systematic planning cycle</li> </ul>				
Inhalt	<p>The globalization and the digital transformation of our economy lead to fast changes in organizations and of working conditions. Work becomes more flexible regarding time, location and employment contracts. Simultaneously, employees become more demanding regarding their autonomy, the quality of working life and their work-life balance. In this dynamic context, offering standardized health promotion programs in companies is not sufficient anymore. Employers and employees need to jointly develop tailored approaches how to continuously assess and improve health@work. Thus, we want to enable you to support companies in this process.</p> <p>The course consists of three parts. The first part with four sessions provides an introduction into approaches to promote health@work. The lectures will present and discuss these approaches using practical examples and discuss them with the students. The third lecture allows you identify the topic you like to work on during the course – and find other students for your related group work.</p> <p>Session 1: Overview of course and of approaches to promote health@work  Session 2: Promoting Health @ Work: Improving working conditions  Session 3: Brainstorming: Find your group and your topic  Session 4: Promoting Health @ Work: (digital) lifestyle interventions  Session 5: Promoting Health @ Work: Work-Life-Balance and Leisure crafting interventions</p> <p>The second part has a workshop format and aims to thoroughly develop the project ideas chosen by students in groups of two. The pitch presentations help to focus on the essence of the own idea and to trigger constructive feedback for improving it. These tutors support the teams in their systematic, detailed planning of the own project idea. Particularly, students will consider the four principles of successful health promotion projects: systematic planning, participation of stakeholders, combined individual- and environmental-level actions, integration into company routines.</p> <p>Session 6: First pitch of group projects (Topic – Why / for whom / what you plan to do)  Session 7: Promoting health@work: SMART objectives; Project Management  Session 8: Promoting health@work: Balanced, focused strategy; plausible mechanism &amp; outcomes (pitch)  Session 9: Compulsory 1:1 session with Teaching Assistants  Session 10: Promoting health@work: Organizational level change strategies &amp; integration into organisation  Session 11: Promoting health@work: Evaluation types and methods</p> <p>In the third part, the two-person project teams present their project plan in the plenary, discuss it with all students, and obtain feedback by the course leader.</p> <p>Sessions 12: Presentations &amp; discussions of projects (first half of groups)  Sessions 13: Presentations &amp; discussions of projects (second half of groups)</p> <p>Given the hands-on workshop character of this lecture, students are required to actively participate in all sessions. Besides raising knowledge on promoting health@work, the students generally will improve their project development skills. Also, as the course has students from D-MTEC, D-HEST and D-USYS, it facilitates their transdisciplinary exchange. Transdisciplinary skills are increasingly needed for addressing complex needs in our society.</p>				
Literatur	<p>Report 7. Workplace Health Management: Principles and Trends. Focus on Mental Health. Health Promotion Switzerland 2018</p> <p><a href="https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf">https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A course for students dedicated to applied learning through projects. As the whole course is designed as a hands-on workshop for the students, active participation in all lectures is required. Class size limited to 30 students.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
Lernziel	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in: - evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries - commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations - micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution - other critical factors required for maximum success of nutrition interventions				
Inhalt	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.				
Skript	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

## ▶▶▶ Wahlfächer II

### ▶▶▶▶ Modul: Infektionskrankheiten

*Studierende in der Vertiefung Gesundheit, Ernährung und Umwelt: Es muss mindestens ein Kurs aus diesem Modul gewählt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease				
Inhalt	The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about"). After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				

Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

## ▶▶▶▶ Modul: Ernährung und Gesundheit

*Studierende in der Vertiefung Gesundheit, Ernährung und Umwelt: Es muss mindestens ein Kurs aus diesem Modul gewählt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined. This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				
Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: - maintenance of health, - prevention of chronic disease, - progression of chronic diseases... ...at different life-stages.				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	gefördert gefördert
<b>752-6402-00L</b>	<b>Nutrigenomics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>G. Vergères</b>
Kurzbeschreibung	Nutrigenomics - toward personalized nutrition? Breakthroughs in biology recently led nutrition scientists to apply modern tools (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, genetics, epigenetics) to the analysis of the interactions of food with humans. The lecture presents these tools and illustrates their application in selected topics relevant to human nutrition and food sciences.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overall understanding of the transdisciplinary research being conducted under the term nutrigenomics.</li> <li>- Overall understating of the omics technologies used in nutrigenomics and their applications to human nutrition and food science.</li> <li>- Ability to critically evaluate the potential and risks associated with the field of nutrigenomics</li> </ul>		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- For the content of the script see section "Skript" below</li> <li>- The lecture is completed by presentations of the students (in group) of material related to the lecture.</li> </ul>		
Skript	The script is composed of circa 440 slides (ca 15 slides/lecture) organized in 9 modules		
	Module 0 Nutrigenomics – Towards personalized nutrition		
	Module A Nutritional genomics		
	Module B Gut microbial genomics and nutrition		
	Module C Nutritional epigenomics		
	Module D Transcriptomics in nutrition research		
	Module E Proteomics in nutrition research		
	Module F Metabolomics in nutrition research		
	Module G Nutritional systems biology		
	Module H Personalized nutrition – opportunities and challenges		
Literatur	No extra reading requested. Most slides in the lecture are referenced with web addresses.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic training in biochemistry, molecular biology, physiology, and human nutrition. Interest in interdisciplinary sciences linking molecular biology to human health. Interest in the application of analytical laboratory methods to the understanding of human biology, in particular nutrition.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

## ▶▶▶▶ Modul: Umwelt und Gesundheit

*Studierende in der Vertiefung Gesundheit, Ernährung und Umwelt: Es muss mindestens ein Kurs aus diesem Modul gewählt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure).</li> <li>Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks.</li> <li>Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology.</li> <li>Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.</li> </ul>				
Inhalt	<b>Air Pollutants:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sources of air pollutants</li> <li>- Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.)</li> <li>- Indoor air pollution</li> <li>- Concepts of an exposure assessment</li> <li>- Concepts for setting air quality standards</li> <li>- Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)</li> </ul> <b>Noise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to acoustics, measurement of sound</li> <li>- Hearing and auditory processing</li> <li>- Exposure assessment of noise</li> <li>- Noise effects, Exposure-effect relationships of noise</li> <li>- Basics of noise control and abatement, exposure limits</li> <li>- Noise abatement policy</li> </ul>				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>701-1312-00L</b>	<b>Ecotoxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>K. Schirmer, E. Janssen</b>
Kurzbeschreibung	This course will take up the principles of environmental chemistry and ecotoxicology from the bachelor courses and deepen the understanding on selected topics. Linkages will be made between i) bioavailability and effects, ii) structures of compounds and modes of toxic action, iii) effects over various biological levels, moderated by environmental factors, iv) chemical and biological assessments				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the key processes involved in fate, behavior and the bioaccumulation of (mainly) organic contaminants</li> <li>• demonstrate overview on and understanding of mechanisms of toxicity</li> <li>• relate structures and characteristics of compounds with effects</li> <li>• explain processes in hazard assessment and risk assessment</li> <li>• obtain further insight in integrative approaches in ecotoxicology</li> </ul>				
Inhalt	<p>Units 1-4: Interactions of chemicals with the (a)biotic environment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physico-chemical properties</li> <li>- partitioning processes in environmental compartments</li> <li>- chemical analysis and effect directed analysis</li> <li>- partitioning to biological phases</li> <li>- uptake and elimination (Toxicokinetics part 1)</li> <li>- exercise: personal student chemicals and their environmental behavior</li> </ul> <p>Units 5-7: Toxicokinetics and Toxicodynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- toxicokinetic mechanisms: biotransformation and elimination</li> <li>- baseline toxicity, internal concentrations, molecular targets</li> <li>- specific molecular mechanisms of toxic actions – classification</li> <li>- consequences for organism/population function</li> <li>- Exercise: databases and estimation of toxicity</li> </ul> <p>Unit 8-10: Toxic effects: from molecular to ecosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biological analysis and -omics approaches</li> <li>- level of complexity: molecules–cells–organisms–ecosystems</li> <li>- stress- and adaptive responses</li> <li>- multiple species concept</li> <li>- metal ecotoxicology</li> </ul> <p>Unit 11-14: Stressor and exposure scenarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mixtures and multiple stressors</li> <li>- targets and non-targets</li> <li>- dynamic exposures, time and dose, risk assessment</li> <li>- (inter) national case studies and linkage of learned concepts with approaches in practice</li> <li>- Exercise: linking compounds with modes of toxic action</li> </ul>				
Skript	Material will be in the form of copies of lecture slides, selected publications and exercise material.				
Literatur	R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, third edition, Wiley, 2005				
	Principles of ecotoxicology, CH Walker, RM Sibly, SP Hopkin, DB Peakall, fourth edition, CRC Press, 2012				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Required:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basics in environmental chemistry</li> <li>2. Basics in environmental toxicology</li> </ol>				

<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				

### ► Vertiefung in Medizintechnik

#### ►► Pflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0302-00L</b>	<b>Practicing Translational Science</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>J. Goldhahn, N. K. Brasier, C. Ewald</b>
Kurzbeschreibung	Translational Science is a cross disciplinary scientific research that is motivated by the need for practical applications that help patients. The students should apply knowledge they gained in the prior course during a team approach focused on one topic provided by the supervisor. Each student has to take a role in the team and label clear responsibility and contribution.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to apply: a) Principles of translational science (including project planning, ethics application, basics of resource management and interdisciplinary communication) b) The use of a translational approach in project planning and management				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: lecture 376-0300-00 "Translational Science for Health and Medicine" passed.				
<b>376-0302-01L</b>	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>G. Senti, C. Fila, R. Grossmann</b>
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				
Lernziel	Students will get familiar with: - Key Ethics documents - (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA) - Sequence of research projects and project-involved parties - Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol) - Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH) - Roles and responsibilities of project-involved parties  Students will learn how to: - Classify research projects according the risk-based approach of the HRA - Write a study protocol - Inform participating patients/study subjects - Obtain consent by participating patients/study subjects - Classify, document and report Adverse Events - Handle projects with biological material from humans and/or health- related personal data				
Inhalt	Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)  Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention				

#### ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.				
	Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.				
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.				
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
	<i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i>				
Kurzbeschreibung	It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				

Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.  Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.  The course will be held in English.				
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.  High-level: – sensing modalities for interactive systems – "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations) – health monitoring (basic cardiovascular physiology) – affective computing (emotions, mood, personality)  Lower-level: – sampling and filtering, time and frequency domains – cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation – event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods – sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic				
Inhalt	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.  The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.  Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>327-2125-00L</b>	<b>Microscopy Training SEM I - Introduction to SEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl,</b>

Limited number of participants.

L. Grafulha Morales, K. Kunze,  
F. Lucas, J. Reuteler

Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee.  
<https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html>

Registration form:  
[https://docs.google.com/forms/d/1TFPjCD\\_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit](https://docs.google.com/forms/d/1TFPjCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit)

Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Rasterelektronenmikroskopie (SEM) betont praktisches Lernen. Die Studierenden haben die Möglichkeit an zwei Elektronenmikroskopen ihre eigenen Proben oder Standard-Testproben zu untersuchen, sowie von ScopeM-Wissenschaftler vorbereitete Übungen zu lösen.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish imaging tasks successfully and optimize microscope performances.</li> <li>- Master the operation of a low-vacuum and field-emission SEM and EDX instrument.</li> <li>- Perform sample preparation with corresponding techniques and equipment for imaging and analysis</li> <li>- Acquire techniques in obtaining secondary electron and backscatter electron micrographs</li> <li>- Perform EDX qualitative and semi-quantitative analysis</li> </ul>		
Inhalt	<p>During the course, students learn through lectures, demonstrations, and hands-on sessions how to setup and operate SEM instruments, including low-vacuum and low-voltage applications.</p> <p>This course gives basic skills for students new to SEM. At the end of the course, students with no prior experience are able to align a SEM, to obtain secondary electron (SE) and backscatter electron (BSE) micrographs and to perform energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) qualitative and semi-quantitative analysis. The procedures to better utilize SEM to solve practical problems and to optimize SEM analysis for a wide range of materials will be emphasized.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of students' sample/interest</li> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM</li> <li>- Brief description and demonstration of the SEM microscope</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing)</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques</li> <li>- Scanning Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities</li> <li>- Lecture and demonstrations on X-ray micro-analysis (theory and detection), qualitative and semi-quantitative EDX and point analysis, linescans and spectral mapping</li> <li>- Practice on real-world samples and report results</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>327-2126-00L</b>	<b>Microscopy Training TEM I - Introduction to TEM</b> ■	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, E. J. Barthazy Meier, C. Bebeacua, A. G. Bittermann, F. Gramm, S. Handschin, M. Peterek, B. Qureshi, A. Sologubenko</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---

*Number of participants limited to 6.*  
Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee:  
<https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html>

TEM 1 registration form:  
<https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqymZ5agkcOgwxHuKvYhlg1Dvl/edit#responses>

Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) bietet neuen Nutzern die Möglichkeit theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse in TEM zu erwerben
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of TEM theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Alignment and operation of a TEM, as well as acquisition and interpretation of images, diffraction patterns, accomplishing basic tasks successfully.</li> <li>- Knowledge of electron imaging modes (including Scanning Transmission Electron Microscopy), magnification calibration, and image acquisition using CCD cameras.</li> <li>- To set up the TEM to acquire diffraction patterns, perform camera length calibration, as well as measure and interpret diffraction patterns.</li> <li>- Overview of techniques for specimen preparation.</li> </ul>



Inhalt	Using two Transmission Electron Microscopes the students learn how to align a TEM, select parameters for acquisition of images in bright field (BF) and dark field (DF), perform scanning transmission electron microscopy (STEM) imaging, phase contrast imaging, and acquire electron diffraction patterns. The participants will also learn basic and advanced use of digital cameras and digital imaging methods.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation.</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation.</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM.</li> <li>- Brief description and demonstration of the TEM microscope.</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, Image contrast (and image processing).</li> <li>- Demonstration of Transmission Electron Microscopes and imaging modes (Phase contrast, BF, DF, STEM).</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques.</li> <li>- Transmission Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities.</li> <li>- TEM alignment, calibration, correction to improve image contrast and quality.</li> <li>- Electron diffraction.</li> <li>- Practice on real-world samples and report results.</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUES: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QQuality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				

<b>376-0131-00L</b>	<b>Praktikum Biomechanik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Gwerder, C. Lang, R. Surbeck</b>
Kurzbeschreibung	Durchführung von ausgewählten Experimenten in der Bewegungsbiomechanik.				
Lernziel	Anhand grundlegender Experimente der Bewegungsbiomechanik sollen erste Erfahrungen in der praktischen Anwendung verschiedenster Messmethoden und Auswertungstechniken gewonnen werden. Weiter lernen die Studierenden die Resultate darzustellen, zu interpretieren und diskutieren sowie einen wissenschaftlichen Bericht zu verfassen. Das Praktikum Biomechanik wird für eine Masterarbeit in der Biomechanik empfohlen.				
Inhalt	Durchführung eines Sprungtests mit Kraftmessplatten sowie einer klinischen Ganganalyse mit 3D Motion Capture inklusive Vorbereitung, Datenaufnahme, Auswertung, Interpretation der Resultate und Verfassen eines wissenschaftlichen Berichts. Das Praktikum wird in 2er Gruppen absolviert.				
Skript	Unterlagen werden abgegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>376-0210-00L</b>	<b>Biomechatronics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riener, R. Gassert, N. Gerig, O. Lambercy</b>
	<i>Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.</i>				
	<i>Die Biomechatronics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.</i>				
	<i>Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -&gt; online Tutorial <a href="http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/">http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/</a></i>				
Kurzbeschreibung	Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.				
Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechatronics, through lectures on the underlying theoretical/mechatronics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.				
	By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechatronics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechatronics systems.				
Inhalt	The course will cover the interdisciplinary elements of biomechatronics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechatronics technology.				
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.				
Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechatronics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.				
Voraussetzungen / Besonderes	None				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>376-0816-00L</b>	<b>Applied Human Research Project Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course equips the students with several key principles such as good clinical practice, ethical study requirements, reproducible data management and effective oral, graphical, and written communication to design and manage good quality, ethically sound human research studies and represents a 101-toolkit of transferable research management skills/digital tools.				
Lernziel	The overall goal of this course is to integrate transferable principles of human research project management into preparation, conduction, and dissemination of own/future research projects and beyond. The following objectives are part of this course:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Create/select well-founded research hypothesis and study designs for a specific research topic</li> <li>• Apply universal good clinical practice guidelines in future research projects</li> <li>• Integrate well-documented data management and open science principles into future research projects</li> <li>• Integrate principles of effective communication in speaking, writing and graphical illustrations of future research idea/output</li> </ul>				

Inhalt	<p>The course will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to different study designs and ethical requirements thereof in Switzerland</li> <li>• Introduction to literature search and searching platforms</li> <li>• How to collect and sort publications/ keep up to date on research topic</li> <li>• Inputs on critically evaluating papers</li> <li>• How to pre-define study requirements to "future-proof" the research (hypothesis, sample size definition, pre-registration)</li> <li>• Correct conduction of fundamental human research procedures (e.g., screening, consent process, CRF) and identification/prevention of deviations and emergencies (e.g., SAE/AE, protocol violation, research misconduct)</li> <li>• Principles of reproducible and integral study documentation and data management (e.g., definition of source files, SOP/WI, Master Trial File, metafiles)</li> <li>• FAIR principles and open science</li> <li>• Design principles and free digital tools for graphical illustrations</li> <li>• Effective summarizing of research output/topic in an abstract and pitch presentation</li> </ul>				
<b>376-1150-00L</b>	<b>Clinical Challenges in Musculoskeletal Disorders</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Leunig, S. J. Ferguson, Z.-M. Manjaly</b>
Kurzbeschreibung	This course reviews musculoskeletal disorders focusing on the clinical presentation, current treatment approaches and future challenges and opportunities to overcome failures.				
Lernziel	Appreciation of the surgical and technical challenges, and future perspectives offered through advances in surgical technique, new biomaterials and advanced medical device construction methods.				
Inhalt	Foot deformities, knee injuries, knee OA, hip disorders in the child and adolescent, hip OA, spine deformities, degenerative spine disease, shoulder in-stability, hand, rheumatoid diseases, neuromuscular diseases, sport injuries and prevention				
<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.				
Lernziel	The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.				
Inhalt	Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley &amp; Sons, 2012</li> <li>- Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017</li> <li>- Further textbooks are introduced in the lecture</li> </ul>				
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				

Literatur

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

376-1308-00L

**Development Strategies for Medical Implants**

**W**

**3 KP**

**2V+1U**

**J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan**

Kurzbeschreibung

Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).

Lernziel

Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.

Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.				
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)				
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)				
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading				
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition				
	Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.				
	Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft gefördert		
<b>376-1347-00L</b>	<b>Bioinformatic Approaches to Regulatory Genomics and Epigenomics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>P.-L. Germain</b>
Kurzbeschreibung	Epigenomics offers a genome-wide perspective on how changes in chromatin regulate gene expression and cellular phenotype. This course introduces the underlying biological notions through a hands-on exploration of such data, providing an introduction to (R-based) tools necessary to explore, visualize and interpret it.				
Lernziel	The objective of the course is two-fold:				
	1) to enable students, if not to be wholly independent with respect to NGS chromatin data analysis, at least to be able to autonomously explore, visualize and interpret such data;				
	2) to understand and critically appraise, from a genomics perspective and through hands-on data exploration, the key concepts underlying chromatin regulation of transcription and its impact on various biological phenomena.				
Inhalt	- Introduction to the Bioconductor ecosystem for genomic data analysis, with a focus on flexible and re-usable tools (e.g. standard data structures and visualization techniques) - How to find and re-use data from the literature - Basic analysis pipelines for ATAC-seq, ChIP-seq, and related assays, with a focus on data manipulation, exploration and visualization, motif analysis, etc. (Single-cell ATAC-seq is presented but not included in the practicals) - Introduction to regulatory genomics, with critical discussions of some of its conceptual issues: types of functional elements, the histone code, sequence recognition and binding specificity, transcription factor (TF) activation and binding, DNA accessibility, topological domains and chromatin loops, etc. - Importance of chromatin regulation in differentiation and neurological conditions				
Voraussetzungen / Besonderes	Good familiarity with R; some basic bioinformatics knowledge is beneficial but not required. Students bring their own computer to run the analyses (in case of old computers, please contact the teachers to evaluate the need for an alternative solution).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft gefördert geprüft		
<b>376-1354-00L</b>	<b>Nanomaterials for Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Wick, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	This course provides fundamentals concerning how nanomaterials can be beneficial for health, focusing on food, water, air, as well as diagnosis and therapy of diseases.				
Lernziel	Students are able to - identify and remember the aspects of nanomaterials that have a (potential) impact on health; - systematically evaluate the contributions and potential impact of nanomaterials to a defined problem or application; - get inspired and be able to develop ideas regarding nanomaterials for well-defined health challenges.				

Inhalt	<p>Nanoscience and associated technologies drive development of useful new materials and enable a plethora of exciting discoveries and applications for our daily lives. 70 % of the inventions made during the last decades were directly or indirectly material related. A significant part thereof was made in the areas of health- or medical technologies anticipating the unmet needs of our society. The successful implementation of innovative nanomaterials designs for health relies on inter- &amp; transdisciplinary efforts between different research fields.</p> <p>The lecture will focus on nanomaterials, their use in different areas of health, starting with food, food additive and food packaging, water and air disinfection, and applications in diagnosis and therapy. Further, it will provide foundational knowledge to create novel material designs for unmet clinical needs.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: definition and special properties of nanomaterials and nanomaterials safety (available as an online tutorial with a Q&amp;A session in the lecture)</li> <li>2. Nanomaterials synthesis (top down and bottom up)</li> <li>3. Nanomaterials characterization (physical, chemical, and biological characterization)</li> <li>4. Nanomaterials in food, food additives and packaging</li> <li>5. Nanomaterials in water purification</li> <li>6. Nanomaterials in surface and air purification</li> <li>7. Nanomaterials in diagnostics and (bio)monitoring</li> <li>8. Nanomaterials in therapeutics</li> <li>9. Paper discussion of innovative proof of concept examples from the literature (guided Journal club) and further discussion of own ideas along the determined unmet health needs</li> <li>10. End of semester performance assessment done as a presentation of a recent paper exploring the use of nanomaterial for health (lecturer provide a preselection of appropriate papers)</li> </ol>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Recommendation: 376-1353-00 Nanostructured Material Safety (NMS)</p> <p>In order to make the course accessible to all students, critical prerequisite information from NMS will be provided as an online self-guided learning module.</p>

---

<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------------

**Kurzbeschreibung** This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.

**Lernziel** The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".

**Inhalt** We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.

- Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour
- Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes
- Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling
- Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways
- Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity
- Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming
- Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis
- Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration
- Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration
- Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration
- Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine
- Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions
- Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers
- Lecture 14: Concluding lecture and case studies

**Skript** n/a  
**Literatur** Topical Scientific Manuscripts

---

<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
---------------------	---------------------------------	----------	-------------	-----------	----------------------------------

**Kurzbeschreibung** This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.

**Lernziel** The learning objectives include

1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics
2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it
3. Review materials commonly used in orthopaedic applications
4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices

**Inhalt** The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.

**Skript** Stored on Moodle.  
**Literatur** Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems

Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny  
 Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007  
 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Lectures will be given in English.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>376-1400-00L</b>	<b>Transfer of Technologies into Neurorehabilitation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Bruno, M. Altermatt, R. Riener, H. Van Hedel</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on clinical as well as industrial aspects of advanced technologies and their transfer into neurorehabilitation from both theoretical and practical perspectives. The students will learn the basics of neurorehabilitation and the linkage to technologies, gain insight into the development within the medtech field and learn applications of technologies in clinical settings.				
Lernziel	The students will: - Learn basics and principles of clinical neuroscience and neurorehabilitation. - Gain insight into the technical basics of advanced technologies and the transfer into product development processes. - Gain insight into the application, the development and integration of advanced technologies in clinical settings. This includes the advantages and limitations according to different pathologies and therapy goals. - Get the opportunity to test advanced technologies in practical settings. - Learn how to transfer theoretical concepts to actual settings in different working fields.				
Inhalt	Main focus: - Neurobiological principles applied to the field of neurorehabilitation. - Clinical applications of advanced rehabilitation technologies. - Visit medical technology companies, rehabilitation centers and labs to gain deeper insight into the development, application and evaluation of advanced technology				
Skript	Teaching materials will be provided for the individual events and lectures. - Slides (pdf files) - Information sheets and flyers of the visited companies, labs and clinics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Röttmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1620-00L</b>	<b>Skeletal Repair</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Grad, M. D'Este, F. Moriarty, M. Stoddart</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into traumatic and degenerative pathologies of skeletal tissues. Emphasis is put on bone, cartilage and intervertebral disc. Established and new treatments are described, including cell, gene and molecular therapy, biomaterials, tissue engineering and infection prevention. In vitro/in vivo models are explained.				
Lernziel	The objectives of this course are to acquire a basic understanding of (1) important pathologies of skeletal tissues and their consequences for the patient and the public health (2) current surgical approaches for skeletal repair, their advantages and drawbacks (3) recent advances in biological strategies for skeletal repair, such as (stem) cell therapy, gene therapy, biomaterials and tissue engineering (4) pathology, prevention and treatment of implant associated infections (5) in vitro and in vivo models for basic, translational and pre-clinical studies				

Inhalt	According to the expected background knowledge, the cellular and extracellular composition and the structure of the skeletal tissues, including bone, cartilage, intervertebral disc, ligament and tendon will briefly be recapitulated. The functions of the healthy tissues and the impact of acute injury (e.g. bone fracture) or progressive degenerative failure (e.g. osteoarthritis) will be demonstrated. Physiological self-repair mechanisms, their limitations, and current (surgical) treatment options will be outlined. Particular emphasis will be put on novel approaches for biological repair or regeneration of critical bone defects, damaged hyaline cartilage of major articulating joints, and degenerative intervertebral disc tissues. These new treatment options include autologous cell therapies, stem cell applications, bioactive factors, gene therapy, biomaterials or biopolymers; while tissue engineering / regenerative medicine is considered as a combination of some of these factors. In vitro bioreactor systems and in vivo animal models will be described for preclinical testing of newly developed materials and techniques. Bacterial infection as a major complication of invasive treatment will be explained, covering also established and new methods for its effective inhibition. Finally, the translation of new therapies for skeletal repair from the laboratory to the clinical application will be illustrated by recent developments.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in the cellular and molecular composition, structure and function of healthy skeletal tissues, especially bone, cartilage and intervertebral disc are required; furthermore, basic understanding of biomaterial properties, cell-surface interactions, and bacterial infection are necessary to follow this course.				
<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				
Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.				
Voraussetzungen / Besonderes	Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  A laptop is needed with the below Systems Requirements: - Memory: 16 GB - Processor: 3rd gen i7 - DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM - Storage: 15 GB  Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).				
<b>376-1660-00L</b>	<b>Scientific Writing, Reporting and Communication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. R. Taylor, S. H. Hosseini Nasab</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to teach students many of the unwritten rules on how to communicate effectively, from writing reports or manuscripts (or indeed their Master thesis!) through to improving skills in oral presentations, and presenting themselves at interview.				
Lernziel	This course will teach students to communicate effectively in official environments, including: - writing manuscripts, theses, CVs, reports etc - presenting posters - oral presentations - critical reviews of literature				
<b>376-1663-00L</b>	<b>Climate, Ethics and Human Health</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Blasimme, E. Vayena</b>
Kurzbeschreibung	The course explores climate change and environmental ethics in relation to human health. Topics include climate, weather, and environmental biotechnology's relationship to issues like antibiotic resistance, vector-borne diseases, and unhealthy landscapes, all influenced by climate change and social disparities. Public policy issues in the face of climate-related health challenges are also covered.				



Lernziel	<p>This course aims to provide students with a foundation of knowledge about climate change and its implications for human health, using principles from the disciplines of environmental ethics and bioethics. Students will gain familiarity with current relevant topics ranging from geoengineering and vector borne disease, to food security and unhealthy landscapes ('risksapes.'), concluding with a survey of relevant public policy initiatives and ethical duties.</p> <p>This course is offered to all D-HEST students who wish to learn more about the interaction of the environment and climate change with human health, and the ethical and policy considerations surrounding this topic. The course can also be attended in fulfilment of the required ethics training for doctoral students in our department. As of next year, we can consider offering it as a Science in Perspective course.</p> <p>The specific learning objectives of this course are the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Demonstrate a basic understanding of the science of climate change</li> <li>•Describe related topics, such as climate change denial, that contribute to our individual and societal approach and understanding of climate science</li> <li>•Discuss the basic principles of environmental ethics addressing the relationship between human beings and our environment, including topics of the Anthropocene, Wilderness, ecology, and the value of nature</li> <li>•Describe ways in which the changing climate affects human health, through events such as excessive heat, flooding, wildfires, severe storms, drought</li> <li>•Summarize the basic concepts of the One Health initiative, and our understanding of how climate change affects areas such as maternal and child health and global health, and urban environments and green space, with attention to social determinants of health</li> <li>•Explain the principles of bioethics that speak to human health and the climate crisis</li> <li>•Apply bioethical concepts to critical thinking about balancing costs and benefits in climate change planning, and making decisions that protect the health of vulnerable groups and promote health equity</li> <li>•Discuss examples of environmental biotechnology that interact with climate change and human health (primarily geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance)</li> <li>•Discuss how the changing climate interacts with food security and unhealthy landscapes or 'risksapes'</li> <li>•Explain the role of public policy in addressing the effects of the changing climate on health, including the potential role of citizen science in this area</li> </ul>
----------	--

Inhalt	<p>•In light of the course content, describe our ethical duties regarding the environment and the health of human beings</p> <p>The course offers students a survey of key topics surrounding the relationship between the changing climate and the health of human beings. This is achieved using principles and perspectives from the disciplines of bioethics and environmental ethics, with consideration to climate policy and societal implications.</p> <p>The course begins with an introduction to the fundamental scientific concepts of climate change, and related topics such as climate change denial. Next the course will provide an introduction to the discipline of environmental ethics, including topics such as the value of nature, Wilderness, and the Anthropocene, as a background of scholarship about how humans conceive of the environment and form beliefs that can be consequential for their actions.</p> <p>Once this foundation is established, students will move on to examine the interaction between climate change and human health. Students will be introduced to the impact of climate change on the physical and mental health of human beings, due to realities such as increasing temperatures, flooding, wildfire, and more unpredictable storms or drought.</p> <p>The course proceeds to examine contributions from the discipline of bioethics to the area of climate change and human health, and the need for ethical reasoning in questions of the relationship between human beings and the rest of the natural world.</p> <p>Throughout the content of the course, consideration will be given to the realities of structural injustice, and how we have built our society in ways that disadvantage certain groups of people, often those who are more vulnerable to begin with. Inherent in this discussion is an understanding of the social determinants of health, factors such as education, neighbourhood, income, and employment, which greatly influence health outcomes.</p> <p>In the next section, the course presents current topics from the area of environmental biotechnology that are relevant for human health, such as geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance. Also in this section, students will explore the topics of food security and unhealthy landscapes, or 'risksapes', and related questions of health equity.</p> <p>In conclusion, the course explores public policies and ethical duties emerging from the content thus far. Students will be presented with examples of public policy addressing the causes and effects of climate change, including policies designed for mitigation and adaptation, as well as citizen science initiatives.</p> <p>Climate change is the reality that we all live in now. Through this course, we hope to help students investigate the connections between climate change and human health, and the values and ethical principles underlying how we understand this and respond, as individuals and as a society.</p>
--------	--

<b>376-1712-00L</b>	<b>Finite Element Analysis in Biomedical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Ferguson, B. Helgason</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering.				
Lernziel	Finite element analysis is a powerful simulation method for the (approximate) solution of boundary value problems. While its traditional roots are in the realm of structural engineering, the methods have found wide use in the biomedical engineering domain for the simulation of the mechanical response of the human body and medical devices. This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering. This domain offers many unique challenges, including multi-scale problems, multi-physics simulation, complex and non-linear material behaviour, rate-dependent response, dynamic processes and fluid-solid interactions. Theories taught are reinforced through practical applications in self-programmed and commercial simulation software, using e.g. MATLAB, ANSYS, FEBIO.				

Inhalt	(Theory) The Finite Element and Finite Difference methods Galerkin, weighted residuals, discretization				
	(Theory) Mechanical analysis of structures Trusses, beams, solids and shells, DOFs, hand calculations of simple FE problems, underlying PDEs				
	(Application) Mechanical analysis of structures Truss systems, beam systems, 2D solids, meshing, organ level analysis of bones				
	(Theory and Application) Mechanical analysis of structures Micro- and multi-scale analysis, voxel models, solver limitations, large scale solvers				
	(Theory) Non-linear mechanical analysis of structures Large strain, Newton-Rhapson, plasticity				
	(Application) Non-linear mechanical analysis of structures Plasticity (bone), hyperelasticity, viscoelasticity				
	(Theory and Application) Contact analysis Friction, bonding, rough contact, implants, bone-cement composites, pushout tests				
	(Theory) Flow in Porous Media Potential problems, Terzhagi's consolidation				
	(Application) Flow in Porous Media Confined and unconfined compression of cartilage				
	(Theory) Heat Transfer and Mass Transport Diffusion, conduction and convection, equivalency of equations				
	(Application) Heat Transfer and Mass Transport Sequentially-coupled poroelastic and transport models for solute transport				
	(Theory) Computational Biofluid Dynamics Newtonian vs. Non-Newtonian fluid, potential flow				
	(Application) Computational Biofluid Dynamics Flow between micro-rough parallel plates				
Skript	Handouts consisting of (i) lecturers' script, (ii) selected excerpts from relevant textbooks, (iii) selected excerpts from theory manuals of commercial simulation software, (iv) relevant scientific publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with basic numerical methods. Programming experience with MATLAB.				
<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	J. Goldhahn
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				
<b>376-1974-00L</b>	<b>Colloquium in Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>B. Helgason</b> , B. de Wildt, S. J. Ferguson, J. Kimenai, R. Müller, X.-H. Qin, J. G. Snedeker, W. R. Taylor, M. Zenobi-Wong
Kurzbeschreibung	Current topics in biomechanics presented by speakers from academia and industry.				
Lernziel	Getting insight into actual areas and problems of biomechanics.				
<b>376-1986-00L</b>	<b>Bayesian Data Analysis and Models of Behavior</b> <b>(University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: DOEC0829</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a>				
Kurzbeschreibung	Making sense of the data acquired via experiments is fundamental in many fields of sciences. This course is designed for students/researchers who want to gain practical experience with data analysis based on Bayesian inference. Coursework involves practical demonstrations and discussion of solutions for data analysis problems. No advanced knowledge of statistics and probability is required.				
Lernziel	The overall goal of this course is that the students are able to develop both analytic and problem-solving skills that will serve to draw reasonable inferences from observations. The first objective is to make the participants familiar with the conceptual framework of Bayesian data analysis. The second goal is to introduce the ideas of modern Bayesian data analysis, including techniques such as Markov chain Monte Carlo (MCMC) techniques, alongside the introduction of programming tools that facilitate the creation of any Bayesian inference model. Throughout the course, this will involve practical demonstrations with example datasets, homework, and discussions that should convince the participants of this course that it is possible to make inference and understand the data acquired from the experiments that they usually obtain in their own research (starting from simple linear regressions all the way up to more complex models with hierarchical structures and dependencies). After working through this course, the participants should be able to build their own inference models in order to interpret meaningfully their own data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The very basics (or at least intuition) of programming in either Matlab or R				

<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the-art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.				
Lernziel	The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.				
	In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.				
	Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.				
	Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.				
	For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.				
Inhalt	The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.				
	Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview				
	Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research				
	Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects				
	Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects				
	Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes				
	Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures				
	How to compare the performance of laboratory-based tomography				
	Physical approaches in medicine and medical imaging				
	Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data				
	Shape memory alloy-based medical implants				
	From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging				
	Artificial muscles for treating severe incontinence				
	Applying physics in medicine: Benefitting patients				
Voraussetzungen / Besonderes	Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.				
	No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				

Inhalt	<p>Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using ions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> <p>Single molecule imaging techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>			
Skript	Lecture notes will be made available online.			
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
				<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)			
Lernziel	<p>Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene?</li> <li>- Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten.</li> <li>- Abwehr von Tumoren.</li> <li>- Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle.</li> <li>- Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen.</li> <li>- Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.</li> </ul>			
Inhalt	<p>Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden</li> <li>&gt; Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden</li> <li>&gt; Immunantworten der Haut, Lung, und Darms</li> <li>&gt; Tumormimmunologie</li> <li>&gt; Migration von Immunzellen</li> <li>&gt; Toleranz und Autoimmunität</li> <li>&gt; das Gedächtnis von T Zellen</li> </ul>			
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle			
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
				<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.			
Lernziel	<p>The full-year course (551-0319-00 &amp; 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.</p>			
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.			

Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Vertiefung in Molekulare Gesundheitswissenschaften

### ►► Pflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0302-00L</b>	<b>Practicing Translational Science</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>J. Goldhahn, N. K. Brasier, C. Ewald</b>
Kurzbeschreibung	Translational Science is a cross disciplinary scientific research that is motivated by the need for practical applications that help patients. The students should apply knowledge they gained in the prior course during a team approach focused on one topic provided by the supervisor. Each student has to take a role in the team and label clear responsibility and contribution.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to apply: a) Principles of translational science (including project planning, ethics application, basics of resource management and interdisciplinary communication) b) The use of a translational approach in project planning and management				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: lecture 376-0300-00 "Translational Science for Health and Medicine" passed.				

<b>376-0302-01L</b>	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>G. Senti, C. Fila, R. Grossmann</b>
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				
Lernziel	Students will get familiar with: - Key Ethics documents - (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA) - Sequence of research projects and project-involved parties - Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol) - Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH) - Roles and responsibilities of project-involved parties  Students will learn how to: - Classify research projects according the risk-based approach of the HRA - Write a study protocol - Inform participating patients/study subjects - Obtain consent by participating patients/study subjects - Classify, document and report Adverse Events - Handle projects with biological material from humans and/or health-related personal data				
Inhalt	Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)  Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention				

### ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>  <i>The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i></p> <p><i>Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted.</i>  <i>Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i></p> <p>Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental &amp; Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.</p>				

Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.				
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.				
Skript	Presentation slides, Web links				
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
Kreatives Denken				gefördert	
Kritisches Denken				geprüft	
Integrität und Arbeitsethik				gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>327-2125-00L</b>	<b>Microscopy Training SEM I - Introduction to SEM ■</b> <i>Limited number of participants.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafulha Morales, K. Kunze, F. Lucas, J. Reuteler</b>
	<i>Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee.</i> <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>				
	<i>Registration form:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/1TFPJCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit">https://docs.google.com/forms/d/1TFPJCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit</a>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Rasterelektronenmikroskopie (SEM) betont praktisches Lernen. Die Studierenden haben die Möglichkeit an zwei Elektronenmikroskopen ihre eigenen Proben oder Standard-Testproben zu untersuchen, sowie von ScopeM-Wissenschaftler vorbereitete Übungen zu lösen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish imaging tasks successfully and optimize microscope performances.</li> <li>- Master the operation of a low-vacuum and field-emission SEM and EDX instrument.</li> <li>- Perform sample preparation with corresponding techniques and equipment for imaging and analysis</li> <li>- Acquire techniques in obtaining secondary electron and backscatter electron micrographs</li> <li>- Perform EDX qualitative and semi-quantitative analysis</li> </ul>				
Inhalt	<p>During the course, students learn through lectures, demonstrations, and hands-on sessions how to setup and operate SEM instruments, including low-vacuum and low-voltage applications.</p> <p>This course gives basic skills for students new to SEM. At the end of the course, students with no prior experience are able to align a SEM, to obtain secondary electron (SE) and backscatter electron (BSE) micrographs and to perform energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) qualitative and semi-quantitative analysis. The procedures to better utilize SEM to solve practical problems and to optimize SEM analysis for a wide range of materials will be emphasized.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of students' sample/interest</li> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM</li> <li>- Brief description and demonstration of the SEM microscope</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing)</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques</li> <li>- Scanning Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities</li> <li>- Lecture and demonstrations on X-ray micro-analysis (theory and detection), qualitative and semi-quantitative EDX and point analysis, linescans and spectral mapping</li> <li>- Practice on real-world samples and report results</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>				

Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>327-2126-00L</b>	<b>Microscopy Training TEM I - Introduction to TEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b> <b>3P</b>
	<i>Number of participants limited to 6. Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee: <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>		
	<i>TEM 1 registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqymZ5agkcOgxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqymZ5agkcOgxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses</a></i>		
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) bietet neuen Nutzern die Möglichkeit theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse in TEM zu erwerben		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of TEM theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Alignment and operation of a TEM, as well as acquisition and interpretation of images, diffraction patterns, accomplishing basic tasks successfully.</li> <li>- Knowledge of electron imaging modes (including Scanning Transmission Electron Microscopy), magnification calibration, and image acquisition using CCD cameras.</li> <li>- To set up the TEM to acquire diffraction patterns, perform camera length calibration, as well as measure and interpret diffraction patterns.</li> <li>- Overview of techniques for specimen preparation.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Using two Transmission Electron Microscopes the students learn how to align a TEM, select parameters for acquisition of images in bright field (BF) and dark field (DF), perform scanning transmission electron microscopy (STEM) imaging, phase contrast imaging, and acquire electron diffraction patterns. The participants will also learn basic and advanced use of digital cameras and digital imaging methods.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation.</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation.</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM.</li> <li>- Brief description and demonstration of the TEM microscope.</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, Image contrast (and image processing).</li> <li>- Demonstration of Transmission Electron Microscopes and imaging modes (Phase contrast, BF, DF, STEM).</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques.</li> <li>- Transmission Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities.</li> <li>- TEM alignment, calibration, correction to improve image contrast and quality.</li> <li>- Electron diffraction.</li> <li>- Practice on real-world samples and report results.</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>327-2144-00L</b>	<b>Microscopy Training Cryogenic Electron Microscopy ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b> <b>2P</b>
	<i>Please register here: <a href="https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrbaAg42clKfPvFVjPyA38BGrok_Y/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrbaAg42clKfPvFVjPyA38BGrok_Y/edit#responses</a></i>		
Kurzbeschreibung	The introductory course on cryogenic electron microscopy (cryoEM) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of cryoEM theory, instrumentation, operation and applications</li> <li>- Prepare cryoEM sample (vitrification using Vitrobot)</li> <li>- Set-up, align and operate a cryoTEM successfully and safely</li> <li>- Set up automated data collection</li> <li>- Basic processing steps to analyze/interpret the data e.g., reconstruction 3D volumes</li> </ul>		

Inhalt	This course introduces and gives an overview of cryoEM and its applications. At the end of the course, students will be familiar with how to prepare vitrified probe and how to use a cryoTEM to collect and analyze data for exemplary techniques:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on cryoEM and instrumentation</li> <li>- Lectures on cryoEM theory</li> <li>- Lectures on cryoEM applications</li> <li>- Practicals/demonstration on vitrification, grid preparation</li> <li>- Practicals/demonstration on data collection</li> <li>- Lecture and practicals/demonstration on reconstruction of 3D volumes from 2D cryoEM projections/images</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Course slides</li> <li>- EM-University: (<a href="https://em-learning.com/">https://em-learning.com/</a>)</li> <li>- Book: CryoEM Methods and Protocols edited by T Gonen, B B Nannenga</li> <li>- Book: Single-particle Cryo-eM of Biological Macromolecules edited by R M Glaeser, E Nogales, W Chiu</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfil one or more of these prerequisites:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training TEM I</li> <li>- Prior TEM experience</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				
<b>376-1306-00L</b>	<b>Clinical Neuroscience (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	Uni-Dozierende
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i>				
	<i>UZH Module Code: BME389</i>				
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i>				
	<i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	The lecture series "Clinical Neuroscience" presents a comprehensive, condensed overview of the most important neurological diseases, their clinical presentation, diagnosis, therapy options and possible causes.				
Lernziel	By the end of this module students should be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- demonstrate their understanding and deep knowledge concerning the main neurological diseases</li> <li>- identify and explain the different clinical presentation of these diseases, the methodology of diagnosis and the current therapies available</li> <li>- summarize and critically review scientific literature efficiently and effectively</li> </ul>				
<b>376-1345-00L</b>	<b>Learning and Memory: From Molecules to Circuits</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Winterer, R. Fiore, G. Schratt</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to systematically analyze learning and memory processes as a consequence of the interaction between molecular, cellular and circuit-based mechanisms. We will focus on the specific experimental (methodological) breakthroughs at each analytical level of the underlying mechanisms of learning and memory: from molecules to circuits.				
Lernziel	The objective of the course is two-fold: firstly, to interpret the biological processes underlying learning and memory, students will develop and apply conceptual frameworks at the intersection of molecular biology and systems neuroscience. Second, they will be able to critically assess interdisciplinary experimental designs necessary to investigate experience encoding in the brain.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Introduction to synaptic plasticity: functional and structural changes modulating synaptic strength during and after learning events.</li> <li>o Relationship between gene expression, synaptic plasticity and memory.</li> <li>o Hippocampal oscillations and the "Two-stage model of memory trace formation".</li> <li>o Mechanism of memory storage and retrieval within a circuit: definition, formation and manipulation of a memory engram.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory: 376-1305-01 Neural Systems for Sensory, Motor and Higher Brain Functions Recommended: 376-1305-00 Development of the Nervous System (University of Zurich)				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kritisches Denken	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>376-1347-00L</b>	<b>Bioinformatic Approaches to Regulatory Genomics and Epigenomics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>P.-L. Germain</b>
Kurzbeschreibung	Epigenomics offers a genome-wide perspective on how changes in chromatin regulate gene expression and cellular phenotype. This course introduces the underlying biological notions through a hands-on exploration of such data, providing an introduction to (R-based) tools necessary to explore, visualize and interpret it.				
Lernziel	The objective of the course is two-fold:  1) to enable students, if not to be wholly independent with respect to NGS chromatin data analysis, at least to be able to autonomously explore, visualize and interpret such data;  2) to understand and critically appraise, from a genomics perspective and through hands-on data exploration, the key concepts underlying chromatin regulation of transcription and its impact on various biological phenomena.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the Bioconductor ecosystem for genomic data analysis, with a focus on flexible and re-usable tools (e.g. standard data structures and visualization techniques)</li> <li>- How to find and re-use data from the literature</li> <li>- Basic analysis pipelines for ATAC-seq, ChIP-seq, and related assays, with a focus on data manipulation, exploration and visualization, motif analysis, etc. (Single-cell ATAC-seq is presented but not included in the practicals)</li> <li>- Introduction to regulatory genomics, with critical discussions of some of its conceptual issues: types of functional elements, the histone code, sequence recognition and binding specificity, transcription factor (TF) activation and binding, DNA accessibility, topological domains and chromatin loops, etc.</li> <li>- Importance of chromatin regulation in differentiation and neurological conditions</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Good familiarity with R; some basic bioinformatics knowledge is beneficial but not required. Students bring their own computer to run the analyses (in case of old computers, please contact the teachers to evaluate the need for an alternative solution).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.  Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture 14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				

**Lernziel** The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.

**Voraussetzungen / Besonderes** Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed

A laptop is needed with the below Systems Requirements:

- Memory: 16 GB
- Processor: 3rd gen i7
- DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM
- Storage: 15 GB

Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).

---

**376-1660-00L Scientific Writing, Reporting and Communication W 3 KP 2V W. R. Taylor, S. H. Hosseini Nasab**

**Kurzbeschreibung** This course aims to teach students many of the unwritten rules on how to communicate effectively, from writing reports or manuscripts (or indeed their Master thesis!) through to improving skills in oral presentations, and presenting themselves at interview.

**Lernziel** This course will teach students to communicate effectively in official environments, including:

- writing manuscripts, theses, CVs, reports etc
- presenting posters
- oral presentations
- critical reviews of literature

---

**376-1663-00L Climate, Ethics and Human Health W 3 KP 2G A. Blasimme, E. Vayena**

**Kurzbeschreibung** The course explores climate change and environmental ethics in relation to human health. Topics include climate, weather, and environmental biotechnology's relationship to issues like antibiotic resistance, vector-borne diseases, and unhealthy landscapes, all influenced by climate change and social disparities. Public policy issues in the face of climate-related health challenges are also covered.

**Lernziel** This course aims to provide students with a foundation of knowledge about climate change and its implications for human health, using principles from the disciplines of environmental ethics and bioethics. Students will gain familiarity with current relevant topics ranging from geoengineering and vector borne disease, to food security and unhealth landscapes ('riskscapes.'), concluding with a survey of relevant public policy initiatives and ethical duties.

This course is offered to all D-HEST students who wish to learn more about the interaction of the environment and climate change with human health, and the ethical and policy considerations surrounding this topic. The course can also be attended in fulfilment of the required ethics training for doctoral students in our department. As of next year, we can consider offering it as a Science in Perspective course.

The specific learning objectives of this course are the following:

- Demonstrate a basic understanding of the science of climate change
- Describe related topics, such as climate change denial, that contribute to our individual and societal approach and understanding of climate science
- Discuss the basic principles of environmental ethics addressing the relationship between human beings and our environment, including topics of the Anthropocene, Wilderness, ecology, and the value of nature
- Describe ways in which the changing climate affects human health, through events such as excessive heat, flooding, wildfires, severe storms, drought
- Summarize the basic concepts of the One Health initiative, and our understanding of how climate change affects areas such as maternal and child health and global health, and urban environments and green space, with attention to social determinants of health
- Explain the principles of bioethics that speak to human health and the climate crisis
- Apply bioethical concepts to critical thinking about balancing costs and benefits in climate change planning, and making decisions that protect the health of vulnerable groups and promote health equity
- Discuss examples of environmental biotechnology that interact with climate change and human health (primarily geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance)
- Discuss how the changing climate interacts with food security and unhealthy landscapes or 'riskscapes'
- Explain the role of public policy in addressing the effects of the changing climate on health, including the potential role of citizen science in this area
- In light of the course content, describe our ethical duties regarding the environment and the health of human beings

Inhalt The course offers students a survey of key topics surrounding the relationship between the changing climate and the health of human beings. This is achieved using principles and perspectives from the disciplines of bioethics and environmental ethics, with consideration to climate policy and societal implications.

The course begins with an introduction to the fundamental scientific concepts of climate change, and related topics such as climate change denial. Next the course will provide an introduction to the discipline of environmental ethics, including topics such as the value of nature, Wilderness, and the Anthropocene, as a background of scholarship about how humans conceive of the environment and form beliefs that can be consequential for their actions.

Once this foundation is established, students will move on to examine the interaction between climate change and human health. Students will be introduced to the impact of climate change on the physical and mental health of human beings, due to realities such as increasing temperatures, flooding, wildfire, and more unpredictable storms or drought.

The course proceeds to examine contributions from the discipline of bioethics to the area of climate change and human health, and the need for ethical reasoning in questions of the relationship between human beings and the rest of the natural world.

Throughout the content of the course, consideration will be given to the realities of structural injustice, and how we have built our society in ways that disadvantage certain groups of people, often those who are more vulnerable to begin with. Inherent in this discussion is an understanding of the social determinants of health, factors such as education, neighbourhood, income, and employment, which greatly influence health outcomes.

In the next section, the course presents current topics from the area of environmental biotechnology that are relevant for human health, such as geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance. Also in this section, students will explore the topics of food security and unhealthy landscapes, or 'riskscapes', and related questions of health equity.

In conclusion, the course explores public policies and ethical duties emerging from the content thus far. Students will be presented with examples of public policy addressing the causes and effects of climate change, including policies designed for mitigation and adaptation, as well as citizen science initiatives.

Climate change is the reality that we all live in now. Through this course, we hope to help students investigate the connections between climate change and human health, and the values and ethical principles underlying how we understand this and respond, as individuals and as a society.

<b>376-1986-00L</b>	<b>Bayesian Data Analysis and Models of Behavior (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: DOEC0829</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a>				
Kurzbeschreibung	Making sense of the data acquired via experiments is fundamental in many fields of sciences. This course is designed for students/researchers who want to gain practical experience with data analysis based on Bayesian inference. Coursework involves practical demonstrations and discussion of solutions for data analysis problems. No advanced knowledge of statistics and probability is required.				
Lernziel	The overall goal of this course is that the students are able to develop both analytic and problem-solving skills that will serve to draw reasonable inferences from observations. The first objective is to make the participants familiar with the conceptual framework of Bayesian data analysis. The second goal is to introduce the ideas of modern Bayesian data analysis, including techniques such as Markov chain Monte Carlo (MCMC) techniques, alongside the introduction of programming tools that facilitate the creation of any Bayesian inference model. Throughout the course, this will involve practical demonstrations with example datasets, homework, and discussions that should convince the participants of this course that it is possible to make inference and understand the data acquired from the experiments that they usually obtain in their own research (starting from simple linear regressions all the way up to more complex models with hierarchical structures and dependencies). After working through this course, the participants should be able to build their own inference models in order to interpret meaningfully their own data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The very basics (or at least intuition) of programming in either Matlab or R				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	<p>Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using ions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> <p>Single molecule imaging techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				

Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
<b>551-0140-00L</b>	<b>Epigenetics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wutz, U. Grossniklaus, R. Santoro, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	Epigenetik untersucht die Vererbung von Merkmalen, die nicht auf eine Veränderung der DNA Sequenz zurückgeführt werden kann. Die Vorlesung gibt einen Überblick über epigenetische Phänomene und erklärt die zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung und anderen Krankheiten wird diskutiert.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses ist das Verständnis von epigenetischen Mechanismen und deren Funktion in der Entwicklung von Organismen, bei Regenerationsprozessen oder bei der Entstehung von Krankheiten.				
Inhalt	<p>Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Historischer Überblick, Konzepte und Vergleich Genetik vs. Epigenetik</li> <li>- Biologie von Chromatin: Struktur und Funktion, Organisation im Kern und die Rolle von Histon Modifikationen bei Prozessen wie Transkription und Replikation.</li> <li>- DNA-Methylierung als epigenetische Modifikation</li> <li>- Weitergabe epigenetischer Modifikationen während der Zellteilung: das Zellgedächtnis</li> <li>- Stabilität/Revertierbarkeit epigenetischer Modifikationen: zelluläre Plastizität und Stammzellen.</li> <li>- Genomisches Imprinting in Pflanzen und in Säugern</li> <li>- X Chromosom Inaktivierung und Dosiskompensation</li> <li>- Positionseffekte, Paramutationen und Transvektion</li> <li>- RNA-induziertes Gensilencing</li> <li>- die Rolle von epigenetischen Prozessen bei der Krebsentstehung oder der Zellalterung.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	<p>Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene?</li> <li>- Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten.</li> <li>- Abwehr von Tumoren.</li> <li>- Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle.</li> <li>- Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen.</li> <li>- Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden</li> <li>&gt; Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden</li> <li>&gt; Immunantworten der Haut, Lung, und Darms</li> <li>&gt; Tumormimmunologie</li> <li>&gt; Migration von Immunzellen</li> <li>&gt; Toleranz und Autoimmunität</li> <li>&gt; das Gedächtnis von T Zellen</li> </ul>				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering, B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende</b>
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>551-0512-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Suter</b>
Kurzbeschreibung	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				
Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.				
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).				
Skript	Presentations will be made available after the seminars.				
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani ( <a href="mailto:laura.montani@biol.ethz.ch">laura.montani@biol.ethz.ch</a> ), who helps you with finding an appropriate paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).				
<b>551-1100-00L</b>	<b>Infectious Agents: From Molecular Biology to Disease</b> <b>W</b> <i>Number of participants limited to 22.</i>		<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, M. Kopf, S. R. Leibundgut, C. Münz, A. Oxenius, P. Sander, weitere Dozierende</b>
	<i>Requires application until 2 weeks before the start of the semester; selected applicants will be notified one week before the first week of lectures. (if you missed the deadline, please come to the first date to see, if there are any slots left)</i>				
Kurzbeschreibung	Literature seminar for students at the masters level and PhD students. Introduction to the current research topics in infectious diseases; Introduction to key pathogens which are studied as model organisms in this field; Overview over key research groups in the field of infectious diseases in Zürich.				

Lernziel	Working with the current research literature. Getting to know the key pathogens serving as model organisms and the research technologies currently used in infection biology.		
Inhalt	for each model pathogen (or key technology): 1. introduction to the pathogen 2. Discussion of one current research paper. The paper will be provided by the respective supervisor. He/she will give advice (if required) and guide the respective literature discussion.		
Skript	Teachers will provide the research papers to be discussed. Students will prepare handouts for the rest of the group for their assigned seminar.		
Literatur	Teachers will provide the research papers to be discussed.		
Voraussetzungen / Besonderes	Restricted to max 22 students. Please sign up until two weeks before the beginning of the semester via e-mail to <a href="mailto:micro_sec@micro.biol.ethz.ch">micro_sec@micro.biol.ethz.ch</a> and include the following information: 551-1100-00L; your name, your e-mail address, university/eth, students (specialization, semester), PhD students (research group, member of a PhD program? which program?). The 22 students admitted to this seminar will be selected and informed by e-mail in the week before the beginning of the semester by W.-D. Hardt. The first seminar date will serve to form groups of students and assign a paper to each group.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>551-1132-00L</b>	<b>Allgemeine Virologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
		<b>1V</b>	<b>K. Tobler, C. Fraefel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Virologie, welche die Charakterisierung von Viren, die Interaktionen der Viren mit infizierten Zellen, Wirten und Populationen, die Grundlagen des Schutzes vor Infektion und die Virusdiagnostik beinhaltet.		
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Virologie.		
Inhalt	Grundlagen der Virologie. Charakterisierung von Viren. Virus-Zell-Interaktionen. Virus-Wirt-Interaktionen. Virus-Population-Interaktionen. Schutz vor Virusinfektion. Virusdiagnostik.		
Skript	Die Vorlesung ist auf dem Lehrbuch "Allgemeine Virologie" von Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel aufgebaut.  Die Präsentationsfolien und ausgewählte Primärliteratur werden 24 bis 48 Stunden vor den Lektionen als .pdf-Dateien bereitgestellt.		
Literatur	Kurt Tobler, Mathias Ackermann und Cornel Fraefel, Allgemeine Virologie, 2021, 2. Auflage UTB-Band-Nr.:4516 Haupt Verlag Bern ISBN: 978-3-8252-5630-2		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse in Molekularbiologie, Zellbiologie und Immunologie		
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
		<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.		
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.		
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.		
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.		
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall		
Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.				
Inhalt	This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>551-1310-00L</b>	<b>A Problem-Based Approach to Cellular Biochemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Neurohr, T. Kleele, V. Korkhov, V. Panse, A. E. Smith, F. van Drogen, K. Weis</b>
Kurzbeschreibung	By the end of the course, students will be able to identify, design, plan and defend an independent research project. The course milestones include guided acquisition of a defined area of research, identification of key open questions, development of an experimental strategy to address a defined question, and formulation of this strategy within the framework of a research project proposal.				
Lernziel	Working independently, students will acquire an overview of a defined research area, and identify important open questions. In addition, they will develop an experimental strategy to address a defined question, and to formulate this strategy within the framework of a research project proposal.				
Inhalt	The students will work in groups and individually in close contact with a tutor, who is an ETH Prof or senior scientist. Students will develop group and/or individual research overviews with open questions and individual research project proposals, with guidance from the tutor through regular meetings. The students will write both the research overview with open questions and the project proposal in short reports, and present and defend their project ideas to their colleagues and a panel of experts. Throughout the semester, workshops will guide development and provide informal feedback to student project proposals.				
Literatur	The identification of appropriate literature is a component of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course will be taught in English, and requires extensive independent work.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

## ► Vertiefung in Neurowissenschaften

### ►► Pflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
376-0302-00L	<b>Practicing Translational Science</b>	O	2 KP	4A	J. Goldhahn, N. K. Brasier, C. Ewald
Kurzbeschreibung	Translational Science is a cross disciplinary scientific research that is motivated by the need for practical applications that help patients. The students should apply knowledge they gained in the prior course during a team approach focused on one topic provided by the supervisor. Each student has to take a role in the team and label clear responsibility and contribution.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to apply: a) Principles of translational science (including project planning, ethics application, basics of resource management and interdisciplinary communication) b) The use of a translational approach in project planning and management				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: lecture 376-0300-00 "Translational Science for Health and Medicine" passed.				
376-0302-01L	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	O	1 KP	1G	G. Senti, C. Fila, R. Grossmann
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				
Lernziel	Students will get familiar with: - Key Ethics documents - (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA) - Sequence of research projects and project-involved parties - Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol) - Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH) - Roles and responsibilities of project-involved parties  Students will learn how to: - Classify research projects according the risk-based approach of the HRA - Write a study protocol - Inform participating patients/study subjects - Obtain consent by participating patients/study subjects - Classify, document and report Adverse Events - Handle projects with biological material from humans and/or health-related personal data				
Inhalt	Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)  Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention				

### ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0638-00L	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	W	1 KP	2S	R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang
	<i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				



**Inhalt** This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.

**Skript** Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.

**Voraussetzungen / Besonderes** This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.

Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.

To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.

On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

227-0390-00L	Elements of Microscopy	W	4 KP	3G	M. Stapanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko
<b>Kurzbeschreibung</b>	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
<b>Lernziel</b>	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
<b>Inhalt</b>	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
<b>Literatur</b>	Available Online.				

227-0395-00L	Neural Systems	W	6 KP	2V+1U+1A	R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe
<b>Kurzbeschreibung</b>	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
<b>Lernziel</b>	This course introduces <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>				
<b>Inhalt</b>	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				
<b>Voraussetzungen / Besonderes</b>	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L). As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				

227-1034-00L	Computational Vision (University of Zurich)	W	6 KP	2V+1U+1A	D. Kiper
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>				
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline</a></i>				

	<b>s.html</b>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				

<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.  High-level: – sensing modalities for interactive systems – "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations) – health monitoring (basic cardiovascular physiology) – affective computing (emotions, mood, personality)  Lower-level: – sampling and filtering, time and frequency domains – cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation – event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods – sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic				
Inhalt	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.  The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.  Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Skript	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Literatur	Will be provided in the lecture				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>327-2125-00L</b>	<b>Microscopy Training SEM I - Introduction to SEM ■</b> <i>Limited number of participants.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafuha Morales, K. Kunze, F. Lucas, J. Reuteler</b>
	<i>Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee.</i> <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>  <i>Registration form:</i>				

[https://docs.google.com/forms/d/1TFPJCD\\_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit](https://docs.google.com/forms/d/1TFPJCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit)

Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Rasterelektronenmikroskopie (SEM) betont praktisches Lernen. Die Studierenden haben die Möglichkeit an zwei Elektronenmikroskopen ihre eigenen Proben oder Standard-Testproben zu untersuchen, sowie von ScopeM-Wissenschaftler vorbereitete Übungen zu lösen.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish imaging tasks successfully and optimize microscope performances.</li> <li>- Master the operation of a low-vacuum and field-emission SEM and EDX instrument.</li> <li>- Perform sample preparation with corresponding techniques and equipment for imaging and analysis</li> <li>- Acquire techniques in obtaining secondary electron and backscatter electron micrographs</li> <li>- Perform EDX qualitative and semi-quantitative analysis</li> </ul>		
Inhalt	<p>During the course, students learn through lectures, demonstrations, and hands-on sessions how to setup and operate SEM instruments, including low-vacuum and low-voltage applications.</p> <p>This course gives basic skills for students new to SEM. At the end of the course, students with no prior experience are able to align a SEM, to obtain secondary electron (SE) and backscatter electron (BSE) micrographs and to perform energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) qualitative and semi-quantitative analysis. The procedures to better utilize SEM to solve practical problems and to optimize SEM analysis for a wide range of materials will be emphasized.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of students' sample/interest</li> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM</li> <li>- Brief description and demonstration of the SEM microscope</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing)</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques</li> <li>- Scanning Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities</li> <li>- Lecture and demonstrations on X-ray micro-analysis (theory and detection), qualitative and semi-quantitative EDX and point analysis, linescans and spectral mapping</li> <li>- Practice on real-world samples and report results</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>327-2126-00L</b>	<b>Microscopy Training TEM I - Introduction to TEM</b> ■	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, E. J. Barthazy Meier, C. Bebeacqua, A. G. Bittermann, F. Gramm, S. Handschin, M. Peterek, B. Qureshi, A. Sologubenko</b>
	<i>Number of participants limited to 6.</i>				
	<i>Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee:</i>				
	<a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>				

*TEM 1 registration form:*  
<https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqymZ5agkcOgxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses>

Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) bietet neuen Nutzern die Möglichkeit theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse in TEM zu erwerben		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of TEM theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Alignment and operation of a TEM, as well as acquisition and interpretation of images, diffraction patterns, accomplishing basic tasks successfully.</li> <li>- Knowledge of electron imaging modes (including Scanning Transmission Electron Microscopy), magnification calibration, and image acquisition using CCD cameras.</li> <li>- To set up the TEM to acquire diffraction patterns, perform camera length calibration, as well as measure and interpret diffraction patterns.</li> <li>- Overview of techniques for specimen preparation.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Using two Transmission Electron Microscopes the students learn how to align a TEM, select parameters for acquisition of images in bright field (BF) and dark field (DF), perform scanning transmission electron microscopy (STEM) imaging, phase contrast imaging, and acquire electron diffraction patterns. The participants will also learn basic and advanced use of digital cameras and digital imaging methods.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation.</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation.</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM.</li> <li>- Brief description and demonstration of the TEM microscope.</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing).</li> <li>- Demonstration of Transmission Electron Microscopes and imaging modes (Phase contrast, BF, DF, STEM).</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques.</li> <li>- Transmission Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities.</li> <li>- TEM alignment, calibration, correction to improve image contrast and quality.</li> <li>- Electron diffraction.</li> <li>- Practice on real-world samples and report results.</li> </ul>		

Literatur	- Detailed course manual - Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996 - Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990 - Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007				
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>376-0202-00L</b>	<b>Neural Control of Movement and Motor Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Wenderoth, M. Altermatt, S. Gerritzen, C. Lustenberger</b>
Kurzbeschreibung	This course extends the students' knowledge regarding the neural control of movement and motor learning. Particular emphasis will be put on those methods and experimental findings that have shaped current knowledge of this area including fMRI, EEG, TMS, electrical brain stimulation and classical behavioural experiments.				
Lernziel	Knowledge of the neurophysiological basis underlying the neural control of movement and motor learning. One central element is that students have first hands-on experience in the lab where small experiments are independently executed, analysed and interpreted.				
<b>376-0816-00L</b>	<b>Applied Human Research Project Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course equips the students with several key principles such as good clinical practice, ethical study requirements, reproducible data management and effective oral, graphical, and written communication to design and manage good quality, ethically sound human research studies and represents a 101-toolkit of transferable research management skills/digital tools.				
Lernziel	The overall goal of this course is to integrate transferable principles of human research project management into preparation, conduction, and dissemination of own/future research projects and beyond. The following objectives are part of this course: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Create/select well-founded research hypothesis and study designs for a specific research topic</li> <li>• Apply universal good clinical practice guidelines in future research projects</li> <li>• Integrate well-documented data management and open science principles into future research projects</li> <li>• Integrate principles of effective communication in speaking, writing and graphical illustrations of future research idea/output</li> </ul>				
Inhalt	The course will cover the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to different study designs and ethical requirements thereof in Switzerland</li> <li>• Introduction to literature search and searching platforms</li> <li>• How to collect and sort publications/ keep up to date on research topic</li> <li>• Inputs on critically evaluating papers</li> <li>• How to pre-define study requirements to "future-proof" the research (hypothesis, sample size definition, pre-registration)</li> <li>• Correct conduction of fundamental human research procedures (e.g., screening, consent process, CRF) and identification/prevention of deviations and emergencies (e.g., SAE/AE, protocol violation, research misconduct)</li> <li>• Principles of reproducible and integral study documentation and data management (e.g., definition of source files, SOP/WI, Master Trial File, metafiles)</li> <li>• FAIR principles and open science</li> <li>• Design principles and free digital tools for graphical illustrations</li> <li>• Effective summarizing of research output/topic in an abstract and pitch presentation</li> </ul>				
<b>376-1150-00L</b>	<b>Clinical Challenges in Musculoskeletal Disorders</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Leunig, S. J. Ferguson, Z.-M. Manjaly</b>
Kurzbeschreibung	This course reviews musculoskeletal disorders focusing on the clinical presentation, current treatment approaches and future challenges and opportunities to overcome failures.				
Lernziel	Appreciation of the surgical and technical challenges, and future perspectives offered through advances in surgical technique, new biomaterials and advanced medical device construction methods.				
Inhalt	Foot deformities, knee injuries, knee OA, hip disorders in the child and adolescent, hip OA, spine deformities, degenerative spine disease, shoulder in-stability, hand, rheumatoid diseases, neuromuscular diseases, sport injuries and prevention				
<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.				
Lernziel	The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.				
Inhalt	Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.				
Literatur	- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley & Sons, 2012 - Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017 - Further textbooks are introduced in the lecture				
<b>376-1306-00L</b>	<b>Clinical Neuroscience (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>Uni-Dozierende</b>
	<i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i>				
	<i>UZH Module Code: BME389</i>				
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i>				
	<i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline</a></i>				

	<b>s.html</b>				
Kurzbeschreibung	The lecture series "Clinical Neuroscience" presents a comprehensive, condensed overview of the most important neurological diseases, their clinical presentation, diagnosis, therapy options and possible causes.				
Lernziel	By the end of this module students should be able to: - demonstrate their understanding and deep knowledge concerning the main neurological diseases - identify and explain the different clinical presentation of these diseases, the methodology of diagnosis and the current therapies available - summarize and critically review scientific literature efficiently and effectively				
<b>376-1307-00L</b>	<b>Translational Neuroscience</b> <i>Information für UZH Studierende:</i> <i>Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden.</i> <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V</b>	<b>J. Bohacek, K. Gapp</b>
Kurzbeschreibung	This course connects the clinical reality of common neuropsychiatric diseases to the underlying brain circuits, and explores how basic research helps to identify disease mechanisms and treatments. In a flipped-classroom setting, project teams will explore the interplay between basic research and clinical needs based on existing treatments for neuropsychiatric disorders.				
Lernziel	By the end of the course, students will be able to explain how changes in fundamental brain processes can give rise to neuropsychiatric disease. They will have an understanding of the clinical reality of diagnosing and treating such disorders. Ultimately, the students will be able to evaluate how basic research can address clinical needs, and they will be able to explain how preclinical research and treatment options for neurological diseases are linked, and how a treatment can evolve from the interplay between basic research and clinical trials. During the flipped classroom projects, students will learn to (1) critically read scientific publications for a specific disease and disease model; (2) synthesize the relevant information in a presentation; (3) evaluate each other's presentations; (4) provide constructive feedback to their peers.				
Inhalt	This course evaluates the clinical and basic research aspects for some of the most vexing neuropsychiatric disorder, including affective disorders (anxiety and depression), Alzheimer's Disease, Addiction, Attention-Deficit Hyperactivity Disorder, Parkinson's Disease and Stress-related disorders. Each disorder is presented from a clinical perspective in one lecture, and from a basic research perspective in a corresponding lecture the week after. Part of the course is a student project: In groups of approximately 4, the students select from a list of breakthrough treatments for neuropsychiatric disorders and explore how the treatment has been discovered/developed. Students will conduct literature research and put together a videopresentation that summarizes their findings for their fellow students. They emphasize the translational process - the back and forth between the clinics and basic research - and put the process into a historical context.				
Voraussetzungen / Besonderes	Required: Neural Systems for Sensory, Motor and Higher Brain Functions (376-1305-01V / Bio343) Recommended: Neuroanatomy & Neurophysiology (376-0007-00L) Recommended: Anatomy and Physiology 1 & 2 (376-0151-00L + 376-0152-00L)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>376-1345-00L</b>	<b>Learning and Memory: From Molecules to Circuits</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Winterer, R. Fiore, G. Schratt</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to systematically analyze learning and memory processes as a consequence of the interaction between molecular, cellular and circuit-based mechanisms. We will focus on the specific experimental (methodological) breakthroughs at each analytical level of the underlying mechanisms of learning and memory: from molecules to circuits.				
Lernziel	The objective of the course is two-fold: firstly, to interpret the biological processes underlying learning and memory, students will develop and apply conceptual frameworks at the intersection of molecular biology and systems neuroscience. Second, they will be able to critically assess interdisciplinary experimental designs necessary to investigate experience encoding in the brain.				
Inhalt	o Introduction to synaptic plasticity: functional and structural changes modulating synaptic strength during and after learning events. o Relationship between gene expression, synaptic plasticity and memory. o Hippocampal oscillations and the "Two-stage model of memory trace formation". o Mechanism of memory storage and retrieval within a circuit: definition, formation and manipulation of a memory engram.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory: 376-1305-01 Neural Systems for Sensory, Motor and Higher Brain Functions Recommended: 376-1305-00 Development of the Nervous System (University of Zurich)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>376-1347-00L</b>	<b>Bioinformatic Approaches to Regulatory Genomics and Epigenomics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>P.-L. Germain</b>
Kurzbeschreibung	Epigenomics offers a genome-wide perspective on how changes in chromatin regulate gene expression and cellular phenotype. This course introduces the underlying biological notions through a hands-on exploration of such data, providing an introduction to (R-based) tools necessary to explore, visualize and interpret it.				
Lernziel	The objective of the course is two-fold:  1) to enable students, if not to be wholly independent with respect to NGS chromatin data analysis, at least to be able to autonomously explore, visualize and interpret such data;  2) to understand and critically appraise, from a genomics perspective and through hands-on data exploration, the key concepts underlying chromatin regulation of transcription and its impact on various biological phenomena.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the Bioconductor ecosystem for genomic data analysis, with a focus on flexible and re-usable tools (e.g. standard data structures and visualization techniques)</li> <li>- How to find and re-use data from the literature</li> <li>- Basic analysis pipelines for ATAC-seq, ChIP-seq, and related assays, with a focus on data manipulation, exploration and visualization, motif analysis, etc. (Single-cell ATAC-seq is presented but not included in the practicals)</li> <li>- Introduction to regulatory genomics, with critical discussions of some of its conceptual issues: types of functional elements, the histone code, sequence recognition and binding specificity, transcription factor (TF) activation and binding, DNA accessibility, topological domains and chromatin loops, etc.</li> <li>- Importance of chromatin regulation in differentiation and neurological conditions</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Good familiarity with R; some basic bioinformatics knowledge is beneficial but not required.</p> <p>Students bring their own computer to run the analyses (in case of old computers, please contact the teachers to evaluate the need for an alternative solution).</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft gefördert geprüft

---

<b>376-1400-00L</b>	<b>Transfer of Technologies into Neurorehabilitation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Bruno, M. Altermatt, R. Riener, H. Van Hedel</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--

**Kurzbeschreibung** The course focuses on clinical as well as industrial aspects of advanced technologies and their transfer into neurorehabilitation from both theoretical and practical perspectives. The students will learn the basics of neurorehabilitation and the linkage to technologies, gain insight into the development within the medtech field and learn applications of technologies in clinical settings.

**Lernziel** The students will:

- Learn basics and principles of clinical neuroscience and neurorehabilitation.
- Gain insight into the technical basics of advanced technologies and the transfer into product development processes.
- Gain insight into the application, the development and integration of advanced technologies in clinical settings. This includes the advantages and limitations according to different pathologies and therapy goals.
- Get the opportunity to test advanced technologies in practical settings.
- Learn how to transfer theoretical concepts to actual settings in different working fields.

**Inhalt** Main focus:

- Neurobiological principles applied to the field of neurorehabilitation.
- Clinical applications of advanced rehabilitation technologies.
- Visit medical technology companies, rehabilitation centers and labs to gain deeper insight into the development, application and evaluation of advanced technology

**Skript** Teaching materials will be provided for the individual events and lectures.

- Slides (pdf files)
- Information sheets and flyers of the visited companies, labs and clinics

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft gefördert

---

<b>376-1414-01L</b>	<b>Current Topics in Brain Research (FS)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>I. Mansuy, weitere Dozierende</b>
---------------------	--	----------	-------------	-------------	--------------------------------------

**Kurzbeschreibung** Es werden verschiedene wissenschaftliche Gäste aus dem In- und Ausland eingeladen, um ihre aktuellen Forschungsdaten zu präsentieren und diskutieren.

**Lernziel** Es soll der Austausch von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Daten sowie die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Forschenden gefördert werden. Studierende, welche den Kurs belegen, besuchen während eines Semesters alle Seminare und schreiben einen kritischen Report über ein Seminar ihrer Wahl. Die Anleitung dazu erhalten eingeschriebene Studierende von Prof. Isabelle Mansuy / Dr. Alberto Corcoba 1 Woche vor Semesterbeginn.

**Inhalt** Verschiedene wissenschaftliche Gäste aus den Bereichen Neuroepigenetik, Neurochemie, Neuromorphologie und Neurophysiologie berichten über ihre neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse.

**Skript** kein Skript  
**Literatur** keine Literatur

---

<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---

**Kurzbeschreibung** Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.

**Lernziel** The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.

Voraussetzungen / Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  
Besonderes

A laptop is needed with the below Systems Requirements:

- Memory: 16 GB
- Processor: 3rd gen i7
- DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM
- Storage: 15 GB

Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).

<b>376-1660-00L</b>	<b>Scientific Writing, Reporting and Communication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. R. Taylor, S. H. Hosseini Nasab</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to teach students many of the unwritten rules on how to communicate effectively, from writing reports or manuscripts (or indeed their Master thesis!) through to improving skills in oral presentations, and presenting themselves at interview.				
Lernziel	This course will teach students to communicate effectively in official environments, including: <ul style="list-style-type: none"><li>- writing manuscripts, theses, CVs, reports etc</li><li>- presenting posters</li><li>- oral presentations</li><li>- critical reviews of literature</li></ul>				
<b>376-1663-00L</b>	<b>Climate, Ethics and Human Health</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Blasimme, E. Vayena</b>
Kurzbeschreibung	The course explores climate change and environmental ethics in relation to human health. Topics include climate, weather, and environmental biotechnology's relationship to issues like antibiotic resistance, vector-borne diseases, and unhealthy landscapes, all influenced by climate change and social disparities. Public policy issues in the face of climate-related health challenges are also covered.				
Lernziel	This course aims to provide students with a foundation of knowledge about climate change and its implications for human health, using principles from the disciplines of environmental ethics and bioethics. Students will gain familiarity with current relevant topics ranging from geoengineering and vector borne disease, to food security and unhealthy landscapes ('riskscapes.'), concluding with a survey of relevant public policy initiatives and ethical duties.  This course is offered to all D-HEST students who wish to learn more about the interaction of the environment and climate change with human health, and the ethical and policy considerations surrounding this topic. The course can also be attended in fulfilment of the required ethics training for doctoral students in our department. As of next year, we can consider offering it as a Science in Perspective course.  The specific learning objectives of this course are the following: <ul style="list-style-type: none"><li>•Demonstrate a basic understanding of the science of climate change</li><li>•Describe related topics, such as climate change denial, that contribute to our individual and societal approach and understanding of climate science</li><li>•Discuss the basic principles of environmental ethics addressing the relationship between human beings and our environment, including topics of the Anthropocene, Wilderness, ecology, and the value of nature</li><li>•Describe ways in which the changing climate affects human health, through events such as excessive heat, flooding, wildfires, severe storms, drought</li><li>•Summarize the basic concepts of the One Health initiative, and our understanding of how climate change affects areas such as maternal and child health and global health, and urban environments and green space, with attention to social determinants of health</li><li>•Explain the principles of bioethics that speak to human health and the climate crisis</li><li>•Apply bioethical concepts to critical thinking about balancing costs and benefits in climate change planning, and making decisions that protect the health of vulnerable groups and promote health equity</li><li>•Discuss examples of environmental biotechnology that interact with climate change and human health (primarily geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance)</li><li>•Discuss how the changing climate interacts with food security and unhealthy landscapes or 'riskscapes'</li><li>•Explain the role of public policy in addressing the effects of the changing climate on health, including the potential role of citizen science in this area</li><li>•In light of the course content, describe our ethical duties regarding the environment and the health of human beings</li></ul>				

Inhalt The course offers students a survey of key topics surrounding the relationship between the changing climate and the health of human beings. This is achieved using principles and perspectives from the disciplines of bioethics and environmental ethics, with consideration to climate policy and societal implications.

The course begins with an introduction to the fundamental scientific concepts of climate change, and related topics such as climate change denial. Next the course will provide an introduction to the discipline of environmental ethics, including topics such as the value of nature, Wilderness, and the Anthropocene, as a background of scholarship about how humans conceive of the environment and form beliefs that can be consequential for their actions.

Once this foundation is established, students will move on to examine the interaction between climate change and human health. Students will be introduced to the impact of climate change on the physical and mental health of human beings, due to realities such as increasing temperatures, flooding, wildfire, and more unpredictable storms or drought.

The course proceeds to examine contributions from the discipline of bioethics to the area of climate change and human health, and the need for ethical reasoning in questions of the relationship between human beings and the rest of the natural world.

Throughout the content of the course, consideration will be given to the realities of structural injustice, and how we have built our society in ways that disadvantage certain groups of people, often those who are more vulnerable to begin with. Inherent in this discussion is an understanding of the social determinants of health, factors such as education, neighbourhood, income, and employment, which greatly influence health outcomes.

In the next section, the course presents current topics from the area of environmental biotechnology that are relevant for human health, such as geoengineering, vector borne disease, and antibiotic resistance. Also in this section, students will explore the topics of food security and unhealthy landscapes, or 'riskscapes', and related questions of health equity.

In conclusion, the course explores public policies and ethical duties emerging from the content thus far. Students will be presented with examples of public policy addressing the causes and effects of climate change, including policies designed for mitigation and adaptation, as well as citizen science initiatives.

Climate change is the reality that we all live in now. Through this course, we hope to help students investigate the connections between climate change and human health, and the values and ethical principles underlying how we understand this and respond, as individuals and as a society.

<b>376-1986-00L</b>	<b>Bayesian Data Analysis and Models of Behavior (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: DOEC0829</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Making sense of the data acquired via experiments is fundamental in many fields of sciences. This course is designed for students/researchers who want to gain practical experience with data analysis based on Bayesian inference. Coursework involves practical demonstrations and discussion of solutions for data analysis problems. No advanced knowledge of statistics and probability is required.				
Lernziel	The overall goal of this course is that the students are able to develop both analytic and problem-solving skills that will serve to draw reasonable inferences from observations. The first objective is to make the participants familiar with the conceptual framework of Bayesian data analysis. The second goal is to introduce the ideas of modern Bayesian data analysis, including techniques such as Markov chain Monte Carlo (MCMC) techniques, alongside the introduction of programming tools that facilitate the creation of any Bayesian inference model. Throughout the course, this will involve practical demonstrations with example datasets, homework, and discussions that should convince the participants of this course that it is possible to make inference and understand the data acquired from the experiments that they usually obtain in their own research (starting from simple linear regressions all the way up to more complex models with hierarchical structures and dependencies). After working through this course, the participants should be able to build their own inference models in order to interpret meaningfully their own data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The very basics (or at least intuition) of programming in either Matlab or R				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				



Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
<b>535-0534-00L</b>	<b>Drug, Society and Public Health</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>J. Steurer, R. Heusser</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundkonzepte und Methoden von Public Health, Epidemiologie und Evidence Based Medicine (EBM). Grundlagen und Prinzipien klinischer Studie zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medikamenten.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Grundkonzepte und Methoden der Epidemiologie; sie kennen die Grundkonzepte der Evidence Based Medicine (EBM) und wissen, wie nach Evidenz in der Pharmakotherapie zu suchen ist				
Inhalt	Einführung in Epidemiologie / Pharmakoepidemiologie / Evidence-based Medicine: Grundbegriffe, Studiendesigns, object-design, statistische Grundlagen, Kausalität in der Pharmako-Epidemiologie, Methoden und Konzepte, Fallbeispiele.				
Skript	Wird abgegeben				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F. Gutzwiller/ F. Paccaud (Hrsg.): Sozial- und Präventivmedizin - Public Health. 4. Aufl. 2011, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- R. Beaglehole, R. Bonita, T. Kjellström: Einführung in die Epidemiologie. 1997, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- L. Gordis: Epidemiology, 4 th Ed. 2009, W.B. Saunders Comp.</li> <li>- K.J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology, 2. Ed. 1998, Lippincott Williams &amp; Wilkins</li> <li>- A.G. Hartzema, M. Porta, H.H. Tilson (Eds.): Pharmacoepidemiology - An Introduction. 3. Ed. Harvey Whitney Comp., Cincinnati</li> <li>- R. Bonita, R. Beaglehole. Einführung in die Epidemiologie, 2. überarbeitete Auflage, 2008 Huber Verlag.</li> <li>- B.L. Strom (Eds.): Pharmacoepidemiology. 3. Ed. 2000, Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester</li> <li>- S.E. Straus, W.S. Richardson, P.Glasziou, R.B. Haynes: Evidence-based Medicine. 2005, Churchill Livingstone, London</li> <li>- U. Jaehde, R.Radziwill, S. Mühlebach, W. Schnack (Hrsg): Lehrbuch der Klinischen Pharmazie</li> <li>- L.M. Bachmann, M.A. Puhon, J.Steurer (Eds.): Patientenorientierte Forschung. Einführung in die Planung und Durchführung einer Studie. Verlag Hans Huber, 2008</li> </ul>				
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene?</li> <li>- Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten.</li> <li>- Abwehr von Tumoren.</li> <li>- Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle.</li> <li>- Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen.</li> <li>- Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.</li> </ul>				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden</li> <li>&gt; Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden</li> <li>&gt; Immunantworten der Haut, Lung, und Darms</li> <li>&gt; Tumorimmunologie</li> <li>&gt; Migration von Immunzellen</li> <li>&gt; Toleranz und Autoimmunität</li> <li>&gt; das Gedächtnis von T Zellen</li> </ul>				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Sensibilität für Vielfalt		gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert		
	Kreatives Denken		gefördert		
	Kritisches Denken		gefördert		
	Integrität und Arbeitsethik		gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert		
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				

Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and</li> <li>o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.</li> </ul>				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: <ul style="list-style-type: none"> <li>* the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations</li> <li>* the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination</li> <li>* the impact of population structure on disease transmission</li> </ul> Attendees will learn how: <ul style="list-style-type: none"> <li>* the emergence spread of infectious diseases is described mathematically</li> <li>* the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models</li> <li>* population biological models are parameterized from empirical data</li> <li>* genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease</li> </ul> The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				

Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.		
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.		
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

## ► Vertiefung in Rehabilitation und Inklusion

### ►► Pflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0302-01L</b>	<b>GCP Basic Course (Modules 1 and 2)</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>G. Senti, C. Fila, R. Grossmann</b>
Kurzbeschreibung	The basic course in "Good Clinical Practice" (GCP) contains of two full-time training days (Module 1 and Module 2) and addresses elementary aspects for the appropriate conduct of clinical trials and non-clinical research projects involving human beings. Successful participation will be confirmed by a certificate that is recognized by the Swiss authorities.				
Lernziel	Students will get familiar with: - Key Ethics documents - (Inter)national Guidelines and Laws (e.g. ICH-GCP, DIN EN ISO 14155, TPA, HRA) - Sequence of research projects and project-involved parties - Planning of research projects (statistics, resources, study design, set-up of the study protocol) - Approval of research projects by Authorities (SwissEthics, Swissmedic, FOPH) - Roles and responsibilities of project-involved parties  Students will learn how to: - Classify research projects according the risk-based approach of the HRA - Write a study protocol - Inform participating patients/study subjects - Obtain consent by participating patients/study subjects - Classify, document and report Adverse Events - Handle projects with biological material from humans and/or health-related personal data				
Inhalt	Module 1: Research and Research Ethics, Guidelines, (inter)national Legislation, Development of therapeutic products, Methodology (Study Design), Study documents (Study protocol, Investigator's Brochure, Patient Information Leaflet, Informed Consent Form)  Module 2: Roles and Responsibilities, Approval procedures, Notification and Reporting, Study documentation, Research with biological material and health-related data, data protection, data retention				

<b>376-0302-00L</b>	<b>Practicing Translational Science</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>J. Goldhahn, N. K. Brasier, C. Ewald</b>
Kurzbeschreibung	Translational Science is a cross disciplinary scientific research that is motivated by the need for practical applications that help patients. The students should apply knowledge they gained in the prior course during a team approach focused on one topic provided by the supervisor. Each student has to take a role in the team and label clear responsibility and contribution.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to apply: a) Principles of translational science (including project planning, ethics application, basics of resource management and interdisciplinary communication) b) The use of a translational approach in project planning and management				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: lecture 376-0300-00 "Translational Science for Health and Medicine" passed.				

### ►► Wahlfächer

#### ►►► Rehabilitation Technology

*Studierende mit der Vertiefung Rehabilitation und Inklusion: Es müssen mind. 3 KP aus diesem Schwerpunkt gewählt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.  In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.				

Lernziel	The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.		
	<p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>		
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p>		
Skript	<p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>  Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.</p>		
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

<b>376-0210-00L</b>	<b>Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riener, R. Gassert, N. Gerig, O. Lambercy</b>
	<i>Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.</i>				
	<i>Die Biomechanics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.</i>				
	<i>Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -&gt; online Tutorial <a href="http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/">http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/</a></i>				
Kurzbeschreibung	Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.				
Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechanics, through lectures on the underlying theoretical/mechatronics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.				
Inhalt	By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechanics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechanics systems.				
	The course will cover the interdisciplinary elements of biomechanics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechanics technology.				
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.				
Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechanics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.				
Voraussetzungen / Besonderes	None				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	"Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				
Literatur	<p>Books:</p> <p>Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.</p> <p>Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.</p> <p>Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.</p> <p>Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science &amp; Business Media, 2012.</p> <p>Selected Journal Articles:</p> <p>Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." <i>Neuromodulation: Technology at the Neural Interface</i> 4.4 (2001): 187-195.</p> <p>Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." <i>IEEE Transactions on Haptics</i> (2021).</p> <p>Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." <i>Neurological Sciences</i> 37.4 (2016): 503-514.</p> <p>Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. <i>IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering</i> 1, pp. 193-206.</p> <p>Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." <i>Journal of neuroengineering and rehabilitation</i> 15.1 (2018): 1-15.</p> <p>Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." <i>Cochrane database of systematic reviews</i> 11 (2017).</p> <p>Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." <i>Biomedical engineering online</i> 19 (2020): 1-25.</p> <p>Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." <i>Medical devices (Auckland, NZ)</i> 9 (2016): 455.</p> <p>Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." <i>Science</i> 370.6514 (2020): 290-291.</p> <p>Riener, R. (2013) Rehabilitation Robotics. <i>Foundations and Trends in Robotics</i>, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.</p> <p>Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., &amp; Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. <i>Journal of Healthcare Engineering</i>, 1(2), 197-216.</p> <p>Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. <i>Medical &amp; Biological Engineering &amp; Computing</i> 43(1), pp. 2-10.</p> <p>Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." <i>Psychonomic bulletin &amp; review</i> 20.1 (2013): 21-53.</p> <p>Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." <i>IEEE Transactions on Robotics</i> (2021).</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Target Group:</p> <p>Students of higher semesters and PhD students of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D-MAVT, D-ITET, D-INFK</li> <li>- Biomedical Engineering</li> <li>- Medical Faculty, University of Zurich</li> </ul> <p>Students of other departments, faculties, courses are also welcome</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>376-1224-00L</b>	<b>Assistive Technology Challenge</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Gassert, M. Meboldt, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Assistive technologies can increase the independence and quality of life of persons with disabilities. This hands-on, project-based assistive technology challenge exposes students to the user-centered design of a dedicated assistive technology solution adapted to the specific needs of a person with disability and prepares them for a career in the field of assistive and medical technologies.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expose students to user-centered design of an assistive technology adapted to the needs of a person with disability.</li> <li>- Understand the principles of user-centered design, storyboarding with personas, and usability evaluation and be able to apply these principles in a real-world use case.</li> <li>- Get introduced to topics relevant to the field of assistive technologies such as needs definition, accessible design, web/app accessibility, and assessing solution efficiency.</li> <li>- Get introduced to relevant engineering topics such as design-thinking, product innovation and rapid prototyping.</li> </ul>				
Inhalt	The course covers the interdisciplinary topics relevant to the development of assistive technologies, including user needs derivation, innovation and rapid prototyping, user-centered design, usability, and efficiency evaluation. It is framed around a user-centered design challenge for a real-world use case (in groups of four students) in tight collaboration with persons with disabilities (challengers), with the goal of realizing an assistive technology solution adapted to the specific needs of each challenger.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>In order to participate in the course, students should fill in a registration form in addition to signing up for the course on myStudies. The link for the registration form, as well as further detailed information about the course, can be found on: <a href="https://relab.ethz.ch/education/assistive-technology-challenge.html">https://relab.ethz.ch/education/assistive-technology-challenge.html</a></p> <p>In addition to the regular lecture time slot on Monday mornings, there will be two time slots when students can optionally access the workshop facilities to work on their prototypes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monday afternoons, 1-6 pm</li> <li>- Tuesday afternoons, 1-6 pm</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>376-1227-00L</b>	<b>Translation of Clinical Concepts into Telerehabilitation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth view on the future of (neuro)rehabilitation with a strong focus on place-independent rehabilitation strategies and behavioral adaptations. Current clinical concepts will be introduced and their translation into telerehabilitation investigated.				
Lernziel	<p>Students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the patient journey from in-patient rehabilitation, clinical discharge, and home training</li> <li>- Know the state-of-the-art concerning place-independent training, assessment, and monitoring during neurorehabilitation interventions, including the social, regulatory, and financial frameworks that enable telerehabilitation.</li> <li>- Understand the potential and limitations of technology use in practice.</li> <li>- Gain a holistic view on patient needs and relevance of technology use.</li> <li>- Bridge the gap between technology and end-user (patient, caregivers, therapists): The lectures are complemented by case presentations (holistic presentation of a case from clinical admission to home) that require critical appraisal of (remote) measures, analysis, training interventions and exercises/discussions</li> <li>- Understand the linkage between assessment and training and appreciate the challenges and opportunities when translating these concepts into a decentralized approach</li> </ul>				

Inhalt 1) Introduction to telerehabilitation: Challenges and opportunities of place independent rehabilitation  
 The first section of this lecture series will deal with definitions and frameworks that enable distributed rehabilitation. Students will understand how the current system of care functions and the decision points that guide a patient's journey through the system. Subsequently, telerehabilitation is introduced using a systems perspective and the components are investigated with a clinical lens. Finally, the challenges and opportunities for a linkage between telerehabilitation and traditional rehabilitation are explored.

2) System Components of Telerehabilitation  
 In-depth lectures on clinical measurement, remote measures, and place-independent training approaches during the continuum of care. Presentation of the relevance of such measures in different impairment clusters of common neurological conditions (upper extremity, gait, cognition & language impairments).

3) Clinical Personas  
 At the end of each cluster, specific clinical cases (personas) are presented and discussed within existing clinical treatment pathways and their future extension to distributed care. We focus on the analysis and interpretation of clinical and remote measures and their translation into training regimen. Students work together in groups to propose remote assessment, monitoring, and training approaches which are subsequently discussed in the plenum.

<b>376-1400-00L</b>	<b>Transfer of Technologies into Neurorehabilitation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Bruno, M. Altermatt, R. Riener, H. Van Hedel</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on clinical as well as industrial aspects of advanced technologies and their transfer into neurorehabilitation from both theoretical and practical perspectives. The students will learn the basics of neurorehabilitation and the linkage to technologies, gain insight into the development within the medtech field and learn applications of technologies in clinical settings.				
Lernziel	The students will: - Learn basics and principles of clinical neuroscience and neurorehabilitation. - Gain insight into the technical basics of advanced technologies and the transfer into product development processes. - Gain insight into the application, the development and integration of advanced technologies in clinical settings. This includes the advantages and limitations according to different pathologies and therapy goals. - Get the opportunity to test advanced technologies in practical settings. - Learn how to transfer theoretical concepts to actual settings in different working fields.				
Inhalt	Main focus: - Neurobiological principles applied to the field of neurorehabilitation. - Clinical applications of advanced rehabilitation technologies. - Visit medical technology companies, rehabilitation centers and labs to gain deeper insight into the development, application and evaluation of advanced technologie				
Skript	Teaching materials will be provided for the individual events and lectures. - Slides (pdf files) - Information sheets and flyers of the visited companies, labs and clinics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

▶▶▶ Rehabilitation Medicine

Studierende mit der Vertiefung Rehabilitation und Inklusion: Es müssen mind. 3 KP aus diesem Schwerpunkt gewählt werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0224-00L</b>	<b>Clinical Exercise Physiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Spengler, C. Schmied, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This lecture series provides a comprehensive overview of the most important aspects of clinical exercise testing for diagnosis and assessment of functional status in different patient populations, e.g. patients with pulmonary, cardiac or neuro-muscular disease, with obesity, young or old age. Also, special aspects in the context of training perscriptions in these populations will be discussed.				
Lernziel	By the end of this module, students: - Have the theoretical basis for disease-specific exercise testing and interpretation in clinical settings - Know important aspects for disease-specific exercise-training prescriptions and assessment of training progress - Are able to critically review and interpret scientific literature in the context of physical fitness, performance and training in different patient populations				
Skript	Handouts are provided via moodle.				
Literatur	Handouts are provided via moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The courses "Anatomie & Physiologie I+II", as well as "Sportphysiologie" (or Anatomy, Physiology and Exercise Physiology - equivalents for students without HST-BSc), are required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>376-1150-00L</b>	<b>Clinical Challenges in Musculoskeletal Disorders</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Leunig, S. J. Ferguson, Z.-M. Manjaly</b>
Kurzbeschreibung	This course reviews musculoskeletal disorders focusing on the clinical presentation, current treatment approaches and future challenges and opportunities to overcome failures.				
Lernziel	Appreciation of the surgical and technical challenges, and future perspectives offered through advances in surgical technique, new biomaterials and advanced medical device construction methods.				
Inhalt	Foot deformities, knee injuries, knee OA, hip disorders in the child and adolescent, hip OA, spine deformities, degenerative spine disease, shoulder in-stability, hand, rheumatoid diseases, neuromuscular diseases, sport injuries and prevention				

## ►►► Inclusion

Studierende mit der Vertiefung Rehabilitation und Inklusion: Es müssen mind. 3 KP aus diesem Schwerpunkt gewählt werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-1008-00L</b>	<b>Public Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Köthenbürger, T. Giommoni</b>
Kurzbeschreibung	Public Economics analyses the role of the government in the economy. In this course we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. Issues related to public goods, taxation, in particular the effects of tax policy on labor supply, entrepreneurship and innovation will be emphasized.				
Lernziel	The primary goal of the course is to familiarize students with the central concepts and principles of public economics. The course aims at providing a good understanding of theoretical work and how it may be applied to actual policy problems. Students will get a good overview of recent key contributions in the field and how these relate to empirical observations.				
Inhalt	Overview: The course Public Economics analyses the role of the government in the economy. In most developed countries, government activity is significant and ranges from public service provision, redistribution of incomes, regulation and taxation. In many cases, public expenditures are 30-40 percent of GDP. In the course, we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. We will repeatedly use real-world policy examples to allow students to apply their knowledge and to realize how effectively the knowledge can be used to understand and design public policy making.				
Kompetenzen	Organization: The course consists of four big building blocks, "externalities", "taxation", "political economy", and "social security". For each of the building blocks we will provide slides. There will be three problem sets and a written exam at the end of the course. Problem sets will not be graded. Credit points are given for passed exams only.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>376-1225-00L</b>	<b>Disability (Studies), Inclusion and Human Rights</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. McGowan</b>
Kurzbeschreibung	In this course, students learn about key aspects of Disability Studies: what are social causes and origins of disabilities and what is the difference between a disability and an impairment. Different models of disability are presented and discussed in the context of human rights and their goal of participation and inclusion.				
Lernziel	Students will be able to understand the complexity of disability respectively its impact on people with disabilities, their families and society. Furthermore, students will be able to not only understand this impact but also be introduced to ways in which to influence it for the purpose of inclusion. They will therefore explore disability from the perspective of human rights, legislation and policy, and analyze current socio-political issues that are of great importance to people with disabilities in terms of ensuring that their human rights are respected. This is made possible by different in-depth topics (rehabilitation as an instrument of inclusion, disability studies as a critique of science, the importance of self-determination and selfrepresentation for rehabilitation). Finally this Disability Studies course will offer different approaches of emancipatory and participatory research that will qualify students to promote inclusion for people with disabilities.				
Inhalt	The course will cover the following topics: - What are and do Disability Studies want? - What is a disability? Different models of disability (medical, social, human rights model). - What is an impairment? What are the different impairments? - What does inclusion mean (versus integration and diversity)? - Justifications for inclusion and diversity - Inclusion concrete: social examples of (non-) inclusion: work, education, leisure, housing... - Disability and human rights - the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities - Disability Studies as critique of science - emancipatory and participatory research - hindering and promoting factors for inclusion - hindering and promoting factors for rehabilitation (with a view to inclusion) - Potential and concrete solutions in rehabilitation for the promotion of inclusion - various in-depth topics: (critical diversity literacy, rehabilitation as an ambivalent instrument of inclusion, Ableism, the importance of self-determination and self-representation for rehabilitation)				
<b>376-1226-00L</b>	<b>Inclusion Praxis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riener</b>
Kurzbeschreibung	In this course, students will perform little projects or analyses to find conceptual solutions that lead to a better inclusion of people with disabilities. The work will be executed outside of ETH Zurich in close contact with people with disabilities, for instance, in collaboration with disability organizations, care homes, hospitals, or at different events such as parasports competitions.				
Lernziel	Experience the daily challenges of disability and derive ideas or simple concepts to solve systemic (or operational) problems that lead to a better inclusion of people with disabilities. The solution will be elaborated together with experts "in the field" and (if possible) in close interaction with people with disabilities. The final solution or concept will be presented by a written report and a talk. The students will not only learn about barriers in daily life of people with disabilities and get insights into the interdisciplinary challenges of inclusion, but also acquire project management skills in interprofessional and interdisciplinary teams and settings.				



Inhalt	<p>The students (in small groups of 4-5 students) will get in contact with experts who work in disability organizations, care homes, hospitals, or who are involved in different events involving people with disabilities such as parasports competitions.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lukas Fischer, Mathilde Escher Heim, Zurich: Accompany apprenticeships of people with neuromuscular disorders; accompany a theater group and analyse their work approach</li> <li>- Giovanna Battagliero, Stiftung Rossfeld, Bern: Analyse the life and work of people with motor impairments in the care homes of the foundation.</li> <li>- Jonas Staub, Blindspot, Bern: Advice Blindspot in their chain of inclusive restaurants. Optimize workflows, accompany service persons with cognitive impairments in their daily work.</li> <li>- Alireza Darvishy, ZHAW, Winterthur: Develop simple concepts to improve audiovisual communication of people with sensory impairments</li> <li>- Hanni Kloimstein, PluSport, Volketswil: Support PluSport in the planning and execution of conventional or new parasports events.</li> <li>- Brian McGowan, ZHAW, Winterthur: Accompany a person with disability for 2-3 days and suggest technical or organizational solutions to improve the persons quality of life.</li> <li>- Romila Storzjohann, ETH Zurich: Collaborate with her ETH team and support making ETH Zurich more barrier-free.</li> <li>- Roland Sigrist, CYBATHLON, ETH Zurich: Join the operational team or any developing team to develop new races and/or assistive technologies for the CYBATHLON competitions</li> <li>- Nils Jent, Uni St. Gallen: Analyse the challenge of inclusion in companies work environment and develop novel incentives for employers.</li> <li>- Further partners: SUVA Luzern, Stiftung Cerebral, Schweizer Paraplegiker-Stiftung, WHO Genf, Zurzach Care</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended that the course "Rehabilitation & Inclusion" (376-1220-00L) has been visited beforehand, to have the theoretical basis for this practical work.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>376-1228-00L</b>	<b>Web and Mobile Accessibility (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i>  <i>UZH Module Code: MI0029</i></p> <p><i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i>  <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></p>				
Kurzbeschreibung	This course gives an overview of assistive technologies used by people with disabilities and elderly persons, provides the fundamentals (including exercises) on how to make the web accessible for these target groups.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding the needs of users with disabilities and elderly persons in interactions with digital systems;</li> <li>- Skills in web accessibility;</li> <li>- Familiarity with different types of assistive technologies.</li> </ul>				
Inhalt	<p>This course gives an overview of assistive technologies used by people with disabilities and elderly persons, and provides the fundamentals (including exercises) on web and mobile accessibility for these target groups. This lecture is a block lecture, consisting of 5 parts.</p> <p>Part I: Assistive technologies (lecture, 2 Half-days). Students get to know different so-called assistive technologies for persons with various disabilities, including visual, hearing, mobility, and cognitive disabilities.</p> <p>Part II: Web and mobile accessibility implementation (1 Day, self- study). Students learn techniques and tools to make web and mobile applications accessible for persons with disabilities, according to the international Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1). During this day, the lecturer will be available throughout the day to answer any questions. At the end of the day, students will receive the source code of an inaccessible website or mobile app, which will be used for the task in Part III.</p> <p>Part III: Student work (independent work). Working in groups of 4 people, students should re-implement the received source code of the inaccessible website/app, adjusting it into an accessible version that aligns with WCAG 2.1. If there are few students in the lecture, the student work should be carried out individually rather than in groups.</p> <p>Part IV: Presentation of the results (1 Day). Student groups present the results of their work in a 15-minute presentation.</p> <p>Part V: Discussions with student groups (1 Half-Day). Discussions will take place with each student group to provide feedback on their implementation.</p>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in HTML/CSS  <a href="https://learn.shayhowe.com/html-css/building-your-first-web-page/">https://learn.shayhowe.com/html-css/building-your-first-web-page/</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hu-q2ZYwEYs&amp;list=PL4cUxeGkcC9ivBf_eKCPIAYXWzLIPAm6G">https://www.youtube.com/watch?v=hu-q2ZYwEYs&amp;list=PL4cUxeGkcC9ivBf_eKCPIAYXWzLIPAm6G</a></li> <li>- Einführung in JavaScript  <a href="https://www.geeksforgeeks.org/javascript/?ref=lbp">https://www.geeksforgeeks.org/javascript/?ref=lbp</a></li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prior knowledge in HCI (BMINF016) is helpful but not required.          Students must have prior knowledge in web programming (HTML 5, Javascript and CSS).</p>				

## ► Praxistraining

Praxistraining NUR für folgende Vertiefungen:

- Bewegungswissenschaften und Sport
- Medizintechnik
- Molekulare Gesundheitswissenschaften
- Neurowissenschaften
- Rehabilitation und Inklusion

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
376-2110-00L	<b>Practical Training 12 Weeks (Job or Research Oriented) ■</b>	W	15 KP		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Practical Training Internships are either research-oriented for exercising scientific (laboratory) methods or job-related for giving insight into the future world of work (industry, services, school).				
Lernziel	Students should exercise scientific working and/or get realistic insights into future jobs.				
Voraussetzungen / Besonderes	This version of internships lasts for at least 12 weeks full time equivalent.				
376-2111-00L	<b>Practical Training 8 Weeks (Job or Research Oriented) W</b>		10 KP		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Practical Training Internships are either research-oriented for exercising scientific (laboratory) methods or job-related for giving insight into the future world of work (industry, services, school).				
Lernziel	Students should exercise scientific working and/or get realistic insights into future jobs.				
Voraussetzungen / Besonderes	This version of internships lasts for at least 8 weeks full time equivalent.				
376-2112-00L	<b>Practical Training 4 Weeks (Job or Research Oriented) W</b>		5 KP		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Practical Training Internships are either research-oriented for exercising scientific (laboratory) methods or job-related for giving insight into the future world of work (industry, services, school).				
Lernziel	Students should exercise scientific working and/or get realistic insights into future jobs.				
Voraussetzungen / Besonderes	This version of internships lasts for at least 4 weeks full time equivalent.				

## ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-HEST*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

## ► Forschungs-Praktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
376-2100-00L	<b>Research Internship ■</b>	O	15 KP		Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	12-week internship intended for exercising (independent) scientific working.				
Lernziel	Students shall exercise scientific working as preparation for their master thesis.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Research Internship lasts for at least 12 weeks full time equivalent. It can be combined with the Master Thesis.				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
376-2000-00L	<b>Master's Thesis ■</b>	O	30 KP	71D	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.				
Kurzbeschreibung	6-months research study with topics from the chosen major within the field of Health Sciences and Technology. In general, it includes the study of existing literature, the specification of the research question, the choice of the methodological approach, the collection, analysis and interpretation of data, and the written and oral reporting of the findings.				
Lernziel	The students shall demonstrate their ability to carry out a structured, scientific piece of work independently.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Master Thesis can only be started after the Bachelor Degree was obtained and/or master admission requirements have been fulfilled.				

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lernangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
406-0253-AAL	<b>Mathematics I &amp; II</b>	E-	13 KP	28R	A. Cannas da Silva, S. Kalisnik Hintz
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Mathematics I covers mathematical concepts and techniques necessary to model, solve and discuss scientific problems - notably through ordinary differential equations. The main focus of Mathematics II is multivariable calculus.				

Lernziel	Mathematics is of ever increasing importance to the Natural Sciences and Engineering. The key is the so-called mathematical modelling cycle, i.e. the translation of problems from outside of mathematics into mathematics, the study of the mathematical problems (often with the help of high level mathematical software packages) and the interpretation of the results in the original environment.				
Inhalt	<p>The goal of Mathematics I and II is to provide the mathematical foundations relevant for this paradigm. Differential equations are by far the most important tool for modelling and are therefore a main focus of both of these courses.</p> <p>1. Linear Algebra and Complex Numbers: systems of linear equations, Gauss-Jordan elimination, matrices, determinants, eigenvalues and eigenvectors, cartesian and polar forms for complex numbers, complex powers, complex roots, fundamental theorem of algebra.</p> <p>2. Single-Variable Calculus: review of differentiation, linearisation, Taylor polynomials, maxima and minima, fundamental theorem of calculus, antiderivative, integration methods, improper integrals.</p> <p>3. Ordinary Differential Equations: variation of parameters, separable equations, integration by substitution, systems of linear equations with constant coefficients, 1st and higher order equations, introduction to dynamical systems.</p> <p>4. Multivariable Differential Calculus: functions of several variables, partial differentiation, curves and surfaces in space, scalar and vector fields, gradient, curl and divergence.</p> <p>5. Multivariable Integral Calculus: multiple integrals, line and surface integrals, work and flow, Green, Gauss and Stokes theorems, applications.</p> <p>6. Introduction to Partial Differential Equations: separation of variables, heat equation, wave equation, Laplace equation.</p>				
Skript	See literature				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bretscher, O.: Linear Algebra with Applications, Pearson Prentice Hall.</li> <li>- Thomas, G. B.: Thomas' Calculus, Part 1, Pearson Addison-Wesley.</li> <li>- Thomas, G. B.: Thomas' Calculus, Part 2, Pearson Addison-Wesley.</li> <li>- Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley &amp; Sons.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisites: familiarity with the basic notions from Calculus, in particular those of function, derivative and integral.</p> <p>Schedule and location of the assistance hours (Mathe-Lab) may be found on the Moodle webpages for the parallel courses in German: - 401-0251-00L Mathematik I in the Fall semester and - 401-0252-00L Mathematik II in the Spring semester.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen		geprüft geprüft	
<b>376-0203-AAL</b>	<b>Movement and Sport Biomechanics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>3R</b>	<b>N. Singh, W. R. Taylor</b>
Kurzbeschreibung	Learning to view the human body as a (bio-) mechanical system. Making the connections between everyday movements and sports activity with injury, discomfort, prevention and rehabilitation.				
Lernziel	"Students are able to describe the human body as a mechanical system. They analyse and describe human movement according to the laws of mechanics."				
Inhalt	Movement- and sports biomechanics deals with the attributes of the human body and their link to mechanics. The course includes topics such as functional anatomy, biomechanics of daily activities (gait, running, etc.) and looks at movement in sport from a mechanical point of view. Furthermore, simple reflections on the loading analysis of joints in various situations are discussed. Additionally, questions covering the statics and dynamics of rigid bodies, and inverse dynamics, relevant to biomechanics are investigated.				
<b>406-0063-AAL</b>	<b>Physics II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the "way of thinking" and the methodology in Physics. The Chapters treated are Magnetism, Refraction and Diffraction of Waves, Elements of Quantum Mechanics with applications to Spectroscopy, Thermodynamics, Phase Transitions, Transport Phenomena.				
Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve the latter. The student should acquire an overview over the basic concepts used in the theory of heat and electricity.				
Inhalt	<p>Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4</p> <p>Chapters: 17 (without 17-5, 17-10), 18 (without 18-5, 18-6, 18-7), 19, 20 (without 20-7, 20-8, 20-9, 20-10, 20-11), 21 (without 21-12), 23, 25 (without 25-9, 25-10), 26 (without 26-4, 26-5, 26-7), 27, 28 (without 28-4, 28-5, 28-8, 28-9, 28-10), 29 (without 29-5, 29-8), 32 (without 32-8), 33 (without 33-4, 33-5, 33-9, 33-10), 34 (without 34-4, 34-6, 34-7), 35 (without 35-2, 35-3, 35-9, 35-11, 35-12, 35-13), and 15 waves (without 15-3, 15-5, 15-7, 15-9, 15-10, 15-11)</p>				
Literatur	see "Content"				
	<p>Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2 Elektrizität, Optik, Wellen Verlag Wiley-VCH, 2003, Fr. 77.-</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

#### Gesundheitswissenschaften und Technologie Master - Legende für Typ

Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W+	Wählbar für KP und empfohlen
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris)

## ► Kernfächer

### ►► Theoretische Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0844-00L	<b>Quantum Field Theory II</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY552 direkt an der UZH buchen.</i>	W	10 KP	3V+2U	C. Anastasiou
Kurzbeschreibung	The subject of the course is modern applications of quantum field theory with emphasis on the quantization of non-abelian gauge theories.				
Lernziel	The goal of this course is to lay down the path integral formulation of quantum field theories and in particular to provide a solid basis for the study of non-abelian gauge theories and of the Standard Model				
Inhalt	The following topics will be covered: - path integral quantization - non-abelian gauge theories and their quantization - systematics of renormalization, including BRST symmetries, Slavnov-Taylor Identities and the Callan-Symanzik equation - the Goldstone theorem and the Higgs mechanism - gauge theories with spontaneous symmetry breaking and their quantization - renormalization of spontaneously broken gauge theories and quantum effective actions				
Literatur	M.E. Peskin and D.V. Schroeder, "An introduction to Quantum Field Theory", Perseus (1995). S. Pokorski, "Gauge Field Theories" (2nd Edition), Cambridge Univ. Press (2000) P. Ramond, "Field Theory: A Modern Primer" (2nd Edition), Westview Press (1990) S. Weinberg, "The Quantum Theory of Fields" (Volume 2), CUP (1996).				

### ►► Experimentelle Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0702-00L	<b>Phenomenology of Particle Physics II</b>	W	10 KP	3V+2U	P. Crivelli, D. Sgalaberna
Kurzbeschreibung	The concepts and computational techniques acquired in the context of QED and QCD (during the Phenomenology of Particle Physics I course) will be applied and expanded to the weak interaction and electroweak theory. Spontaneous symmetry breaking and the Higgs mechanism will also be introduced completing the description of the Standard Model of particle physics.				
Lernziel	The students will deepen their knowledge on particle physics acquired during their bachelor studies. They will be able to apply the Feynman rules to compute weak and electro-weak processes. They will be able to explain and discuss the connection between theory and experiments.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>e-p scattering (elastic and deep inelastic) and the parton model (the Eighfoldway)</li> <li>Heavy quarks and hadron spectroscopy</li> <li>Neutrinos and the three lepton families</li> <li>Weak interaction and parity violation</li> <li>Gauge field theories and spontaneous symmetry-breaking</li> <li>The electroweak theory and the Brout-Englert-Higgs mechanism</li> <li>Computations and experimental tests of the weak/electroweak theory</li> <li>Neutrino-nucleon interactions</li> <li>Flavor oscillations and CP violation</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ► Physikalische und mathematische Wahlfächer

### ►► Wahlfächer in Physik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0394-00L	<b>Theoretical Cosmology</b>	W	10 KP	4V+2U	L. Senatore
Kurzbeschreibung	This is the second of a two course series which starts with "General Relativity" and continues in the spring with "Theoretical Astrophysics and Cosmology", where the focus will be on applying general relativity to cosmology as well as developing the modern theory of structure formation in a cold dark matter Universe.				
Lernziel	Learning the fundamentals of modern physical cosmology. This entails understanding the physical principles behind the description of the homogeneous Universe on large scales in the first part of the course, and moving on to the inhomogeneous Universe model where perturbation theory is used to study the development of structure through gravitational instability in the second part of the course. Modern notions of dark matter and dark energy will also be introduced and discussed.				
Inhalt	The course will cover the following topics: - Homogeneous cosmology - Thermal history of the universe, recombination, baryogenesis and nucleosynthesis - Dark matter and Dark Energy - Inflation - Perturbation theory: Relativistic and Newtonian - Model of structure formation and initial conditions from Inflation - Cosmic microwave background anisotropies - Spherical collapse and galaxy formation - Large scale structure and cosmological probes				
Skript	In 2021, the lectures will be live-streamed online at ETH from the Room HPV G5 at the lecture hours. The recordings will be available at the ETH website. The detailed information will be provided by the course website and the SLACK channel.				

Literatur	Suggested textbooks: H.Mo, F. Van den Bosch, S. White: Galaxy Formation and Evolution S. Carroll: Space-Time and Geometry: An Introduction to General Relativity S. Dodelson: Modern Cosmology Secondary textbooks: S. Weinberg: Gravitation and Cosmology V. Mukhanov: Physical Foundations of Cosmology E. W. Kolb and M. S. Turner: The Early Universe N. Straumann: General relativity with applications to astrophysics A. Liddle and D. Lyth: Cosmological Inflation and Large Scale Structure				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of General Relativity is recommended.				
<b>402-0703-00L</b>	<b>Phenomenology of Physics Beyond the Standard Model</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Spira, A. de Cosa</b>
Kurzbeschreibung	After a short introduction to the theoretical foundations and experimental tests of the standard model, grand unified theories, supersymmetry, leptoquarks, and hidden valley models will be treated among other topics. Thereby the phenomenological aspects, i.e. the search for new particles and interactions at existing and future particle accelerators will play a significant role.				
Lernziel	The goal of the lecture is the introduction into several theoretical concepts that provide solutions for the open questions of the Standard Model of particle physics and thus lead to physics beyond the Standard Model.				
Inhalt	Besides the theoretical concepts the phenomenological aspects are discussed, i.e. the search for new particles and interactions at the existing and future particle accelerators.				
Skript	see home page: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/JenseitsSM/">http://ihp-ix2.ethz.ch/JenseitsSM/</a>				
Literatur	see home page: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/JenseitsSM/">http://ihp-ix2.ethz.ch/JenseitsSM/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Will be taught in German for the part of Michael Spira only if all students understand German.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>402-0714-00L</b>	<b>Astro-Particle Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Biland</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the neutral components of the cosmic rays as well as on several aspects of Dark Matter. Main topics will be very-high energy astronomy and neutrino astronomy.				
Lernziel	Students can explain experimental methods to measure neutrinos as well as high and very high energetic photons from extraterrestrial sources and major background contributions. They are aware of the historical development and the current state of the field, including models to explain high-energy emission. As key point, they can describe the unexpected richness of galactic and extragalactic high-energy astrophysical object classes recently detected. In addition, they can present experimental evidence about the existence of Dark Matter and about selected Dark Matter theories.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brief summary about 'charged cosmic rays' (1st semester)</li> <li>• Neutrino Astronomy: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ atmospheric, stellar, extragalactic, and cosmological neutrinos</li> <li>◦ actual detectors and near-future experiments</li> </ul> </li> <li>• High Energy (HE) and Very-High Energy (VHE) Astronomy: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ operational and planned detectors for (V)HE gamma-rays</li> <li>◦ possible mechanisms to produce (V)HE gamma-rays</li> <li>◦ identified galactic and extragalactic high energy objects</li> <li>◦ the gamma-ray horizon and its cosmological relevance</li> <li>◦ Lorentz-invariance violation and Quantum Gravity</li> </ul> </li> <li>• Dark Matter: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ evidences for existence of non-barionic matter and selected Dark Matter models</li> <li>◦ actual and near-future experiments for direct and indirect Dark Matter searches</li> </ul> </li> </ul>				
Skript	See: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/">http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/</a>				
Literatur	See: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/">http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course can be attended independent of Astro-Particle Physics I.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>402-0726-12L</b>	<b>Physics of Exotic Atoms</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Crivelli</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we will review the status of physics with exotic atoms including the new exciting advances such as anti-hydrogen 1S-2S spectroscopy and measurements of the hyperfine splitting and the puzzling results of the muonic-hydrogen experiment for the determination of the proton charge radius.				
Lernziel	The course will give an introduction on the physics of exotic atoms covering both theoretical and experimental aspects. The focus will be set on the systems which are currently a subject of research in Switzerland: positronium at ETHZ, anti-hydrogen at CERN and muonium, muonic-H and muonic-He at PSI. The course will enable the students to follow recent publications in this field.				

Inhalt	Review of the theory of hydrogen and hydrogen-like atoms Interaction of atoms with radiation Hyperfine splitting theory and experiments: Positronium (Ps), Muonium (Mu) and anti-hydrogen (Hbar) High precision spectroscopy: Ps, Mu and Hbar Lamb shift in muonic-H and muonic-He- the proton radius puzzle Weak and strong interaction tests with exotic atoms Anti-matter and gravitation Applications of antimatter		
Skript	script		
Literatur	Precision physics of simple atoms and molecules, Savely G. Karshenboim, Springer 2008  Proceedings of the International Conference on Exotic Atoms (EXA 2008) and the 9th International Conference on Low Energy Antiproton Physics (LEAP 2008) held in Vienna, Austria, 15-19 September 2008 (PART I/II), Hyperfine Interactions, Volume 193, Numbers 1-3 / September 2009  Laser Spectroscopy: Vol. 1 Basic Principles Vol. 2 Experimental Techniques von Wolfgang Demtröder von Springer Berlin Heidelberg 2008		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	Topics include: - modern methods of statistical data analysis - probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods. - most examples are taken from particle physics.  Methodology: - lectures about the statistical topics; - common discussions of examples; - exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures; - all students perform statistical calculations on (their) computers; - students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments; - at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation; - all students are directly tutored by assistants in the classroom.				
Skript	- Copies of all lectures are available on the web-site of the course. - A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.				
Literatur	1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag . 2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552. 3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag. 4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>402-0778-00L</b>	<b>Particle Accelerator Physics and Modeling II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Adelmã</b>
Kurzbeschreibung	Non-linearities in beam dynamics of charged particles will be discussed. Lie-Methods in combination with differential algebra (DA) and truncated power series (TPS) will be used. We will use statistical mechanics to study storage rings and free electron lasers. Crystalline beams and quantum mechanics effects will be analysed towards possible a use of accelerator in quantum sensing.				
Lernziel	Models for nonlinear beam dynamics can be applied to new or existing particle accelerators.				
Inhalt	- Symplectic Maps and Higher Order Beam Dynamics - Taylor Models and Differential Algebra (repetition from PAM-1) - Normal Forms Analysis - Long term integration of charged particles - Statistical Mechanics for Electron Storage Rings and Free Electron Lasers - Crystalline beams and quantum mechanics effects				
Skript	Lecture notes				
Literatur	Will be provided during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally Particle Accelerator Physics and Modelling 1 (PAM-1), however at the beginning of the semester, a crash course is offered introducing the minimum level of particle accelerator modeling needed to follow. This lecture is also suited for PhD. Students.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>402-0848-00L</b>	<b>Advanced Field Theory</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY572 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Chitra</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce students to concepts and methods in field theory which are used to study topics both in high energy physics and quantum condensed matter theory.				
Lernziel	The course aims to illustrate the deep similarities in the field theory methodologies used in both fields. The students will learn techniques commonly used to study interacting quantum systems and see corresponding applications both in high energy and condensed matter physics.				
	The course will show how continuum field theories can be used to describe a wide variety of collective phenomena in condensed matter systems, like magnetism and spin-charge separation in one dimensional electronic systems. The same field theory techniques are used in high energy physics to treat light bound states in quantum chromodynamics (pions), topological aspects of gauge theories etc.				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended/Prerequisite: Quantum Field Theory I Recommended: Statistical Physics  We will use a light version of the Euclidean path integrals in this course and will keep this course accessible independently of QFTII.				
Kompetenzen	Students interested in more in-depth formulations of the path integral formalism and related topics can also attend QFT II in parallel.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		

<b>402-0874-15L</b>	<b>Introduction to Conformal Field Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Gaberdiel</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to two-dimensional conformal field theory will be given.				
Lernziel	Understanding the structure of two-dimensional conformal field theories, and some of the techniques for solving them.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former course unit is 401-4812-14L Conformal Field Theory (same unit for examinations!)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert		

<b>402-0895-00L</b>	<b>Standard Model and Beyond</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY563 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Isidori</b>
Kurzbeschreibung	A) Electroweak interactions - From the Fermi theory to the Standard Model (SM) - Spontaneous symmetry breaking and Higgs mechanism - Precision tests of the electroweak theory B) Flavour Physics - The flavour sector of the SM - Neutral-meson mixing and rare decays C) The SM as an effective theory - SM limitations and beyond-SM directions - Neutrino masses and neutrino oscillations				
Lernziel	An introduction to modern theoretical particle physics				
Literatur	As described in the entity: Lernmaterialien				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of Quantum Field Theory I is required. Parallel following of Quantum Field Theory II is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		

## ►► Wahlfächer in Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3532-08L</b>	<b>Differential Geometry II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>P. Hintz</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course of Differential Geometry I. Topics covered include: Introduction to Riemannian geometry: Riemannian manifolds, Levi-Civita connection, geodesics, Hopf-Rinow Theorem, curvature, second fundamental form, Riemannian submersions and coverings, Hadamard-Cartan Theorem, triangle and volume comparison.				
Lernziel	Continuing the introduction to Riemannian geometry, with a focus on the role of curvature and the interplay of geometry and topology; and introducing fundamental aspects of Lorentzian geometry.				
Literatur	- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser 1992 - S. Kobayashi, K. Nomizu "Foundations of Differential Geometry" Volume I, Wiley 1963 - B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry With Applications to Relativity, Academic Press 1983				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I (or basics of differentiable manifolds)				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken		geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	

---

**401-3462-00L Functional Analysis II** **W 9 KP 4V+1U M. Burger**

**Kurzbeschreibung** The course will focus essentially on the theory of abelian Banach algebras and its applications to harmonic analysis on locally compact abelian groups, and spectral theorems. Time permitting we will talk about a fundamental property of highly non abelian groups, namely property (T); one of the spectacular applications thereof is the explicit construction of expander graphs.

**Lernziel** Acquire fluency with abelian Banach algebras in order to apply their theory to harmonic analysis on locally compact groups and to spectral theorems

**Inhalt** Banach algebras and the spectral radius formula,  
 Guelfand's theory of abelian Banach algebras,  
 Locally compact groups, Haar measure, properties of the convolution product,  
 Locally compact abelian groups, the dual group, basic properties of the Fourier transform,  
 Positive definite functions and Bochner's theorem,  
 The Fourier inversion formula, Plancherel's theorem,  
 Pontryagin duality and consequences,  
 Regular abelian Banach algebras, minimal ideals and Wiener's theorem for general locally compact abelian groups. Applications to Wiener-Ikehara and the prime number theorem,  
 Guelfand's theory of abelian C\*-algebras and applications to the spectral theorem for normal operators,  
 Property (T).

**Skript** [https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb\\_hHKZjLZ8gpDKOG/view](https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_hHKZjLZ8gpDKOG/view)  
**Literatur** [EiWa] M. Einsiedler and T. Ward. Functional analysis, spectral theory, and applications. Vol. 276. Graduate Texts in Mathematics. Springer, 2017.

[GeRaSh] I. Gelfand, D. Raikov, and G. Shilov. Commutative normed rings. Translated from the Russian, with a supplementary chapter. Chelsea Publishing Co., New York, 1964.

[Ka] E. Kaniuth. A Course in Commutative Banach Algebras. Vol. 246. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 2009.

[RaVa] D. Ramakrishnan and R. J. Valenza. Fourier Analysis on Number Fields. Vol. 186. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 1999.

[Ru1] W. Rudin. Fourier Analysis on Groups. Interscience Tracts in Pure and Applied Mathematics 12. Interscience Publishers, New York-London, 1962.

[Ru2] W. Rudin. Functional Analysis. Second Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.

[Ru3] W. Rudin. Real and Complex Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, 1987.

[Ta] M. Takesaki. Theory of Operator Algebras I. Springer, New York, 1979.

[We] A. Weil. Basic Number Theory. Classics in Mathematics. Reprint of the second (1973) edition. Springer Berlin, Heidelberg, 1995.

[Zi] R. J. Zimmer. Essential Results of Functional Analysis. Chicago Lectures in Mathematics. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1990.

**Voraussetzungen / Besonderes** Point set topology,  
 Basic measure theory,  
 Basics of functional analysis specifically: Banach-Steinhaus, Banach-Alaoglu, and Hahn-Banach.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
Kreatives Denken		gefördert	
Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	

---

► **Proseminare und Semesterarbeiten**

Detaillierte Informationen auf:  
<https://www.phys.ethz.ch/studies/master/semester-projects.html>

---

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0218-MSL</b>	<b>Research Project ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>15A</b>	Betreuer/innen
<b>Kurzbeschreibung</b>	Students conduct a small research project within a research group or carry out a guided self-study of original papers on a given theoretical topic. The results are submitted in a written report and an oral presentation.				

Lernziel	Students are enabled to:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• expand their knowledge in a specific area of physics,</li> <li>• conduct a project (a) in a research laboratory or (b) on a specific topic of theoretical physics,</li> <li>• discuss their project results and conclusions in a team,</li> <li>• present their findings in written and oral form.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Soziale Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>402-0219-MSL</b>	<b>Research Project II ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>15A</b>	Betreuer/innen
	<i>Um diese LE zu belegen kontaktieren Sie bitte das Studiensekretariat unter <a href="mailto:studies.physics@ethz.ch">studies.physics@ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	Students conduct a small research project within a research group or carry out a guided self-study of original papers on a given theoretical topic. The results are submitted in a written report and an oral presentation.				
Lernziel	Students are enabled to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• expand their knowledge in a specific area of physics,</li> <li>• conduct a project (a) in a research laboratory or (b) on a specific topic of theoretical physics,</li> <li>• discuss their project results and conclusions in a team,</li> <li>• present their findings in written and oral form.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-PHYS*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-2000-00L</b>	<b>Scientific Works in Physics</b>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>		<b>D. Kienzler</b>
	<i>Zielpublikum: Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>				
	<i>Weisung <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf</a></i>				
Kurzbeschreibung	Literature Review: ETH-Library, Journals in Physics, Google Scholar; Thesis Structure: The IMRAD Model; Document Processing: LaTeX and BibTeX, Mathematical Writing, AVETH Survival Guide; ETH Guidelines for Integrity; Authorship Guidelines; ETH Citation Etiquettes; Declaration of Originality.				
Lernziel	Basic standards for scientific works in physics: How to write a Master Thesis. What to know about research integrity.				
<b>462-0900-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>57D</b>	Betreuer/innen
	<i>Weitere Informationen: <a href="http://www.phys.ethz.ch/phys/education/master/msc-theses">www.phys.ethz.ch/phys/education/master/msc-theses</a></i>				

Kurzbeschreibung	The Master's thesis concludes the Master's programme and constitutes a full-time project of six-month duration aimed at advancing the skills and capabilities of students to work independently and creatively towards the solution of an individual research problem which has been agreed upon in advance.		
Lernziel	Students are enabled to: - solve a complex problem by applying theoretical and experimental methods and skills, - articulate their beliefs and thoughts on a scientific subject, appreciate the positions of others and revisit their own positions based on new insights, - contribute constructively to the projects of a diverse research team, - actively participate in a scientific discourse on a specific area of physics and present positions based on scientific arguments.		
Voraussetzungen / Besonderes	The time limit for completing the Master's thesis is six months.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft

#### Hochenergie-Physik MSc (Joint Master mit IP Paris) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Humanmedizin Bachelor

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2022)

### ►► Fächer des Basisjahres

### ►►► Basisprüfung

### ►►►► Basisprüfungsblock 1

Die Fächer des Blocks 1 werden im Herbstsemester angeboten.

### ►►►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
377-0201-00L	<b>Herz-Kreislauf-System</b>	O	5 KP	5V	C. Schmied, J. Loffing, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Die Studierenden sollen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls Aufbau und Funktion des Herz-Kreislauf-Systems erklären können, sowie die wichtigsten Krankheitsbilder, deren Entstehung, Klinik, Diagnostik, Therapie, wie auch die wichtigsten Massnahmen zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen kennen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls zu Folgendem befähigt sein: 1. Systematik des Kreislaufs erklären. 2. Aufbau des Herzens und des Herzbeutels, Erregungsbildung und -leitung des Herzens, sowie Funktion und Regulation des Herzens (als Pumpe) und der grossen Gefässe erklären. 3. Prinzipien und Regulation des Blutkreislaufs erklären. 4. Die wichtigsten Krankheitsbilder, deren Entstehung, Klinik, Diagnostik und Therapie kennen. 5. Die wichtigsten Massnahmen zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die zugrunde liegenden Mechanismen kennen.				
Inhalt	Die Studierenden lernen in diesem Modul Anatomie, Physiologie, und Pathophysiologie des Herz-Kreislauf-Systems, sowie die Klinik, Diagnostik, Therapie und Prävention der wichtigsten Krankheitsbilder des Herz-Kreislauf-Systems. Dies beinhaltet: • Systematik des Kreislaufs: Aufbau und Vorkommen der verschiedenen Blut- und Lymphgefässstypen; Körper-, Lungen- und portale Kreisläufe, Versorgungsgebiete der Herzkranzgefässe, sowie die wichtigsten pathophysiologische Veränderungen, daraus folgende Klinik, Diagnostik und Therapie. • Aufbau und funktionelle Konsequenzen von Herz und Herzbeutel: Besonderheiten der Lage und Funktion des Herzens und seiner Binnenräume im Herzbeutel und im Thorax, sowie assoziierte Veränderungen der Funktion im pathophysiologischen Kontext, Öffnungs- und Schliessmechanismen der Herzklappentypen, pathophysiologische Veränderungen der Klappen und deren Auswirkungen auf die Herz-Kreislauf-Regulation und die Klinik von assoziierten Krankheitsbildern, Aufbau der Erregungsbildungs- und Leitungssysteme, sowie der Zellen der Arbeitsmuskulatur. • Mechanismen der Aktionspotentialentstehung, Erregungsbildung und –rückbildung, sowie zellspezifische Unterschiede innerhalb des Herzens, Mechanismen der Herzfrequenzregulation, sowie der Erregungsleitung, die Entstehung des normalen Elektrokardiogramms, sowie dessen wichtigste pathophysiologischen Veränderungen im Kontext von Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems. • Funktion und Regulation des Herzens als Pumpe, sowie Funktion der grossen Gefässe: Mechanismen der Kraftentwicklung und Regulation, Phasen der Herzaktion und der relevanten Änderungen von Druck und Volumen, Mechanismen der Anpassung der Herzfunktion (autonomes Nervensystem, Belastung; Veränderung von Vor- und Nachlast), Besonderheiten der Energieversorgung des Herzens. Klinische Folgen pathophysiologischer Veränderungen, Diagnostik und Therapie ausgewählter Krankheitsbilder. • Regulation des Blutkreislaufs: Wichtige Aspekte der Strömungslehre, Regulation des zirkulierenden Volumens, Prinzipien und Mechanismen der Regulation des arteriellen, sowie des venösen Blutdrucks, Regulation und Besonderheiten der Durchblutung unterschiedlicher Organe, die Rolle des Niederdrucksystems des Kreislaufs und des zirkulierenden Volumens, Prinzipien der Mikrozirkulation und der Rolle des Endothels, Stoffaustausch und assoziierte Prozesse, Anpassung der Sauerstoffversorgung bei Belastung. Klinische Folgen pathophysiologischer • Therapie ausgewählter Krankheitsbilder. • Physiologische Grundlage der wichtigsten Massnahmen zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0100-00L Grundbausteine Mensch				
377-0203-00L	<b>Atmungssystem</b>	O	5 KP	5V	C. Spengler, M. Hilty, J. Loffing, S. Ulrich Somaini
Kurzbeschreibung	Die Studierenden sollen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls Aufbau und Funktion des Atmungs-Systems, und dessen Interaktion mit dem Herz-Kreislauf-System erklären können, sowie die wichtigsten Krankheitsbilder, deren Entstehung, Klinik, Diagnostik, Therapie, wie auch die wichtigsten Massnahmen zur Prävention von Atemwegs-Erkrankungen kennen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls zu Folgendem befähigt sein: 1. Aufbau und Funktion des Atmungs-Systems erklären. 2. Prinzipien der Atmungsregulation, inklusive Adaptation an den Bedarf des Organismus, erklären. 3. Interaktion des Atmungs- mit dem Herz-Kreislauf-System erklären. 4. Die wichtigsten Krankheitsbilder, deren Entstehung, Klinik, Diagnostik und Therapie kennen. 5. Die wichtigsten Massnahmen zur Prävention von Atemwegserkrankungen und die zugrunde liegenden Mechanismen kennen.				
Inhalt	Die Studierenden lernen in diesem Modul Anatomie, Physiologie, und Pathophysiologie des Atmungs-Systems, wichtige Interaktionen zwischen Atmungs- und Herz-Kreislaufsystem, sowie Klinik, Diagnostik, Therapie und Prävention der wichtigsten Krankheitsbilder des Atmungs-Systems kennen. Dies beinhaltet: • Aufbau des Atmungs-Systems: Aufbau der oberen Atemwege, der assoziierten Höhlen und deren Verbindung; Aufbau der Abschnitte der unteren Atemwege, der Lunge, der Pleura sowie der für die Atemmechanik relevanten Strukturen. • Funktion des Atmungs-Systems: Funktion spezifischer Zelltypen und Epithelien des Atmungs-Systems, Mechanismen zur Reinigung, Erwärmung und Befeuchtung der Atemluft, Mechanismen der Lageveränderung, Öffnung/Schliessung des Larynx beim Atmen, Husten und Pressen, Prinzipien der Atemmechanik, Bedeutung der Lungen-Volumina und –kapazitäten, der alveolären und Totraum-Ventilation, Einstellung der alveolären Partialdrücke der Atemgase, alveolo-kapillärer Gasaustausch, sowie zwischen Kapillaren und Gewebe, strukturelle Komponenten und Prinzipien des Lungenkreislaufs und seiner Regulation. Klinische Folgen pathophysiologischer Veränderungen, Diagnostik und Therapie ausgewählter Krankheitsbilder. • Regulation der Atmung: Entstehung und Modulation des Atemrhythmus, Einfluss rückgekoppelter (z.B. über Chemorezeptoren), sowie nicht-rückgekoppelter (z.B. zentralnervöse) Atemreize auf die Atmung, Mechanismen der Regulation von Ventilation und Perfusion einzelner Lungenabschnitte, Regulation der Atemwegswiderstände und der alveolären Belüftung durch Sympathikus und Parasympathikus, Rolle der Lunge im Säure-Basen-Haushalt, sowie Interaktion von psychischen Faktoren mit der Atmung. Klinische Folgen pathophysiologischer Veränderungen, Diagnostik und Therapie ausgewählter Krankheitsbilder. • Interaktion von Atmungs- und Herzkreislauf-System anhand klinischer Fälle. • Physiologische Grundlage der wichtigsten Massnahmen zur Prävention von Erkrankungen des Atmungs-Systems.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert
<b>377-0205-00L</b>	<b>Nieren und Homöostase</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>
		<b>5V</b>	<b>A. Hall, O. Devuyt</b>
Kurzbeschreibung	Aufbau und Funktion der Niere und des ableitenden Harnsystems, Regulation von Blutdruck und Homöostase von Flüssigkeit, Elektrolyten, Mineralien und Säure-Basen, inkl. wichtiger Störungen.		
Lernziel	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein: 1. Grundprinzipien des Membrantransports zu verstehen. 2. die Entwicklung der Nieren und Harnwege zu beschreiben. 3. die Anatomie und Funktion der Nierengefäße, Glomeruli, Tubuli und Interstitium zu verstehen. 4. die homöostatische Regulation von Wasser, Elektrolyten, Mineralien und des Säure-Basen-Haushaltes zu verstehen. 5. Grundmuster von Nierenerkrankungen zu erkennen und wie diese sich klinisch darstellen.		
Inhalt	In diesem Modul werden die folgenden Themen behandelt: 1. Grundprinzipien des Stofftransportes und der Hormonregulation in Epithelzellen. 2. Embryologische Entwicklung der Nieren und Harnwege. 3. Struktur und spezialisierte Funktion verschiedener Nephronsegmente. 4. Hormonelle Regulation der Wasser-, Salz- und Elektrolythomöostase und Osmolarität. 5. Struktur und Funktion der Harnwege und Miktion. 6. Struktur und Funktion von Nierengefäßen, Glomeruli und Interstitium. Regulierung der renalen Durchblutung und des Blutdrucks. Messung der glomerulären Funktion und der Proteinurie 7. Regulation der Säure-Basen- und Mineralhomöostase.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System		
<b>535-6000-00L</b>	<b>Pharmakologie für Medizinstudierende</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>J. Abd Alla</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Grundlagen der Pharmakologie sowie die Wirkmechanismen und klinische Anwendung von ausgewählten Arzneistoffgruppen.		
Lernziel	Das Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundprinzipien der Pharmakologie, das Verständnis der Wirkmechanismen und die klinische Anwendung von ausgewählten Arzneistoffklassen.		
Inhalt	Die Vorlesung gibt innerhalb eines Semesters eine kurze Einführung in die Grundprinzipien der Pharmakologie, sie erklärt Wirkmechanismen und vermittelt die klinische Anwendung von ausgewählten Arzneistoffklassen.		
Skript	Für jede Vorlesung wird ein Skript zur Verfügung gestellt. Die Skripte definierten wichtige und prüfungsrelevante Kursinhalte. Sie ersetzen die Vorlesungen nicht.		
Literatur	Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Hofmann, Klaus Starke. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 12. Auflage (2017) Urban & Fischer (Elsevier, München) ISBN-13: 978-3-437-42527-7  oder The classic textbook on Pharmacology: Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann, Randa Hilal-Dandan 13th edition, 1440 pages 2017; McGraw - Hill Education ISBN-10: 1259584739 ISBN-13: 978-1259584732		
<b>551-1110-00L</b>	<b>Infektion</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, A. B. Hehl, U. Karrer, S. R. Leibundgut</b>
Kurzbeschreibung	Aufbau und Funktion von pathogenen Bakterien, Viren, Pilzen, sowie ein- und mehrzelliger Parasiten. Die Vorlesung wird von einer Lernplattform begleitet. Einzelne Inhalte müssen im Selbststudium erarbeitet werden.		
Lernziel	-Aufbauprinzipien und Infektionsmechanismen der wichtigsten Krankheitserreger erkennen. -Erklären auf welche Weise Antiinfektiva wirken und wie Pathogene resistent werden.		
Inhalt	-Zellaufbau Gram-positiver und Gram-negativer Bakterien -Bakterien-Wirt Interaktionen und ihre Auswirkungen auf den Wirt -Antibiotika und Antibiotika-Resistenzen -Klassifikation pathogener Viren -Organisation, Klassifizierung und Lebensweise eukaryotischer Krankheitserreger		
<b>551-1304-00L</b>	<b>Biochemie</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>
		<b>3V</b>	<b>U. K. Genick, M. Peter, B. Wollscheid</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt Studierenden die zentralen Fakten und Konzepte der Biochemie und behandelt Themen aus den Bereichen Struktur, physico-chemischen Eigenschaften und Funktion von Biomolekülen; Enzyme und deren Funktionsweise; menschlicher Stoffwechsel und dessen Regulation; Signaltransduktion und Motorproteine.		
Lernziel	Die detaillierten Lernziele finden Sie auf der Moodle Seite des Kurses.		
Skript	Der Kurs hat kein traditionelles Skript sondern wird durch eine Moodle Seite unterstützt über die Studierende Zugang zu Unterlagen, Aufgaben, Videos und Aktivitäten haben.		
Literatur	Die essenziellen Dokumente des Kurses werden in form von Skripten und Lektionen auf der Moodle Seite des Kurses zur Verfügung gestellt. Für den Kurs gibt es kein "offizielles" Lehrbuch, doch Studierende die ein generelles Nachschlagwerk zum Thema suchen oder sich vertieft mit dem Thema beschäftigen wollen könnten sich für "Löffler/Petrides Biochemie und Pathobiochemie" ISBN 978-3-642-17971-6 interessieren.		

Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Inhalten der Lehrveranstaltungen "Chemie für Mediziner" und "Molekulare Genetik und Zellbiologie" auf.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken		gefördert	
<b>551-1304-01L</b>	<b>Pathobiochemie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Kovacs, M. Pilhofer, G. Weiss</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung findet parallel und begleitend zur Lehrveranstaltung "Biochemie" für Humanmediziner statt und behandelt vergleichbare Themen (Eigenschaften von Biomolekülen, Stoffwechsel, Signaltransduktion, Motorproteine etc.) Diese Themen werden aber hier an Beispielen behandelt in denen "Fehler" in biochemischen Abläufen zu pathologischen Prozessen führen.				
Lernziel	Die detaillierten Lernziele des Kurses finden Sie auf dessen Moodle Seite.				
Skript	Der Kurs hat kein traditionelles Skript sondern wird durch eine Moodle Seite unterstützt über die Studierende Zugang zu Unterlagen, Aufgaben, Videos und Aktivitäten haben.				
Literatur	Die essenziellen Dokumente des Kurses werden in Form von Skripten und Lektionen auf der Moodle Seite des Kurses zur Verfügung gestellt.				
	Für den Kurs gibt es kein "offizielles" Lehrbuch, doch Studierende die ein generelles Nachschlagwerk zum Thema suchen oder sich vertieft mit dem Thema beschäftigen wollen, könnten sich für "Löffler/Petrides Biochemie und Pathobiochemie" ISBN 978-3-662-60265-2 interessieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Inhalten der parallel stattfindenden Lehrveranstaltungen "Biochemie" sowie auf den im Herbstsemester angebotenen Lehrveranstaltungen "Chemie für Mediziner", "Pharmakologie für Mediziner" und "Molekulare Genetik und Zellbiologie" auf.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>401-0282-00L</b>	<b>Mathematik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>L. Kobel-Keller</b>
Kurzbeschreibung	Erweiterung und Vertiefung der Mathematik als universeller Sprache für (natur-)wissenschaftliche Zusammenhänge: Die Vorlesung besteht einerseits aus dem Erarbeiten und dem Üben des entsprechenden mathematischen Handwerks und andererseits aus der Anwendung des Gelernten auf medizinische und mechanisch-biologisch-chemische Anwendungen.				
Lernziel	Einfache und komplexe Sachverhalte mit Hilfe mathematischer Werkzeuge beschreiben und mathematisch analysieren können. Mathematische Werkzeuge zur Diskussion und zum Lösen von (Systemen von) Differentialgleichungen, grundlegende Begriffe der mehrdimensionalen Analysis und der linearen Algebra kennen und mit ihnen umgehen können. Dabei verwendete mathematische Konzepte: Fourier-Reihen, lineare Abbildungen, Matrizenrechnung, Eigenwerte und Eigenvektoren, Parametrisierungen, Differentialrechnung in mehreren Variablen. Anwendungen beispielsweise zur Modellierung von Infektionskrankheiten.				
Inhalt	erzwungene gedämpfte harmonische Schwingung, Fourier-Reihen, lineare Abbildungen, Matrizenrechnung, Eigenwerte und Eigenvektoren, lineare Differentialgleichungssysteme, Parametrisierungen, Differentialrechnung in mehreren Variablen, Linienintegrale				
Literatur	G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass: Analysis 2, Lehr- und Übungsbuch, Pearson-Verlag weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
Kritisches Denken				gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
<b>401-0643-00L</b>	<b>Statistik I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker. Die Konzepte werden anhand einiger anschaulicher Beispiele eingeführt.				
Lernziel	Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.				
Inhalt	Modelle und Statistik für Zähldaten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomial-Verteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen.				
	Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle. Regression: Das Modell der linearen Regression, Tests und Vertrauensintervalle, Residuenanalyse.				
Skript	Es steht ein kurzes Skript zur Verfügung.				
Literatur	- W. A. Stahel, Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler, 5. Aufl., Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 2007				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlegende Mathematik-Kenntnisse wie sie im ersten Semester erworben werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ▶▶▶ Weitere Fächer des Basisjahres

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
377-0211-00L	<b>Körperliche Untersuchung: Bewegungsapparat und Nervensystem</b>	O	2 KP	2P	<b>M. Leunig, T. F. Fekete, D. Haschtmann, Z.-M. Manjaly, H. Manner, H. A. Rüdiger</b>
Kurzbeschreibung	Klinische Untersuchung des Bewegungsapparates und des Nervensystems				
Lernziel	Die Studierenden können die aktive und passive Untersuchung der peripheren Gelenke, der Wirbelsäule und des zentralen und peripheren Nervensystems am gesunden Menschen durchführen. Das bedeutet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Ablauf der Untersuchungen.</li> <li>• Sie kennen die gängigen Tests und können sie praktisch durchführen.</li> <li>• Sie kennen die Normalbefunde der Tests bzw. sie erkennen pathologische Befunde.</li> </ul>				
Inhalt	In diesem Kurs werden die Grundlagen der aktiven und passiven klinischen Untersuchung (insbesondere Inspektion, Palpation, Durchführung der Neutral-Null-Methode und der Funktionstest für die Gelenke, Muskeln, Sehnen und Nerven) am gesunden Menschen in folgenden Themenbereichen vermittelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untere Extremität: Hüft-, Knie- und Gelenke des Fusses inkl. Beinachse und Bewegungsanalyse</li> <li>• Obere Extremität: Schulter- Ellbogen- und Gelenke der Hand</li> <li>• Hals-, Brust-, Lendenwirbelsäule und Iliosakralgelenk</li> <li>• Zentrales und peripheres Nervensystem (insbesondere Prüfung der sensiblen, motorischen, koordinativen und vegetativen Funktion)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem				
377-0303-00L	<b>Praktikum Physiologie (für MED)</b>	O	3 KP	3P	<b>C. Spengler</b>
Kurzbeschreibung	Experimente zur Funktion von Nerven, Muskeln, Herz, Kreislauf, Atmung und Sinnesorganen beim Menschen.				
Lernziel	Physiologie praktisch erfahren. Erlernen elementarer Untersuchungsmethoden am Menschen und korrekte Interpretation der Messresultate.				
Inhalt	Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit, Aufzeichnung von Elektromyogramm (EMG; Einzelstimulation und Summation) und Mechanogramm; Messung von Lungenfunktion und Sauerstoffverbrauch; Bestimmung der Kreislauf-Anpassung (Herzfrequenz und Blutdruck) an orthostatische Veränderung und körperliche Aktivität, sowie Computersimulation der Herz-Kreislauf-Funktion unter diversen Bedingungen; Bestimmung von Hörschwelle, Sehschärfe, Akkommodationsbreite und Gesichtsfeld.				
Skript	Skriptum zum Physiologie-Praktikum auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ▶▶ Fächer des zweiten Studienjahres

### ▶▶▶ Organsysteme, klinische Fächer und Naturwissenschaften

#### ▶▶▶▶ Prüfungsblock A

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

#### ▶▶▶▶ Prüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
377-0401-00L	<b>Sinnesorgane</b>	O	4 KP	5V	<b>D. Bleisch, J. Dlugaiczyk, T. Kleinjung, C. Maake, V. Sturm, O. Ullrich, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Struktur und Funktion der Sinnesorgane sowie deren physikalische – und biochemische Grundlagen. Einblick in klinisch relevante Störungen, Forschungsfelder und ausgewählte Anwendungen der Medizintechnik.				
Lernziel	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein <ol style="list-style-type: none"> <li>1. den Aufbau der Sinnesorgane korrekt zu beschreiben und diesen mit der Kenntnis der grundlegenden Funktion verknüpfen zu können.</li> <li>2. ausgewählte Krankheitsbilder zu benennen, um damit den Funktionsverlust bestimmter Strukturen der Sinnesorgane zu erklären und die Wirkungsweise gängiger Therapien zu verstehen.</li> <li>3. Anwendungen der Medizintechnik in den Kontext von Aufbau, Funktion und Funktionsbeeinträchtigung zu setzen und den diagnostischen bzw. therapeutischen Nutzen zu kennen.</li> <li>4. Beispiele aus der Grundlagenforschung der Sinnesorgane zu beschreiben und mögliche Anwendungen zu nennen.</li> </ol>				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie, Histologie und Embryologie Auge</li> <li>• Physiologie Auge</li> <li>- Das Auge als optisches System</li> <li>- Funktionelle Einheiten des anterioren Segments</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte und Medizintechnik des anterioren Segments</li> <li>- Funktionelle Einheiten des posterioren Segments</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte und Medizintechnik des posterioren Segments</li> <li>- Okulomotorik</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte der Neuroophthalmologie</li> <li>- Grundlagenforschung Sehsystem</li> <li>• Anatomie und Histologie Gehör</li> <li>• Physiologie des vestibulären Systems</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte und Medizintechnik zu Gleichgewicht und Gehör</li> <li>• Physiologie des auditiven Systems</li> <li>• Anatomie und Histologie des olfaktorischen- und gustatorischen Systems</li> <li>• Physiologie Riechen und Schmecken</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0107-00L Nervensystem				
<b>377-0403-00L</b>	<b>Haut und Anhangsorgane</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J.-T. Maul, A. Navarini, J. Loffing, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Aufbau und Funktion der Haut und ihrer Anhangsorgane sowie wichtige Hautveränderungen und Erkrankungen.				
Lernziel	<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. wichtige Zelltypen der Haut und ihrer Anhangsorgane aufgrund ihrer Merkmale und ihrer Funktion zu unterscheiden</li> <li>2. häufige Hautveränderungen zu erkennen und korrekt zu beschreiben</li> <li>3. physiologische und pathologische Aspekte der Wundheilung korrekt zu beschreiben</li> <li>4. Grundmechanismen der Entzündung und Abwehr zu verstehen</li> <li>5. wichtige Krankheitsbilder zu verstehen und korrekt zu beschreiben</li> <li>6. wichtige Prinzipien der Galenik zu verstehen.</li> </ol>				
Inhalt	<p>In diesem Modul bekommen Studierende einen Überblick über den Aufbau (Anatomie) und die Funktion (Physiologie) der Haut und ihrer Anhangsorgane sowie ausgewählter dermatologischer Krankheitsbilder (Pathophysiologie) sowie Grundprinzipien der externen Therapie von Hauterkrankungen.</p> <p>Das Modul ist untergliedert in insgesamt sechs Themenkomplexe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aufbau und Funktion der Haut, Effloreszenzenlehre mit Übungen im Moulagenmuseum</li> <li>2. Grundlagen, Abklärung und Behandlung von Ueberempfindlichkeitsreaktionen und Arzneimittelallergien</li> <li>3. Physiologie und Störungen der Wundheilung, Fabrikation von Hautersatz, Physiologie und Störungen des Lymphsystems</li> <li>4. Grundlagen der kutanen Abwehr und Entzündung, Mikrobiologie der Haut, Autoimmunität und Fibrose</li> <li>5. Benigne und maligne Neoplasien der Haut</li> <li>6. Galenik/Grundprinzipien der externen Therapie von Hauterkrankungen</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0301-11L Blut, Immunsystem				
<b>377-0415-00L</b>	<b>Infektiologie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Slack, D. Braun, S. Brugger, U. Karrer, A. Zinkernagel Schüpbach</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs führt die Studenten in die wichtigsten Grundpfeiler der klinischen Infektiologie ein.				
Lernziel	<p>In diesem Kurs sollen die folgenden Lernziele erreicht werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bewertung und Verständnis der grundlegenden Biologie von Mikroorganismen und Infektionen</li> <li>2. Bewertung und Verständnis der Diagnose von Infektionskrankheiten</li> <li>3. Bewertung und Verständnis der Behandlung von Infektionskrankheiten</li> <li>4. Bewertung und Verständnis der Prävention von Infektionskrankheiten</li> <li>5. Anwendung des Wissens auf klinisch relevante Herausforderungen</li> </ol>				
Inhalt	Dreiwöchiger interaktiver Kurs, der die Vertiefung in die Mikrobiologie, die Pharmakokinetik von antimikrobiellen Wirkstoffen, die aktuelle und zukünftige Diagnostik sowie das Management von viralen, bakteriellen und parasitären Erkrankungen umfasst.				
Literatur	Vorlesungsunterlagen und Lernmaterialien werden kurz vor Kursbeginn zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 551-1110-00L Infektion LE 377-0301-11L Blut, Immunsystem				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>402-0084-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. S. Antognini</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die klassische Physik mit besonderem Schwerpunkt auf Anwendungen in der Medizin. Sie vermittelt Schlüsselkonzepte in Strömungslehre, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Optik. Besonders viel Wert wird darauf gelegt, wichtige Phänomene mithilfe von Experimenten zu veranschaulichen, sowie Fähigkeiten zur quantitativen Problemlösung zu entwickeln.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist, den Studierenden die Fähigkeit zu vermitteln, grundlegende Prinzipien und Methoden der Physik auf Probleme in der modernen Wissenschaft, der Medizin und im Ingenieurwesen zu erklären und anzuwenden. Ein wichtiger Teil davon ist, zu lernen, wie man komplizierte Probleme aufteilt und darauf fundamentale Gesetze und Vereinfachungen anwendet, um sie zu lösen. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, dass die Studierenden ein Verständnis für die relevanten Größen und Größenordnungen entwickeln. Das sekundäre Ziel besteht darin, den Studierenden einen Überblick der wichtigen Themen der Physik zu verschaffen und deren Anwendung aufzuzeigen.				
Inhalt	<p>Strömungslehre (Laminare Strömungen, Kontinuitätsgleichung, Bernoulligleichung, Strömungswiderstand, Gesetz von Hagen-Poiseuille)</p> <p>Thermodynamik (Temperatur, Wärme, Arbeit, Wärmekapazität, kinetische Gastheorie, erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsänderungen, Wärmekraftmaschinen, Phasenumwandlungen, Wärmetransport)</p> <p>Elektromagnetismus (Elektrostatik, elektrischer Strom, Magnetostatik, Schaltkreise, Induktion)</p> <p>Geometrische Optik (Bilderzeugung, Spiegel, Linsen, Reflexionsgesetz, Brechungsgesetz, Augen, optische Instrumente)</p>				



Skript	Ein Skript wird zu Beginn des Semesters verteilt werden.		
Literatur	"Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten", von Alfred Trautwein, Uwe Kreibitz, Jürgen Hüttermann; De Gruyter Verlag.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung Mathematik I+II und Physik I (Studiengänge Gesundheitswissenschaften und Technologie bzw. Humanmedizin) / Mathematik-Lehrveranstaltungen des Basisjahres (Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwissenschaften bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ▶▶▶▶ Weitere Fächer 2. Studienjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>377-0411-00L</b>	<b>Internistische Untersuchung</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Menke</b> , Noch nicht bekannt, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs (der internistische Status) werden die Grundlagen der klinischen Untersuchungen inklusive Inspektion, Palpation, Auskultation, Messungen mit einfachen Hilfsmitteln vermittelt und die Indikationen zur Anwendungen von technischen Hilfsmitteln anhand von acht Organsystemen (Kreislauf, Atemorgan, Verdauung, Lymphe/Haut, Urogenitale, Nerven, Kopf und Stoffwechsel) demonstriert.				
Lernziel	Die Studierenden können die aktive und passive Untersuchung des des Lymphsystems, Blutsystems, Haut, Kreislauf, Herz, Atemorgane, Magen-Darmtraktes, Nervensystems, Mund, Nase, Ohren, Augen, Nervensystems, Hormonsystem und Urogenitaltraktes. Will heissen: - Sie kennen den Ablauf der Untersuchung - Sie kennen die klinischen Messgrößen und Normwerte, wie auch wichtigsten Abweichungen - Sie kennen die gängigsten Test und Anwendung von Hilfsmitteln und deren Indikation und Interpretation				
Inhalt	8 verschiedene Untersuchungskurse: - Herz/Kreislauf - Thorax/Lunge - Verdauung - Nerven - HNO/Augen - Blut/Lymphe/Haut - allg. Internistischer Status mit Drüsen und Metabolismus - Urogenitale				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System LE 377-0205-00L Nieren und Homöostase LE 377-0301-01L Blut, Immunsystem LE 377-0301-02L Ernährung und Verdauung LE 377-0301-03L Endokrinologie, Stoffwechsel				
<b>377-0413-00L</b>	<b>Vom Symptom zur Diagnose (für MED)</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>5V</b>	<b>D. Horschik</b> , C. Schmied, weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Im Rahmen von klinischen Fällen werden Symptome präsentiert, die zu den wichtigsten Differenzialdiagnosen führen. Die behandelten Symptome basieren auf den relevantesten und häufigsten Ursachen in der Klinik. Die Studierenden verwenden die evidenzbasierte Herangehensweise, um mit den am besten geeigneten Untersuchungsmethoden auf die entsprechenden Diagnosen zu kommen (Arbeitsdiagnose).				
Lernziel	1. Die Studierenden können die in der Vorlesung beschriebenen Hauptsymptome korrekt definieren und zuordnen 2. Die Studierenden können die in der Vorlesung besprochenen Symptome differenzialdiagnostisch einordnen und differenzialdiagnostische Herangehensweisen definieren. 3. Die Studierenden können die Vor- und Nachteile von unterschiedlichen differenzialdiagnostischen Algorithmen basierend auf den präsentierten Symptomen einschätzen und vergleichen. a. basierend auf den pathophysiologischen Mechanismen die geeigneten Herangehensweisen vergleichen und definieren. b. basierend auf der Sensibilität und der Spezifität der Untersuchung die geeigneten Herangehensweisen vergleichen und definieren. c. basierend auf den Kosten und dem Nutzen der Untersuchung die geeigneten Herangehensweisen vergleichen und definieren.				
Inhalt	Das Modul "Vom Symptom zur Diagnose" führt die Studierenden in die Methode der Differentialdiagnose ein, die ein Eckpfeiler der klinischen Medizin ist. Die Differentialdiagnose beinhaltet die Erstellung einer Liste von möglichen und plausiblen Erkrankungen, die die Symptome des Patienten verursachen könnten. Um die Methodik der Differentialdiagnose zu lehren, integrieren wir in diesem Kurs das Wissen, das die Studierenden in früheren Kursen erworben haben, z. B. über Anamnese, körperliche Untersuchung und diagnostische Tests. Im Rahmen von klinischen Fällen werden spezifische Symptome präsentiert, die zu den wichtigsten Differenzialdiagnosen führen. Die behandelten Symptome basieren auf den relevantesten und häufigsten Ursachen in der Klinik. Die Studierenden verwenden die evidenzbasierte Herangehensweise, um mit den am besten geeigneten Untersuchungsmethoden auf die entsprechenden Diagnosen zu kommen (Arbeitsdiagnose). Der Kurs beginnt mit einer Einführung in die allgemeinen Konzepte der Differentialdiagnose, einschließlich der Definition von Zeichen und Symptomen. Er führt die Studenten auch in die Schlüsselfertigkeiten ein, wie man klinische Fälle analysiert und angeht. Das heisst, die Identifizierung, Analyse und Kommunikation von Schlüsselinformationen, wenn sie mit klinischen Fällen konfrontiert werden. Über das Semester hinweg werden die wichtigsten Symptome und die entsprechenden Differentialdiagnosen erläutert. Wir haben vier Hauptblöcke: Allgemeine Symptome; dann Symptome in Bezug auf Thorax, Abdomen und Nervensystem/Skelettmuskelapparat. Wir ergänzen die Analyse der Symptome und die dazugehörige Differentialdiagnose mit State-of-the-Art-Vorträgen, die darauf abzielen, mehr Einblicke in das an jedem Nachmittag besprochene Thema zu geben. Am Ende des Semesters findet eine Prüfung statt, die MC-Fragen, Kurzantwortfragen und die Analyse eines klinischen Falles beinhaltet, der dem ähnelt, was im Laufe des Semesters zusammen mit den Dozierenden geübt worden ist.				

Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System LE 377-0205-00L Nieren und Homöostase LE 377-0301-01L Blut, Immunsystem LE 377-0301-02L Ernährung und Verdauung LE 377-0301-03L Endokrinologie, Stoffwechsel LE 377-0211-00L Körperliche Untersuchung LE 377-0411-00L Internistische Untersuchung
---------------------------------	---

<b>377-0417-00L</b>	<b>Reflektierende Kommunikation</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Ronel, S. Goldhahn, E. Olliges, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Aufbauend auf dem Modul «Ärztliche Anamnesetechnik» widmet sich dieses Modul der Kommunikation mit Patient:innen. Hierbei wird insbesondere auf das Beziehungserleben zwischen Ärzt:innen und Patient:innen, sowie die biopsychosoziale Anamnese fokussiert. Das Modul ermöglicht den Studierenden ein Ausprobieren kommunikativer Prozesse und der Reflektion der Erfahrungen in der Studierendengruppe.				
Lernziel	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden sollen entwicklungspsychologische und psychodynamische Grundlagen für die Ärzt:innen-Patient:innen Kommunikation darlegen können.</li> <li>- Die Studierenden sollen das Prinzip der reflektierenden Kommunikation beschreiben können.</li> </ul> <p>Übungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden sollen eine strukturierte biopsychosoziale Anamnese erheben können.</li> <li>- Die Studierenden sollen über das Erleben der Kommunikation zwischen Ärzt:in und Patient:in reflektieren können und dies in ihre Beurteilung einfließen lassen können.</li> <li>- Die Studierenden sollen verschiedene verbale und non-verbale Techniken und Kommunikationsstile der biopsychosozialen Anamnese beschreiben und anwenden können.</li> <li>- Die Studierenden sollen über subjektive Gegenübertragungsgefühle, welche während der Anamneserhebung entstehen, berichten und diese diagnostisch verwenden können.</li> <li>- Die Studierenden sollen das subjektive Krankheitsmodell der Patient:in erläutern können.</li> <li>- Die Studierenden sollen über die Bedeutung der nicht-technisierten Medizin sensibilisiert werden und hierüber berichten können. Hierzu gehört ein Verständnis für die zentrale Funktion der Ärzt:innen-Patient:innen-Beziehung und für psychosomatische Zusammenhänge in der Medizin.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Das Modul wird mit einer interaktiven Vorlesung zur Einführung in die Kommunikation und einem «Kommunikationslabor» für das gesamte Semester eröffnet. In einem Input werden zunächst entwicklungspsychologische und psychodynamische Grundsätze der reflektierenden Kommunikation dargestellt. In einem zweiten Teil kann dann mit Hilfe einer Schauspielpatientin, welche sich auch für ein Feedback aus der gespielten Rolle zur Verüfung stellen wird, in kurzen Sequenzen ausprobiert und diskutiert werden und die besondere Qualität und Wertigkeit von reflektierender Kommunikation als Diagnostikum erfahren werden.</p> <p>Im Folgenden werden die Studierenden dann an drei aufeinander-folgenden Vormittagen an der Klinik Barmelweid in gleichbleibender Zusammensetzung (Gruppen à 6-7 Personen) dabei unterstützt, über Kommunikationserfahrungen zu üben. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf das subjektive Erleben gelegt. Psychodynamische Modelle der Gegenübertragung werden erläutert und um diese so zu nutzen, um das «Selbst» der Patient:innen mitzufühlen und zu erfassen.</p> <p>Grundlage dieser Erfahrungen sind das Erlernen von verbalen und non-verbalen Techniken und Kommunikationsstilen zur Erhebung einer biopsychosozialen Anamnese. Diese wird an allen drei Kurstagen vermittelt und geübt. Hierzu stellen sich pro Kursvormittag in der Regel ein oder zwei Patient:innen, welche im Departement für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Klinik Barmelweid behandelt werden, zur Verfügung. Ziel des Kurses ist es auch, die Kleingruppe der Studierenden als «Resonanzraum» zu entwickeln.</p> <p>Ein weiteres zentrales Lernelement liegt in der Erfassung der in der Medizin ubiquitär vorkommenden Bedeutung der Ärzt:innen-Patient:innen Beziehung und dadurch der Sensibilisierung für den Stellenwert einer nicht nur technisierten Medizin. Auch sollen Grundlagen eines psychosomatischen Verständnisses erarbeitet werden, welche mit einer bio-medizinischen Perspektive zur Integration in eine ärztliche Identität führen soll.</p>				

Voraussetzungen /  
Besonderes      Voraussetzung: Alle medizinischen und klinischen Module 1.-3. Semester.

## ▶▶▶ Medizinwissenschaftliche Fächer

### ▶▶▶▶ Kernfächer 2. Studienjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0383-00L</b>	<b>Medizinische Bildgebung I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, R. Schibli, M. P. Wolf</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die Grundlagen der nichtinvasiven Bildgebung ein, einschliesslich Röntgenbildgebung, Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Einzelphotonen- und Positronenemissionstomographie, Ultraschall und optische Bildgebung. Neben der physikalischen und technischen Methodik wird auch die Bewertung der Bildgebungsleistung behandelt, um relative Vorteile und Grenzen zu erkennen.				
Lernziel	<p>Der Kurs befähigt die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* die physikalischen und technischen Grundlagen der medizinischen Bildgebung zu erklären</li> <li>* die Leistung der Bildgebung zu charakterisieren</li> <li>* Bildinhalte zu interpretieren und zu analysieren</li> <li>* eine fundierte Auswahl von Modalitäten für klinische Fragestellungen zu treffen</li> </ul>				
<b>377-0405-10L</b>	<b>Ethics in Medicine and Health Care</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, K. Ormond</b>
Kurzbeschreibung	Das Studium der Medizinethik befähigt die Studierenden, komplexe Überlegungen zu kontroversen klinischen Fällen anzustellen und ethische Herausforderungen in der biomedizinischen Forschung zu bewerten.				
Lernziel	Dieses Modul soll die Studierenden in die Lage versetzen, kontroverse Situationen im medizinischen Alltag und in der biomedizinischen Forschung aus einer ethischen Perspektive zu erkennen und zu analysieren.				

Inhalt	Dieses Modul enthält folgende ethischen Problemfelder: - Einwilligungserklärung in Medizin und Forschung - Entscheidungen am Ende des Lebens - Reproduktionsmedizin - Kommunikation mit Patienten und Forschungsteilnehmern - Genetik im klinischen und im Forschungskontext - Rückgabe von Zufallsbefunden - Zugang zu experimentellen Behandlungen - Ethik im öffentlichen Gesundheitswesen - digitale Gesundheitstechnologien - Künstliche Intelligenz in der Medizin				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System LE 377-0205-00L Nieren und Homöostase LE 377-0301-01L Blut, Immunsystem LE 377-0301-02L Ernährung und Verdauung LE 377-0301-03L Endokrinologie, Stoffwechsel				

<b>377-0405-11L</b>	<b>Klinische Forschung</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn, M. Marks</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden Grundkenntnisse für ein kritisches Studium der Literatur mit engem Bezug für die klinische Entscheidungsfindung sowie Grundlagen der klinischen Forschungsmethodik vermittelt.				
Lernziel	Dieses Modul soll die Studierenden befähigen, wissenschaftliche Literatur kritisch zu würdigen und klinische Studien selbst zu planen.				
Inhalt	Das Modul 'Clinical Research' enthält folgende Aspekte: - Grundprinzipien der Evidenzbeurteilung (Validität, klinische Relevanz und externe Validität von Evidenz) anhand klinischer Fallvignetten (Diagnostik, Therapie, Screening). - Entwicklung und Präsentation eines klinischen Studienprotokolls.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 401-0683-00L Statistik II				

<b>377-0407-00L</b>	<b>Precision Medicine: Theory and Hands-on Exercises</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+4P</b>	<b>S. Modica, A. Ghosh</b>
Kurzbeschreibung	Precision Medicine ist ein neuer Ansatz im Gesundheitswesen, der darauf abzielt, unter Berücksichtigung individueller Unterschiede in Lebensstil, Umwelt und Biologie eine personalisierte Prävention und Behandlung menschlicher Krankheiten zu ermöglichen. Dieser Kurs besteht aus einer Reihe theoretischer Vorlesungen, die mit einem abschliessenden zweiwöchigen praktischen Teil verbunden sind.				
Lernziel	Ziel ist es, das Wissen zur Durchführung genetischer Analysen zu erlangen, um genetische Analysen sowohl experimentell als auch rechnerisch mit standardisierten Werkzeugen durchführen zu können.				
Inhalt	Im Theorie-Teil wird in die Präzisionsmedizin eingeführt: - Konzepte - Epigenetik - Genetische Variationen - Screening und Diagnose - Fallstudien und Therapien - Bearbeitung und Modulation des Genoms - Big Data-Analyse und -Interpretation Parallel zu den Vorlesungen läuft während des gesamten Semesters ein virtuelles Labor mit Skripten, Videos und Fragen/Problemen, die mit erklärenden Antworten zu lösen sind.  Im dreitägigen Praktikum im offenen Labor (betreute Gruppenarbeit) werden die Studierenden das, was sie im virtuellen Labor gelernt haben, in die Praxis umsetzen, um ein biologisches Problem zu lösen: gDNA-Isolierung aus biologischen Biopsien, Qualitätskontrolle, RFLP-PCR-Analyse und Diagnose einer genetischen Krankheit. Die Studierenden müssen am Ende des Praktikums einen Bericht schreiben, in dem die Laborabläufe, die Diagnose und die Information der Patienten beschrieben werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 401-0683-00L Statistik II				

### ▶▶▶▶ Kompensationsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUES: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUALity and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				

<b>376-0204-00L</b>	<b>Trainingswissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. de Bruin, P. Eggenberger</b>
Kurzbeschreibung	Evidenz-basierte Erkenntnisse zum Training der Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit, zur Planung und Periodisierung des Trainings, sowie zum motorischen Lernen werden vermittelt und bezüglich verschiedener Altersgruppen (Kindheit bis Seniorenalter), sowie Leistungsstufen diskutiert. Die Erkenntnisse werden in eine Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe umgesetzt.				
Lernziel	Evidenz-basierte Trainingsempfehlungen für verschiedene Zielgruppen (Kinder/Jugendliche, Erwachsene, Senioren, Breiten-/Leistungssport) verstehen, kritisch beurteilen und in einer zielgerichteten Trainingsplanung anwenden und evaluieren können.				
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evidenz-basierte Forschung in den Trainingswissenschaften</li> <li>- Training von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit</li> <li>- Training im Kindes- und Jugendalter</li> <li>- Training im Seniorenalter</li> <li>- Sportartanalyse, Trainingsplanung und Periodisierungsmodelle</li> <li>- Motorisches Lernen im Sport</li> </ul> <p>Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung einer zielgerichteten Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe basierend auf trainingswissenschaftlicher Evidenz.</li> </ul> <p>Praxis in der Sporthalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplarische Anwendung praktischer Trainingsformen aus dem Kraft- und Schnelligkeitstraining</li> <li>- Experimente zum motorischen Lernen</li> </ul>				
Skript	Folien der Vorlesung und Artikel auf Moodle.				
Literatur	G.G. Haff & N.T. Triplett (eds): Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics, 4th edition, 2016.				
	W.E. Amonette, K.L. English, W.J. Kraemer: Evidence-Based Practice in Exercise Science. The Six-Step Approach. Human Kinetics, 2016.				
<b>376-0210-00L</b>	<b>Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riener, R. Gassert, N. Gerig, O. Lamercy</b>
	<i>Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.</i>				
	<i>Die Biomechanics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.</i>				
	<i>Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -&gt; online Tutorial <a href="http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/">http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/</a></i>				
Kurzbeschreibung	Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.				
Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechanics, through lectures on the underlying theoretical/mechatronics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.				
	By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechanics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechatronics systems.				
Inhalt	The course will cover the interdisciplinary elements of biomechanics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechatronics technology.				
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.				
Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechanics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.				
Voraussetzungen / Besonderes	None				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				

Inhalt	<p>We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.</p> <p>Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour  Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes  Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling  Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways  Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity  Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming  Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis  Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration  Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration  Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration  Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine  Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions  Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers  Lecture 14: Concluding lecture and case studies</p>				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
Kurzbeschreibung	This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.				
Lernziel	<p>The learning objectives include</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics</li> <li>2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it</li> <li>3. Review materials commonly used in orthopaedic applications</li> <li>4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices</li> </ol>				
Inhalt	<p>The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.</p>				
Skript	Stored on Moodle.				
Literatur	<p>Orthopaedic Biomechanics:  Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems</p> <p>Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny  Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007  ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	<p>The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009.  Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002</p>				
<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn</b>

	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				
<b>377-0666-00L</b>	<b>This is Public Health</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	In dieser Vortrags- und Diskussionsreihe werden wichtige und kontroverse Themen der Gesundheitswissenschaften vorgestellt.				
Lernziel	Die Studierenden können aktuelle Public-Health-Herausforderungen reflektieren und im Lichte von Evidenz und Methoden der Gesundheitswissenschaften diskutieren.				
Inhalt	Nach einem Vortrag von wissenschaftlichen Fachleuten (30 Min.) folgt jede Woche eine moderierte Diskussion. Zu den aktuellen Themen gehören psychische Gesundheit und Antidepressiva, Ethik in Pandemiesituationen, Kommunikation in Gesundheit, Infodemie, Malaria-Eliminierung sowie andere gesellschaftlich relevante Themen zur Volksgesundheit. Um den Kurs abzuschliessen müssen Studierende einmal in der Podiumsdiskussion teilnehmen und einen Quiz erfolgreich absolvieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs wird in Englisch gehalten.				
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press - B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc. - O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press - J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag - M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag - A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b> <i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a two-semester course.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban</b> , M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt</b> , L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral</b> , R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith

Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.		
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.		
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.		
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project.</li> <li>-To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease.</li> <li>- To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease</li> <li>-To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases</li> <li>-To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues</li> <li>-To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics.</li> <li>-Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations.</li> <li>- To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research</li> <li>-To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses.</li> <li>-To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level.</li> <li>-Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert		

<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der Allergien als Umweltkrankheiten Nr. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				

Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag, 2. Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4				
	Merkblätter www.ck-care.ch https://www.ck-care.ch/de/merkblaetter				
	Teaching Kurzvideos https://www.ck-care.ch/online-campus				
Voraussetzungen / Besonderes	http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion) Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem				
	Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich				
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				
Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)  Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.  This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
<b>752-2001-00L</b>	<b>Lebensmittel-Technologie ■</b>	<b>W</b> <b>3 KP</b> <b>3G</b>	<b>R. Perren, S. Bolisetty, M. Li, G. Ufheil</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelqualität unter Einbezug von technologischen Verfahrensschritten ein. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Technologie der Verarbeitung von Rohstoff bis zum fertigen Produkt vorgestellt sowie Aspekte der Produktqualität und Charakterisierung materialwissenschaftlicher Eigenschaften diskutiert.		
Lernziel	Dieser Kurs führt die Studenten in lebensmittel-technologische Grundsätze und Methoden sowie deren Anwendung ein.		
Inhalt	Die Vorlesung führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmitteltechnologie ein und stellt diese anhand von Anwendungsbeispielen dar:  * Vorstellung der Lebensmittelbausteine mit Herkunft und Eigenschaften * Struktur, Mikrostruktur, Zustände und Phasenübergänge * Lebensmittel-Qualität und Lebensmittelsicherheit * Haltbarmachung und Verderb * Sterilisationstechnologie und alternative mikrobiologische Inaktivierungstechnologien * Thermische (Koch-)Prozesse * Die Rolle von Wassergehalt und Wasseraktivität * Trocknungstechnologien * Gefrier- und Auftauvorgänge		
Skript	Die Vorlesung baut auf den Fächern Lebensmittelchemie, -mikrobiologie, -verfahrenstechnik und Lebensmittelanalytik auf und bezieht diese Grundlagen ein.		
Literatur	Es werden Beilagen zur Vorlesung, bzw. eine pdf-Version der Folien abgegeben.  Jochen Hamatschek, 2016, Lebensmitteltechnologie : die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen, Serie: UTB ; Nr. 4342, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN: 978-3-8252-4342-5.  R. Heiss, K. Eichner, 1995, Haltbarmachen von Lebensmitteln : chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 3-540-57883-8.  Owen R. Fennema, 1996, Food chemistry, 3. Auflage, Food science and technology 76, Dekker Verlag, NY, ISBN: 0-8247-9691-8.		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Chemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik werden vorausgesetzt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.		
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
<b>752-6002-00L</b>	<b>Advanced Topics in Nutritional Science</b>	<b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2V</b>	<b>J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.		
Lernziel	The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:  1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons; 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health; 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health; 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health; 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.		
Skript	The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.		
Literatur	Any reading recommendations will be given per lecture.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.		

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Zusätzliche Module

*Dieses Lehrangebot wird nicht für das Studium Bachelor Humanmedizin angerechnet, die Studierenden erhalten jedoch ein Zertifikat für jedes absolvierte Skills Lab.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>377-0680-00L</b>	<b>Skills Lab (Frühlingssemester)</b>	<b>W</b>	<b>0 KP</b>	<b>1U</b>	<b>M. Useini, C. Schlegel</b>
Kurzbeschreibung	Das Skills Lab MED steht Medizinstudierenden an der ETH als Ort des Lern- und Übungsort für praktische Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Verfügung. Kontinuierlich werden verschiedene Kurse im Peer Tutoring oder mit Dozierenden angeboten.				
Inhalt	Es werden folgende Skills angeboten:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legen einer peripheren Verweilkanüle (Peer Teaching)</li> <li>- Optimierung der Ultraschallgeräteeinstellung, Hals- &amp; Schilddrüsen-Sonographie (Peer Teaching)</li> <li>- ultraschall-gesteuerte periphere Venenpunktion (Peer Teaching)</li> <li>- Nähkurs</li> <li>- Wundverband</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Für den Besuch des Skills Labs ist eine Modulbelegung notwendig. Die einzelnen Skills Durchführungen können ab Semesterstart via Moodle-Kurs belegt werden. Das Skills Lab ist freiwillig und in jedem Semester möglich. Die Infos zu den diversen Angeboten finden Sie im Moodle-Kurs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2018)

### ►► Organsysteme und klinische Fächer

#### ►►► Prüfungsblock A

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►► Prüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>377-0401-00L</b>	<b>Sinnesorgane</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>5V</b>	<b>D. Bleisch, J. Długaiczky, T. Kleinjung, C. Maake, V. Sturm, O. Ullrich, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Struktur und Funktion der Sinnesorgane sowie deren physikalische – und biochemische Grundlagen. Einblick in klinisch relevante Störungen, Forschungsfelder und ausgewählte Anwendungen der Medizintechnik.				
Lernziel	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. den Aufbau der Sinnesorgane korrekt zu beschreiben und diesen mit der Kenntnis der grundlegenden Funktion verknüpfen zu können.</li> <li>2. ausgewählte Krankheitsbilder zu benennen, um damit den Funktionsverlust bestimmter Strukturen der Sinnesorgane zu erklären und die Wirkungsweise gängiger Therapien zu verstehen.</li> <li>3. Anwendungen der Medizintechnik in den Kontext von Aufbau, Funktion und Funktionsbeeinträchtigung zu setzen und den diagnostischen bzw. therapeutischen Nutzen zu kennen.</li> <li>4. Beispiele aus der Grundlagenforschung der Sinnesorgane zu beschreiben und mögliche Anwendungen zu nennen.</li> </ol>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie, Histologie und Embryologie Auge</li> <li>• Physiologie Auge</li> <li>- Das Auge als optisches System</li> <li>- Funktionelle Einheiten des anterioren Segments</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte und Medizintechnik des anterioren Segments</li> <li>- Funktionelle Einheiten des posterioren Segments</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte und Medizintechnik des posterioren Segments</li> <li>- Okulomotorik</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte der Neuroophthalmologie</li> <li>- Grundlagenforschung Sehsystem</li> <li>• Anatomie und Histologie Gehör</li> <li>• Physiologie des vestibulären Systems</li> <li>- Ausgewählte klinische Aspekte und Medizintechnik zu Gleichgewicht und Gehör</li> <li>• Physiologie des auditiven Systems</li> <li>• Anatomie und Histologie des olfaktorischen- und gustatorischen Systems</li> <li>• Physiologie Riechen und Schmecken</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0107-00L Nervensystem				
<b>377-0403-00L</b>	<b>Haut und Anhangsorgane</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J.-T. Maul, A. Navarini, J. Löffing, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Aufbau und Funktion der Haut und ihrer Anhangsorgane sowie wichtige Hautveränderungen und Erkrankungen.				
Lernziel	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. wichtige Zelltypen der Haut und ihrer Anhangsorgane aufgrund ihrer Merkmale und ihrer Funktion zu unterscheiden</li> <li>2. häufige Hautveränderungen zu erkennen und korrekt zu beschreiben</li> <li>3. physiologische und pathologische Aspekte der Wundheilung korrekt zu beschreiben</li> <li>4. Grundmechanismen der Entzündung und Abwehr zu verstehen</li> <li>5. wichtige Krankheitsbilder zu verstehen und korrekt zu beschreiben</li> <li>6. wichtige Prinzipien der Galenik zu verstehen.</li> </ol>				

Inhalt In diesem Modul bekommen Studierende einen Überblick über den Aufbau (Anatomie) und die Funktion (Physiologie) der Haut und ihrer Anhangsorgane sowie ausgewählter dermatologischer Krankheitsbilder (Pathophysiologie) sowie Grundprinzipien der externen Therapie von Hauterkrankungen.

Das Modul ist untergliedert in insgesamt sechs Themenkomplexe:

1. Aufbau und Funktion der Haut, Effloreszenzenlehre mit Übungen im Moulagenmuseum
2. Grundlagen, Abklärung und Behandlung von Ueberempfindlichkeitsreaktionen und Arzneimittelallergien
3. Physiologie und Störungen der Wundheilung, Fabrikation von Hautersatz, Physiologie und Störungen des Lymphsystems
4. Grundlagen der kutanen Abwehr und Entzündung, Mikrobiologie der Haut, Autoimmunität und Fibrose
5. Benigne und maligne Neoplasien der Haut
6. Galenik/Grundprinzipien der externen Therapie von Hauterkrankungen

Voraussetzungen /  
Besonderes Voraussetzung:  
LE 377-0301-11L Blut, Immunsystem

**377-0415-00L Infektiologie O 2 KP 2V E. Slack, D. Braun, S. Brugger, U. Karrer, A. Zinkernagel Schüpbach**

Kurzbeschreibung Dieser Kurs führt die Studenten in die wichtigsten Grundpfeiler der klinischen Infektiologie ein.

Lernziel In diesem Kurs sollen die folgenden Lernziele erreicht werden:

1. Bewertung und Verständnis der grundlegenden Biologie von Mikroorganismen und Infektionen
2. Bewertung und Verständnis der Diagnose von Infektionskrankheiten
3. Bewertung und Verständnis der Behandlung von Infektionskrankheiten
4. Bewertung und Verständnis der Prävention von Infektionskrankheiten
5. Anwendung des Wissens auf klinisch relevante Herausforderungen

Inhalt Dreiwöchiger interaktiver Kurs, der die Vertiefung in die Mikrobiologie, die Pharmakokinetik von antimikrobiellen Wirkstoffen, die aktuelle und zukünftige Diagnostik sowie das Management von viralen, bakteriellen und parasitären Erkrankungen umfasst.

Literatur Vorlesungsunterlagen und Lernmaterialien werden kurz vor Kursbeginn zur Verfügung gestellt.

Voraussetzungen /  
Besonderes Voraussetzungen:  
LE 551-1110-00L Infektion  
LE 377-0301-11L Blut, Immunsystem

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

**402-0084-00L Physik II O 4 KP 3V+1U A. S. Antognini**

Kurzbeschreibung Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die klassische Physik mit besonderem Schwerpunkt auf Anwendungen in der Medizin. Sie vermittelt Schlüsselkonzepte in Strömungslehre, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Optik. Besonders viel Wert wird darauf gelegt, wichtige Phänomene mithilfe von Experimenten zu veranschaulichen, sowie Fähigkeiten zur quantitativen Problemlösung zu entwickeln.

Lernziel Ziel des Kurses ist, den Studierenden die Fähigkeit zu vermitteln, grundlegende Prinzipien und Methoden der Physik auf Probleme in der modernen Wissenschaft, der Medizin und im Ingenieurwesen zu erklären und anzuwenden. Ein wichtiger Teil davon ist, zu lernen, wie man komplizierte Probleme aufteilt und darauf fundamentale Gesetze und Vereinfachungen anwendet, um sie zu lösen. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, dass die Studierenden ein Verständnis für die relevanten Größen und Größenordnungen entwickeln. Das sekundäre Ziel besteht darin, den Studierenden einen Überblick der wichtigen Themen der Physik zu verschaffen und deren Anwendung aufzuzeigen.

Inhalt Strömungslehre (Laminare Strömungen, Kontinuitätsgleichung, Bernoulligleichung, Strömungswiderstand, Gesetz von Hagen-Poiseuille)

Thermodynamik (Temperatur, Wärme, Arbeit, Wärmekapazität, kinetische Gastheorie, erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsänderungen, Wärmekraftmaschinen, Phasenumwandlungen, Wärmetransport)

Elektromagnetismus (Elektrostatik, elektrischer Strom, Magnetostatik, Schaltkreise, Induktion)

Geometrische Optik (Bilderzeugung, Spiegel, Linsen, Reflexionsgesetz, Brechungsgesetz, Augen, optische Instrumente)

Skript Ein Skript wird zu Beginn des Semesters verteilt werden.

Literatur "Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten", von Alfred Trautwein, Uwe Kreibig, Jürgen Hüttermann; De Gruyter Verlag.

Voraussetzungen /  
Besonderes Voraussetzung Mathematik I+II und Physik I (Studiengänge Gesundheitswissenschaften und Technologie bzw. Humanmedizin) /  
Mathematik-Lehrveranstaltungen des Basisjahres (Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwissenschaften bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ►►► Weitere Fächer 2. Studienjahr

**Nummer Titel Typ ECTS Umfang Dozierende**

**377-0411-00L Internistische Untersuchung O 2 KP 2P M. Menke, Noch nicht bekannt, weitere Dozierende**

Kurzbeschreibung In diesem Kurs (der internistische Status) werden die Grundlagen der klinischen Untersuchungen inklusive Inspektion, Palpation, Auskultation, Messungen mit einfachen Hilfsmitteln vermittelt und die Indikationen zur Anwendungen von technischen Hilfsmitteln anhand von acht Organsystemen (Kreislauf, Atemorgan, Verdauung, Lymphe/Haut, Urogenitale, Nerven, Kopf und Stoffwechsel) demonstriert.

Lernziel Die Studierenden können die aktive und passive Untersuchung des des Lymphsystems, Blutsystems, Haut, Kreislauf, Herz, Atemorgane, Magen-Darmtraktes, Nervensystems, Mund, Nase, Ohren, Augen, Nervensystems, Hormonsystem und Urogenitaltraktes. Will heissen:

- Sie kennen den Ablauf der Untersuchung
- Sie kennen die klinischen Messgrößen und Normwerte, wie auch wichtigsten Abweichungen
- Sie kennen die gängigsten Test und Anwendung von Hilfsmitteln und deren Indikation und Interpretation

Inhalt	8 verschiedene Untersuchungskurse: - Herz/Kreislauf - Thorax/Lunge - Verdauung - Nerven - HNO/Augen - Blut/Lymph/Haut - allg. Internistischer Status mit Drüsen und Metabolismus - Urogenitale				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System LE 377-0205-00L Nieren und Homöostase LE 377-0301-01L Blut, Immunsystem LE 377-0301-02L Ernährung und Verdauung LE 377-0301-03L Endokrinologie, Stoffwechsel				
<b>377-0413-00L</b>	<b>Vom Symptom zur Diagnose (für MED)</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>5V</b>	<b>D. Horschik, C. Schmied, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen von klinischen Fällen werden Symptome präsentiert, die zu den wichtigsten Differenzialdiagnosen führen. Die behandelten Symptome basieren auf den relevantesten und häufigsten Ursachen in der Klinik. Die Studierenden verwenden die evidenzbasierte Herangehensweise, um mit den am besten geeigneten Untersuchungsmethoden auf die entsprechenden Diagnosen zu kommen (Arbeitsdiagnose).				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die in der Vorlesung beschriebenen Hauptsymptome korrekt definieren und zuordnen</li> <li>Die Studierenden können die in der Vorlesung besprochenen Symptome differenzialdiagnostisch einordnen und differenzialdiagnostische Herangehensweisen definieren.</li> <li>Die Studierenden können die Vor- und Nachteile von unterschiedlichen differenzialdiagnostischen Algorithmen basierend auf den präsentierten Symptomen einschätzen und vergleichen. <ol style="list-style-type: none"> <li>basierend auf den pathophysiologischen Mechanismen die geeigneten Herangehensweisen vergleichen und definieren.</li> <li>basierend auf der Sensibilität und der Spezifität der Untersuchung die geeigneten Herangehensweisen vergleichen und definieren.</li> <li>basierend auf den Kosten und dem Nutzen der Untersuchung die geeigneten Herangehensweisen vergleichen und definieren.</li> </ol> </li> </ol>				
Inhalt	<p>Das Modul "Vom Symptom zur Diagnose" führt die Studierenden in die Methode der Differentialdiagnose ein, die ein Eckpfeiler der klinischen Medizin ist.</p> <p>Die Differentialdiagnose beinhaltet die Erstellung einer Liste von möglichen und plausiblen Erkrankungen, die die Symptome des Patienten verursachen könnten.</p> <p>Um die Methodik der Differentialdiagnose zu lehren, integrieren wir in diesem Kurs das Wissen, das die Studierenden in früheren Kursen erworben haben, z. B. über Anamnese, körperliche Untersuchung und diagnostische Tests.</p> <p>Im Rahmen von klinischen Fällen werden spezifische Symptome präsentiert, die zu den wichtigsten Differenzialdiagnosen führen. Die behandelten Symptome basieren auf den relevantesten und häufigsten Ursachen in der Klinik. Die Studierenden verwenden die evidenzbasierte Herangehensweise, um mit den am besten geeigneten Untersuchungsmethoden auf die entsprechenden Diagnosen zu kommen (Arbeitsdiagnose).</p> <p>Der Kurs beginnt mit einer Einführung in die allgemeinen Konzepte der Differentialdiagnose, einschließlich der Definition von Zeichen und Symptomen. Er führt die Studenten auch in die Schlüsselfertigkeiten ein, wie man klinische Fälle analysiert und angeht. Das heisst, die Identifizierung, Analyse und Kommunikation von Schlüsselinformationen, wenn sie mit klinischen Fällen konfrontiert werden.</p> <p>Über das Semester hinweg werden die wichtigsten Symptome und die entsprechenden Differentialdiagnosen erläutert. Wir haben vier Hauptblöcke: Allgemeine Symptome; dann Symptome in Bezug auf Thorax, Abdomen und Nervensystem/Skelettmuskelapparat. Wir ergänzen die Analyse der Symptome und die dazugehörige Differentialdiagnose mit State-of-the-Art-Vorträgen, die darauf abzielen, mehr Einblicke in das an jedem Nachmittag besprochene Thema zu geben.</p> <p>Am Ende des Semesters findet eine Prüfung statt, die MC-Fragen, Kurzantwortfragen und die Analyse eines klinischen Falles beinhaltet, der dem ähnelt, was im Laufe des Semesters zusammen mit den Dozierenden geübt worden ist.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System LE 377-0205-00L Nieren und Homöostase LE 377-0301-01L Blut, Immunsystem LE 377-0301-02L Ernährung und Verdauung LE 377-0301-03L Endokrinologie, Stoffwechsel LE 377-0211-00L Körperliche Untersuchung LE 377-0411-00L Internistische Untersuchung				

### ▶▶▶ Weitere Fächer 3. Studienjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>377-0601-00L</b>	<b>Psychiatrie &amp; Computational Psychiatry</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>K. Stephan, H. Schmidt, J. Siemerks</b>
Kurzbeschreibung	Im Modul Psychiatrie & Computational Psychiatry werden die häufigsten psychiatrischen Erkrankungen – inklusive Ätiologie, Diagnostik und Therapie – vorgestellt. Zudem lernen die Studierenden, unter Anleitung einer klinischen Fachperson, einen psychopathologischen Befund in der Praxis zu erheben. Das Modul schliesst mit einer Einführung in die Computational Psychiatry.				
Lernziel	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls „Psychiatrie &amp; Computational Psychiatry“ sollten die Studierenden in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Eine ausführliche psychiatrische Anamnese zu erstellen</li> <li>Methoden der psychiatrischen Gesprächsführung zu nutzen</li> <li>Einen vertrauensvollen, wertungsfreien Arzt-Patienten-Kontakt zu entwickeln</li> <li>Einen psychopathologischen Befund (gemäss AMDP) zu erheben</li> <li>Die Diagnosekriterien gemäss ICD-10 für die wichtigsten Erkrankungen zu benennen</li> <li>Störungsspezifische Symptome zu identifizieren und zu erklären</li> <li>Störungsspezifische Behandlungen zu benennen</li> <li>Die Wirkmechanismen, Indikationen und Nebenwirkungen von psychiatrischen Medikamenten zu beschreiben</li> <li>Grundlagen der psychotherapeutischen Verfahren wiederzugeben</li> <li>Sich mit den eigenen Emotionen während schwierigen Patientengesprächen auseinanderzusetzen</li> <li>Die Konzepte und methodischen Ansätze der Komputationalen Psychiatrie zu verstehen</li> </ol>				

Inhalt Die Studierenden lernen im Modul „Psychiatrie & Computational Psychiatry“ die Epidemiologie, Ätiologie, Pathogenese, Klinik, Diagnostik und Behandlung der wichtigsten psychiatrischen Krankheitsbilder kennen. Dies gilt für die folgenden Erkrankungen:

- Depression und Bipolare Störungen
- Schizophrenie-Spektrum-Störungen
- Autismus-Spektrum-Störungen
- Abhängigkeiten
- Angststörungen
- Zwangsstörungen
- Demenz
- Persönlichkeitsstörungen

Darüber hinaus werden Kenntnisse über die häufigsten psychiatrischen Notfälle und deren Behandlung vermittelt.

Weitere Themen des Moduls:

- Einführung in die Konzepte von ICD und DSM
- Kommunikation und Interaktion mit psychisch erkrankten Personen
- Psychiatrische Anamnese
- Allgemeine und störungsspezifische Einführung in die Psychopathologie mit
- Exploration eines psychopathologischen Befundes (gemäss AMDP). Dazu gehören: Bewusstseinsstörungen, Orientierungsstörungen, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen, Formale Denkstörungen, Befürchtungen und Zwänge, Wahn, Sinnestäuschungen, Ich-Störungen, Störungen der Affektivität, Antriebs- und psychomotorische Störungen, zirkadiane Besonderheiten, andere Störungen
- Einführung in die Komputationale Psychiatrie, inklusive krankheitsübergreifende Konzepte und Methoden (z.B. die Theorie des Bayesianischen Gehirns, mathematische Modelle von Hirnaktivität) sowie komputationale Theorien der Schizophrenie, des Autismus, der Psychosomatik, der Depression und Fatigue sowie der Achtsamkeit

Voraussetzungen / Besonderes Voraussetzung:  
alle medizinischen und klinischen Module der 1. - 5. Semester

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

**377-0602-00L Psychosomatische und Psychosoziale Medizin O 2 KP 2G N. Egloff, J. Ronel**

Kurzbeschreibung Dieses Modul stellt die ganzheitliche Betrachtung von Patient:innen in den Fokus. Neben der Vermittlung von Basiskenntnissen in Psychosomatischer Medizin können die Studierenden ihre kommunikativen Fähigkeiten direkt im klinischen Umfeld trainieren. Professionelle Arzt-Patienten-Kommunikation ist eine zentrale Voraussetzung für eine erfolgreiche ärztliche Tätigkeit in jeder klinischen Disziplin.

Lernziel Die Studierenden sollen...

- Menschliche Gesundheit als biopsychosoziale Realität verstehen.
- Zusammenspiel von Genetik, Lebensgeschichte und Umwelt verstehen.
- Relevanz der biographischen Entwicklung und Bindungserfahrung verstehen.
- Pathogenetische Mechanismen der psychosomatischen Medizin wiedergeben können.
- psychosozialer Faktoren und Mechanismen, die zu Gesundheitsstörungen oder deren Chronifizierung führen können, wiedergeben können.
- Die professionelle ärztliche Rolle reflektieren.
- Die Erwartungen von Patient:innen reflektieren.
- Eine strukturierte biopsychosoziale Anamnese erheben können.
- Verschiedene verbale und non-verbale Techniken und Kommunikationsstile der biopsychosozialen Anamnese beschreiben und anwenden können.
- Über subjektive Gegenübertragungsgefühle, welche während der Anamnese-Erhebung entstehen, berichten und diese diagnostisch verwenden.
- Das subjektive Krankheitsmodell de:r Patient:in erheben und erläutern können.
- Hinsichtlich der Bedeutung der nicht-technisierten Medizin sensibilisiert werden.
- Verständnis für die zentrale Funktion der Ärzt:innen-Patient:innen-Beziehung und für psychosomatische Zusammenhänge in der Medizin erwerben.

Inhalt 20-40% der Patient:innen in der Grundversorgung leiden an körperlichen Symptomen, die sich organomorphologisch nicht erklären lassen. Diese Symptome sind absolut real und lassen sich verstehen, wenn man das Individuum als Gesamtes begreift in seiner Subjektivität, seiner Stress-Reagibilität, Perzeptionsfähigkeit, Beziehungsgestaltung und lebensbiographischen Prägung. Neben dem Vermitteln von Basiskenntnissen in Psychosomatischer Medizin, zeichnet sich dieses Modul dadurch aus, dass in den Praktika am Nachmittag den Studierenden Gelegenheit geboten wird, ihre kommunikativen Fähigkeiten direkt im klinischen Umfeld zu trainieren.

Voraussetzungen / Besonderes Voraussetzung:  
alle medizinischen und klinischen Module der 1. - 5. Semester

**377-0603-00L Teamarbeit, Interprofessionalität und eigene Karriere O 2 KP 2G M. Kolbe, B. Grande**

Kurzbeschreibung Die Studierenden erarbeiten Grundlagen und Strategien der effektiven und respektvollen Zusammenarbeit in interprofessionellen Behandlungsteams. Sie lernen, welche Bedeutung Kommunikation und Zusammenarbeit für die Qualität und Sicherheit der Patientenbehandlung haben. Simulationen geben die Möglichkeit, eigenes Handeln zu reflektieren und in den Kontext der täglichen Arbeit zu setzen.

Lernziel	<p>Lernziel 1: Die Studierenden können die Bedeutung des Wissens und der Erfahrung anderer Mitarbeitenden beschreiben.</p> <p>Lernziel 2: Die Studierenden entwickeln Strategien, wie sie das Wissen und die Erfahrung anderer Mitarbeiter im klinischen Alltag nutzen können, und können diese Strategien umsetzen.</p> <p>Lernziel 3: Die Studierenden können sich spontan und effektiv in einem Team organisieren und Rollen und Verantwortlichkeiten klären.</p> <p>Lernziel 4: Die Studierenden können die Bedeutung von Respekt und Wertschätzung für die Zusammenarbeit und Leistung beschreiben.</p> <p>Lernziel 5: Die Studierenden können respektvoll und wertschätzend kommunizieren.</p> <p>Lernziel 6: Die Studierenden können sowohl Wert als auch Risiko von Meinungsverschiedenheiten und Konflikten im interprofessionellen Team beschreiben und können Strategien umsetzen, damit sinnvoll umzugehen.</p> <p>Lernziel 7: Die Studierenden können Erfolgsfaktoren von Teamarbeit identifizieren und ihre eigenen Interessen entsprechend einordnen.</p> <p>Lernziel 8: Die Studierenden erkennen Situationen in denen ein Speaking-up nötig ist.</p> <p>Lernziel 9: Die Studierenden entwickeln Strategien ein Speaking-up effektiv einzubringen.</p> <p>Lernziel 10: Die Studierenden erkennen, wenn sie an ihre Grenzen kommen (Wissen, Fertigkeiten und Haltung).</p> <p>Lernziel 11: Die Studierenden haben Strategien um mit eigener (fachlicher) Unsicherheit umzugehen</p> <p>Lernziel 12: Die Studierenden verwenden Selbstreflexion um ihr Handeln und dessen Auswirkung auf den Patienten und das Team kritisch zu hinterfragen und daraus Lernpunkte abzuleiten.</p>
Inhalt	Im Modul „ Teamarbeit, Interprofessionalität & eigene Karriere “ werden allgemeine Mechanismen der Zusammenarbeit in interprofessionellen Teams und die damit verbundenen Konsequenzen für die Patientenbehandlung und die eigene Arbeitsfähigkeit besprochen. In Simulationen unterschiedlich komplexer, klinischer Situationen wird verdeutlicht, welche zusätzlichen Kompetenzen neben medizinischem Wissen und klinischen Skills noch erforderlich sind, um PatientInnen erfolgreich behandeln zu können. Der Fokus liegt dabei auf der Zusammenarbeit und Kommunikation mit VertreterInnen der eigenen und anderen Disziplinen. Im Modul werden die Studierende in verschiedenen Simulationsübungen auf typische, klinische und administrative Situationen (z.B. sich plötzlich verschlechternde Patient auf der Bettenstation, Wiederbelebung, Board/Kolloquium) treffen und ihre Erfahrungen im Anschluss strukturiert reflektieren. Besonders elementare Skills (z.B. standardisierte Kommunikation bei Notrufen und Übergaben; Speaking Up) werden gezielt trainiert. In Mittagsvorlesungen werden ausgewählte Grundlagen und Bezüge hergestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0515-00L Interprofessionelle Versorgungsketten LE 377-0509-00L Pathologie

<b>377-0604-00L</b>	<b>Krankenbett</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Guigli Poretti</b>
Kurzbeschreibung	Während der Krankenbettwoche werden die Studierenden die Möglichkeit haben, Patienten der inneren Medizin sowie der Chirurgie zu sehen und diese Fälle im Detail zu besprechen. Zudem werden praktische Kurse durchgeführt (Spritzen- und Nähkurs) und die Studierenden werden aktuelle Fälle der Radiologie und Dermatologie diskutieren.				
Lernziel	<p>Die Studierenden können einen Status bei einem Patienten durchführen.</p> <p>Die Studierenden kennen häufige Krankheitsbilder der inneren Medizin und der Chirurgie.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Spritzen zu injizieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Wunden zu nähen.</p> <p>Die Studierenden kennen häufige Pathologien der Dermatologie.</p> <p>Die Studierenden lernen Röntgenbilder von häufigen Pathologien zu interpretieren.</p>				
Inhalt	Die Krankenbettwoche soll den Studierenden die Möglichkeit geben, im Spital mit echten Patienten zu arbeiten. Sie werden Patienten sehen und lernen, einen Status am Patienten zu machen. Sie werden an 4 Vormittagen bis zu 4 Patienten der inneren Medizin und der Chirurgie sehen und so die häufigsten Pathologien kennenlernen. Am Nachmittag werden die Studierenden die Gelegenheit haben, in praktischen Kursen das Nähen von Wunden und das Injizieren von Spritzen zu üben. An einem weiteren Nachmittag erhalten sie Einblick in häufige Krankheitsbilder der Dermatologie und lernen im Radiologie Kurs Röntgenbilder zu interpretieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: alle medizinischen und klinischen Module der 1. - 5. Semester				

<b>377-0605-00L</b>	<b>Differentialdiagnostik</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Schmied, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul gibt einen breiten Überblick über die Differenzialdiagnostik der Krankheiten aller Organsysteme und soll die Diagnosefähigkeiten der Studentinnen und Studenten überprüfen. Dazu werden verschiedene Übungen absolviert, um die Komplexität späterer klinischer Anforderungen möglichst realistisch zu simulieren.				
Lernziel	<p>Die Studierenden kennen die wichtigsten Differentialdiagnosen der menschlichen Organsysteme.</p> <p>Die Studierenden kennen Vor- und Nachteile der wichtigsten diagnostischen Werkzeuge.</p> <p>Die Studierenden sind fähig eine akkurate klinische Untersuchung (inkl. Anamnese und körperlicher Untersuchung) durchzuführen und aufgrund der Befunde eine adäquate Differentialdiagnostik zu stellen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage sich aufgrund vorliegender Patientenakten ein erstes differentialdiagnostisches Bild zu verschaffen und fehlende Untersuchungen sinnvoll zu ergänzen, um eine adäquate Differentialdiagnostik durchzuführen.</p>				
Inhalt	Das Modul Differentialdiagnostik soll zum Abschluss des Bachelor Studiums einen breiten und möglichst vollständigen Überblick über die Differentialdiagnostik der Krankheiten aller Organsysteme bieten und die Diagnosefähigkeiten der Studentinnen und Studenten überprüfen. Dazu werden verschiedene Übungen absolviert, um die Komplexität späterer klinischer Anforderungen möglichst realistisch zu simulieren. So werden Patienten im Umfeld einer Klinik befragt, untersucht und beurteilt. Im Sinne von Aktenkonsilien oder der Sprechstundenvorbereitung gilt es des weiteren, aufgrund von Patientenakten, richtige differentialdiagnostische Schlüsse zu ziehen. Ausserdem werden Fallbeispiele im Hörsaal diskutiert.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: alle medizinischen und klinischen Module der 1. - 5. Semester				

## ►► Medizinwissenschaftliche Fächer

### ►►► Kernfächer 2. Studienjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0383-00L</b>	<b>Medizinische Bildgebung I</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozzerke, R. Schibli, M. P. Wolf</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die Grundlagen der nichtinvasiven Bildgebung ein, einschliesslich Röntgenbildgebung, Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Einzelphotonen- und Positronenemissionstomographie, Ultraschall und optische Bildgebung. Neben der physikalischen und technischen Methodik wird auch die Bewertung der Bildgebungsleistung behandelt, um relative Vorteile und Grenzen zu erkennen.				
Lernziel	<p>Der Kurs befähigt die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* die physikalischen und technischen Grundlagen der medizinischen Bildgebung zu erklären</li> <li>* die Leistung der Bildgebung zu charakterisieren</li> <li>* Bildinhalte zu interpretieren und zu analysieren</li> <li>* eine fundierte Auswahl von Modalitäten für klinische Fragestellungen zu treffen</li> </ul>				
<b>377-0405-10L</b>	<b>Ethics in Medicine and Health Care</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, K. Ormond</b>
Kurzbeschreibung	Das Studium der Medizinethik befähigt die Studierenden, komplexe Überlegungen zu kontroversen klinischen Fällen anzustellen und ethische Herausforderungen in der biomedizinischen Forschung zu bewerten.				

Lernziel	Dieses Modul soll die Studierenden in die Lage versetzen, kontroverse Situationen im medizinischen Alltag und in der biomedizinischen Forschung aus einer ethischen Perspektive zu erkennen und zu analysieren.				
Inhalt	Dieses Modul enthält folgende ethischen Problemfelder: - Einwilligungserklärung in Medizin und Forschung - Entscheidungen am Ende des Lebens - Reproduktionsmedizin - Kommunikation mit Patienten und Forschungsteilnehmern - Genetik im klinischen und im Forschungskontext - Rückgabe von Zufallsbefunden - Zugang zu experimentellen Behandlungen - Ethik im öffentlichen Gesundheitswesen - digitale Gesundheitstechnologien - Künstliche Intelligenz in der Medizin				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: LE 377-0105-00L Bewegungsapparat LE 377-0107-00L Nervensystem LE 377-0201-00L Herz-Kreislauf-System LE 377-0203-00L Atmungs-System LE 377-0205-00L Nieren und Homöostase LE 377-0301-01L Blut, Immunsystem LE 377-0301-02L Ernährung und Verdauung LE 377-0301-03L Endokrinologie, Stoffwechsel				

<b>377-0405-11L</b>	<b>Klinische Forschung</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn, M. Marks</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden Grundlagen Grundkenntnisse für ein kritisches Studium der Literatur mit engem Bezug für die klinische Entscheidungsfindung sowie Grundlagen der klinischen Forschungsmethodik vermittelt.				
Lernziel	Dieses Modul soll die Studierenden befähigen, wissenschaftliche Literatur kritisch zu würdigen und klinische Studien selbst zu planen.				
Inhalt	Das Modul 'Clinical Research' enthält folgende Aspekte: - Grundprinzipien der Evidenzbeurteilung (Validität, klinische Relevanz und externe Validität von Evidenz) anhand klinischer Fallvignetten (Diagnostik, Therapie, Screening). - Entwicklung und Präsentation eines klinischen Studienprotokolls.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 401-0683-00L Statistik II				

<b>377-0407-00L</b>	<b>Precision Medicine: Theory and Hands-on Exercises</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+4P</b>	<b>S. Modica, A. Ghosh</b>
Kurzbeschreibung	Precision Medicine ist ein neuer Ansatz im Gesundheitswesen, der darauf abzielt, unter Berücksichtigung individueller Unterschiede in Lebensstil, Umwelt und Biologie eine personalisierte Prävention und Behandlung menschlicher Krankheiten zu ermöglichen. Dieser Kurs besteht aus einer Reihe theoretischer Vorlesungen, die mit einem abschließenden zweiwöchigen praktischen Teil verbunden sind.				
Lernziel	Ziel ist es, das Wissen zur Durchführung genetischer Analysen zu erlangen, um genetische Analysen sowohl experimentell als auch rechnerisch mit standardisierten Werkzeugen durchführen zu können.				
Inhalt	Im Theorie-Teil wird in die Präzisionsmedizin eingeführt: - Konzepte - Epigenetik - Genetische Variationen - Screening und Diagnose - Fallstudien und Therapien - Bearbeitung und Modulation des Genoms - Big Data-Analyse und -Interpretation Parallel zu den Vorlesungen läuft während des gesamten Semesters ein virtuelles Labor mit Skripten, Videos und Fragen/Problemen, die mit erklärenden Antworten zu lösen sind.  Im dreitägigen Praktikum im offenen Labor (betreute Gruppenarbeit) werden die Studierenden das, was sie im virtuellen Labor gelernt haben, in die Praxis umsetzen, um ein biologisches Problem zu lösen: gDNA-Isolierung aus biologischen Biopsien, Qualitätskontrolle, RFLP-PCR-Analyse und Diagnose einer genetischen Krankheit. Die Studierenden müssen am Ende des Praktikums einen Bericht schreiben, in dem die Laborabläufe, die Diagnose und die Information der Patienten beschrieben werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 401-0683-00L Statistik II				

### ▶▶▶ Kernfächer 3. Studienjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0383-10L</b>	<b>Medizinische Bildgebung II ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Blockkurs widmet sich der Beurteilung von diagnostischen Bildgebungsinformationen, um die Diagnose eines Patienten abzuleiten oder zu unterstützen. Es werden Fallbeispiele vorgestellt und in einem Flipped-Classroom-Setting diskutiert. Die Anwendungen der verschiedenen medizinischen Bildgebungsmodalitäten, die im Kurs Medizinische Bildgebung I vorgestellt wurden, werden behandelt.				
Lernziel	Der Kurs befähigt die Teilnehmer:  * medizinische Bildinhalte zu interpretieren und zu analysieren * die diagnostische Aussagekraft von medizinischen Bildern zu beurteilen * eine Diagnose in Verbindung mit anderen klinischen Daten abzuleiten * bei Bedarf zusätzliche Untersuchungen in Kenntnis der Sachlage anzufordern				
Voraussetzungen / Besonderes	Attendance/exam of Medical Imaging I				
<b>377-0525-00L</b>	<b>Translationale Tiermodelle</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>T. A. Lutz</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Modul lernen Studierende, was Tiermodelle sind, wozu diese eingesetzt werden, wo deren Grenzen liegen und welchen Wert sie bei translationaler Forschung haben. Beispiele sind: Stoffwechsel- und Verhaltensforschung, Transplantationsmedizin, Versuchstechniken zur Untersuchung geschlechtsspezifischer Unterschiede. Ethische Aspekte und das 3R-Prinzip werden diskutiert.				
Lernziel	Die Studierenden setzen sich mit dem Nutzen von Tiermodellen in der biomedizinischen Forschung auseinander, erkennen deren Vorteile, verstehen deren Grenzen und verstehen die damit verbundenen ethischen Fragen.				

Inhalt	Tiermodelle sind eine wichtige Stütze der biomedizinischen Forschung, sowohl was die Grundlagenforschung als auch die Forschung im angewandten, translationalen und klinischen Bereich betrifft. In diesem Modul lernen Studierende, was Tiermodelle sind, und was beachtet werden muss, um die Tiere einzusetzen, die für die entsprechende Fragestellung am besten geeignet sind. Anhand von konkreten Beispielen werden Vor- und Nachteile verschiedener Modelle bzw. wichtige Aspekte im Versuchsdesign besprochen. Die behandelten Themen beinhalten die Stoffwechsel- und Verhaltensforschung, pharmakologische Besonderheiten bei Tierarten, Transplantationsmedizin und Fragen zur Photoperiodik und möglichen Einflüsse auf die Krankheitsentstehung. Neben ethischen Aspekten im Umgang mit Versuchstieren, im Zusammenhang mit dem 3R-Prinzip, spielt die Bedeutung geschlechtsspezifischer Unterschiede für die Entstehung von Krankheiten eine wichtige Rolle, und wie solche Unterschiede versuchstechnisch angegangen werden können.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0405-11L Klinische Forschung				
<b>377-0607-00L</b>	<b>Medizintechnik II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>R. Gassert, O. Lambercy</b>
Kurzbeschreibung	In diesem einwöchigen Blockkurs werden Studierende das in der Medizintechnik I erlernte Wissen im Rahmen einer konkreten Herausforderung anwenden. In Dreiergruppen werden Design und Regelung des FLEXO Ellbogen Exoskeletts weiterentwickelt, und die Lösungen im Rahmen eines Wettkampfes verglichen. Studierende werden Ihren Ansatz in einer Poster-Präsentation vorstellen und verteidigen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einen Entwicklungsprozess in Dreiergruppen strukturieren und planen</li> <li>- das Wissen und die Erfahrung, welche in der Medizintechnik I erlangt wurden, im Rahmen einer konkreten Herausforderung anwenden</li> <li>- die entwickelte Lösung sowohl technisch sowie auch unter Berücksichtigung menschlicher Faktoren evaluieren</li> <li>- die entwickelte Lösung im Rahmen eines Wettkampfes mit jenen der anderen Gruppen vergleichen</li> <li>- den verfolgten Ansatz in einer technischen Poster-Präsentation vorstellen und verteidigen</li> </ul>				
Inhalt	Diese Blockwoche soll es den Studierenden erlauben, das in der Medizintechnik I erlernte Wissen zu integrieren, anzuwenden und zu erweitern. Dies soll durch die Anpassung der Sensorik, Signalverarbeitung und Regelung sowie des Designs des FLEXO Ellbogen Exoskeletts im Rahmen einer konkreten Herausforderung geschehen. Die erarbeiteten Lösungen werden im Rahmen eines Wettkampfes sowie durch eine technische Poster-Präsentation mit jenen der anderen Gruppen verglichen. Zudem sollen die Fähigkeiten der Studierenden, einen Entwicklungsprozess zu strukturieren, sowie das Problemlösen, die Entwicklung von Prototypen und die Evaluation und Fehlersuche in Hard- und Software gefördert werden.				
Literatur	Folien, Übungen und LabVIEW Programme der Medizintechnik I Vorlesung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0523-00L Medizintechnik I				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>377-0608-00L</b>	<b>Translationales Forschungspraktikum</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>		<b>J. Goldhahn, A. L. Serra, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Vor dem Übertritt in das Masterstudium stellt das translationale Forschungspraktikum den letzten wichtigen Meilenstein dar. Es soll einen Einblick in den Transferprozess von «bench to bedside» geben und den Übergang zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen zum klinischen Alltag aufzeigen. Zudem dient das Praktikum als Vorbereitung für die Masterarbeit.				
Lernziel	Die Studierenden sollen... <ul style="list-style-type: none"> <li>- praktische Beispiele für den Transfer von medizinischer Forschung in die Praxis in einem klinischen Kontext erläutern.</li> <li>- praktische klinische Fähigkeiten in einem wissenschaftlichen/klinischen Kontext sammeln.</li> <li>- lernen, wie man einen kurzen wissenschaftlichen Bericht verfasst und wie man kritisch die eigene Arbeit reflektiert.</li> </ul>				
Inhalt	Das Translationale Forschungspraktikum (TFP) soll einen Einblick in den Entwicklungsprozess von ‚Bench to Bedside‘ geben. Dadurch soll den Studierenden Gelegenheit gegeben werden, ihr bisher eher theoretisches Wissen praktisch umsetzen zu können. Das TFP soll den Studierenden die Möglichkeit bieten, Fertigkeiten und Erfahrungen in einer sicheren und realistischen Arbeitsumgebung zu erwerben. Das TFP ist für 6 Wochen ausgelegt. <p>Es wird für alle Studierenden ein Praktikum zur Verfügung stehen, in welches sie sich dann zu Beginn des Semesters auf der Moodle einschreiben können. Falls ein spezieller Wunsch bezüglich Praktikum vorhanden ist darf auch gerne selber gesucht werden. Weitere infos unter <a href="https://hest.ethz.ch/studium/medizin/bachelor.html">https://hest.ethz.ch/studium/medizin/bachelor.html</a> oder direkt via Dozierende.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: LE 377-0405-11L Klinische Forschung				
<b>252-0868-00L</b>	<b>Data Science for Medicine</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4V</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	Machine Learning (ML) methods have shown to have a profound impact in medical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in medicine, and work on practical projects to solve medical problems with the help of ML.				
Lernziel	The course will start with a general introduction to ML, where we will cover supervised and unsupervised learning techniques, as for example classification and regression models, feature selection and preprocessing of data, clustering and dimensionality reduction techniques. After the introduction of the basic methodologies, we will continue with the most relevant applications of ML in medicine, as for example dealing with time series, medical notes and medical images.				
Inhalt	During the last few years, we have observed a rapid growth of Machine Learning (ML) in Medicine. ML methods have shown to have a profound impact in medical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in medicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions, and work on practical projects to solve medical problems with the help of ML.				



►►► **Kompensationsfächer**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
<b>376-0204-00L</b>	<b>Trainingswissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. de Bruin, P. Eggenberger</b>
Kurzbeschreibung	Evidenz-basierte Erkenntnisse zum Training der Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit, zur Planung und Periodisierung des Trainings, sowie zum motorischen Lernen werden vermittelt und bezüglich verschiedener Altersgruppen (Kindheit bis Seniorenalter), sowie Leistungsstufen diskutiert. Die Erkenntnisse werden in eine Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe umgesetzt.				
Lernziel	Evidenz-basierte Trainingsempfehlungen für verschiedene Zielgruppen (Kinder/Jugendliche, Erwachsene, Senioren, Breiten-/Leistungssport) verstehen, kritisch beurteilen und in einer zielgerichteten Trainingsplanung anwenden und evaluieren können.				
Inhalt	Vorlesung: - Evidenz-basierte Forschung in den Trainingswissenschaften - Training von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit - Training im Kindes- und Jugendalter - Training im Seniorenalter - Sportartanalyse, Trainingsplanung und Periodisierungsmodelle - Motorisches Lernen im Sport  Übungen: - Erarbeitung einer zielgerichteten Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe basierend auf trainingswissenschaftlicher Evidenz.  Praxis in der Sporthalle: - Exemplarische Anwendung praktischer Trainingsformen aus dem Kraft- und Schnelligkeitstraining - Experimente zum motorischen Lernen				
Skript	Folien der Vorlesung und Artikel auf Moodle.				
Literatur	G.G. Haff & N.T. Triplett (eds): Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics, 4th edition, 2016.  W.E. Amonette, K.L. English, W.J. Kraemer: Evidence-Based Practice in Exercise Science. The Six-Step Approach. Human Kinetics, 2016.				
<b>376-0210-00L</b>	<b>Biomechanics</b> <i>Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riemer, R. Gassert, N. Gerig, O. Lamercy</b>
Kurzbeschreibung	Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.  <i>Die Biomechanics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.</i>  <i>Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -&gt; online Tutorial <a href="http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/">http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/</a></i>				
Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechanics, through lectures on the underlying theoretical/mechatronics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.  By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechanics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechanics systems.				
Inhalt	The course will cover the interdisciplinary elements of biomechanics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechanics technology.				
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.				

Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechanics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.				
Voraussetzungen / Besonderes	None				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Problemlösung	geprüft			
	Kommunikation	gefördert			
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
Kurzbeschreibung	This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.				
Lernziel	The learning objectives include 1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics 2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it 3. Review materials commonly used in orthopaedic applications 4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices				
Inhalt	The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.				
Skript	Stored on Moodle.				
Literatur	Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems  Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Problemlösung			geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				
<b>377-0666-00L</b>	<b>This is Public Health</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>weitere Dozierende</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	In dieser Vortrags- und Diskussionsreihe werden wichtige und kontroverse Themen der Gesundheitswissenschaften vorgestellt.				
Lernziel	Die Studierenden können aktuelle Public-Health-Herausforderungen reflektieren und im Lichte von Evidenz und Methoden der Gesundheitswissenschaften diskutieren.				
Inhalt	Nach einem Vortrag von wissenschaftlichen Fachleuten (30 Min.) folgt jede Woche eine moderierte Diskussion. Zu den aktuellen Themen gehören psychische Gesundheit und Antidepressiva, Ethik in Pandemiesituationen, Kommunikation in Gesundheit, Infodemie, Malaria-Eliminierung sowie andere gesellschaftlich relevante Themen zur Volksgesundheit. Um den Kurs abzuschließen müssen Studierende einmal in der Podiumsdiskussion teilnehmen und einen Quiz erfolgreich absolvieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs wird in Englisch gehalten.				
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Noch nicht bekannt</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press - B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc. - O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press - J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag - M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag - A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>551-0307-01L</b>	<b>Molecular and Structural Biology II: Molecular Machines and Cellular Assemblies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Ban, M. Hospenthal, S. Jonas, M. Pilhofer, M. Wiczorek</b>
	<i>D-BIOL students are obliged to take part I and part II as a</i>				

	<i>two-semester course.</i>				
Kurzbeschreibung	This course on advanced topics in Molecular Biology and Biochemistry will cover the structure and function of cellular assemblies. General topics in biochemistry will be expanded with examples of the function of cellular machines involved in chromatin structure and remodeling, translation, nucleic acid packaging in viruses, cell division and mobility, RNA processing and cell-cell interactions.				
Lernziel	Students will gain a deep understanding of large cellular assemblies and the structure-function relationships governing their function in fundamental cellular processes. The lectures throughout the course will be complemented by exercises and discussions of original research examples to provide students with a deeper understanding of the subjects and to encourage active student participation.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in structural molecular biology of basic cellular processes with emphasis on the function of large cellular assemblies.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	The lecture will be based on the latest literature. Additional suggested literature: Branden, C., and J. Tooze, Introduction to Protein Structure, 2nd ed. (1995). Garland, New York.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be complemented with self-study / reading assignments of discussions, at a level of every third class.				
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>551-0326-00L</b>	<b>Cell Biology in Health and Disease</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V</b>	<b>N. Aceto, H. Gehart, W. Kovacs, M. Schäfer, U. Suter, S. Werner, A. Wutz, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This Course introduces principle concepts, techniques, and experimental strategies used in modern Cell Biology. Major topics include: neuron-glia interactions in health and disease; mitochondrial dynamics; stem cell biology; growth factor action in development, tissue repair and disease; cancer biology; cell metabolism.				
Lernziel	-To prepare the students for successful and efficient lab work by learning how to ask the right questions and to use the appropriate techniques in a research project. -To convey knowledge about neuron-glia interactions in health and disease. - To provide information on different types of stem cells and their function in health and disease -To provide information on growth factor signaling in development, repair and disease and on the use of growth factors or their receptors as drug targets for major human diseases -To convey knowledge on the mechanisms underlying repair of injured tissues -To provide the students with an overview of mitochondrial dynamics. -Providing an understanding of RNA processing reactions and their regulations. - To provide insights into cancer biology and modern techniques that are used in cancer research -To provide a comprehensive understanding of metabolic sensing mechanisms occurring in different cell types and organelles in response to glucose, hormones, oxygen, nutrients as well as lipids, and to discuss downstream signaling pathways and cellular responses. -To provide models explaining how disturbances in complex metabolic control networks and bioenergetics can lead to disease and to highlight latest experimental approaches to uncover the intricacies of metabolic control at the cellular and organismal level. -Providing the background and context that foster cross-disciplinary scientific thinking.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Medien und digitale Technologien			gefördert	
	Problemlösung			geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
Kritisches Denken				gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der Allergien als Umweltkrankheiten Nr. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag. 2 Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4				
	Merkblätter <a href="http://www.ck-care.ch">www.ck-care.ch</a> <a href="https://www.ck-care.ch/de/merkblätter">https://www.ck-care.ch/de/merkblätter</a>				
	Teaching Kurzvideos <a href="https://www.ck-care.ch/online-campus">https://www.ck-care.ch/online-campus</a>				
	<a href="http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf">http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion) Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem				
	Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich				
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				
Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)				
	Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				

Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.				
Inhalt	This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>752-2001-00L</b>	<b>Lebensmittel-Technologie ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Perren, S. Bolisetty, M. Li, G. Uffheil</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelqualität unter Einbezug von technologischen Verfahrensschritten ein. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Technologie der Verarbeitung von Rohstoff bis zum fertigen Produkt vorgestellt sowie Aspekte der Produktqualität und Charakterisierung materialwissenschaftlicher Eigenschaften diskutiert.				
Lernziel	Dieser Kurs führt die Studenten in lebensmittel-technologische Grundsätze und Methoden sowie deren Anwendung ein.				
Inhalt	Die Vorlesung führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmitteltechnologie ein und stellt diese anhand von Anwendungsbeispielen dar:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vorstellung der Lebensmittelbausteine mit Herkunft und Eigenschaften</li> <li>* Struktur, Mikrostruktur, Zustände und Phasenübergänge</li> <li>* Lebensmittel-Qualität und Lebensmittelsicherheit</li> <li>* Haltbarmachung und Verderb</li> <li>* Sterilisationstechnologie und alternative mikrobiologische Inaktivierungstechnologien</li> <li>* Thermische (Koch-)Prozesse</li> <li>* Die Rolle von Wassergehalt und Wasseraktivität</li> <li>* Trocknungstechnologien</li> <li>* Gefrier- und Auftauvorgänge</li> </ul>				
	Die Vorlesung baut auf den Fächern Lebensmittelchemie, -mikrobiologie, -verfahrenstechnik und Lebensmittelanalytik auf und bezieht diese Grundlagen ein.				
Skript	Es werden Beilagen zur Vorlesung, bzw. eine pdf-Version der Folien abgegeben.				
Literatur	Jochen Hamatschek, 2016, Lebensmitteltechnologie : die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen, Serie: UTB ; Nr. 4342, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN: 978-3-8252-4342-5.				
	R. Heiss, K. Eichner, 1995, Haltbarmachen von Lebensmitteln : chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 3-540-57883-8.				
	Owen R. Fennema, 1996, Food chemistry, 3. Auflage, Food science and technology 76, Dekker Verlag, NY, ISBN: 0-8247-9691-8.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Chemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik werden vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		
<b>752-6002-00L</b>	<b>Advanced Topics in Nutritional Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.				
Lernziel	The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:  1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons; 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health; 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health; 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health; 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.				
Skript	The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.				
Literatur	Any reading recommendations will be given per lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Zusätzliche Module

*Dieses Lehrangebot wird nicht für das Studium Bachelor Humanmedizin angerechnet, die Studierenden erhalten jedoch ein Zertifikat für das Absolvieren dieses Moduls.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>377-0671-01L</b>	<b>Vertiefung Notfallmedizin</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Tabakovic, M. Brodmann Mäder, F. Hartmann, E. Zucconi</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul dient als Refresher für die bereits behandelten Inhalte der Notfallmedizin. Darauf aufbauend werden in Kleingruppen relevante Themen der Notfallmedizin behandelt und diskutiert. Eine Sequenz zu Notfall ohne Hilfsmittel sowie ein OSCE-Postenlauf runden das Modul ab.				
Lernziel	<p>Notfall-Refresher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden kennen häufigste Ursachen und erkennen klinische Zeichen eines akuten Atemwegsproblems und können wichtige Massnahmen zur Behebung einer Atemwegsverlegung anwenden.</li> <li>- Die Studierenden kennen häufigste Ursachen und erkennen klinische Zeichen eines Atmungsproblems und kennen Prinzipien wie auch initiale Massnahmen der Therapie.</li> <li>- Die Studierenden kennen verschiedene Schockformen und die grundlegende pathophysiologische Unterscheidung derer und können verschiedene Therapiestrategien und initiale Massnahmen wiedergeben und anwenden.</li> <li>- Die Studierenden können BLS mit AED auf Provider-Niveau (medizinische Fachperson) durchführen.</li> <li>- Die Studierenden können eine Bewusstseinsstörung quantifizieren, kennen häufige reversible Ursachen und deren initiale Therapie. Sie kennen präklinische Strategien zur Erkennung von einem Schlaganfall.</li> <li>- Die Studierenden kennen Prinzipien der Wirbelsäulen- und Extremitätenimmobilisation und können diese am Patient anwenden.</li> </ul> <p>Notfall-Ultraschall:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden kennen den Normalbefund beim Lungenultraschall und kennen die wichtigsten sonografischen Zeichen für einen Pneumothorax und erkennen einen Pleuraerguss.</li> <li>- Die Studierenden kennen wichtige zum körperlichen Status ergänzende sonografische Zeichen einer kardialen Linksherzdekompensation und des kardiogenen Schocks.</li> <li>- Die Studierenden kennen sonografische Zeichen und Hinweise für die wichtigsten obstruktiven Schockursachen.</li> <li>- Die Studierenden kennen zum körperlichen Status wichtige ergänzende sonografische Zeichen einer Hyper-/Hypovolämie.</li> <li>- Die Studierenden kennen sonografische Zeichen einer intraperitonealen Blutung als Ursache der Hypovolämie.</li> </ul> <p>Die Lernziele zum Thementag Notfall, Brush-Up, Pharmakologie in der Notfallmedizin, Notfall ohne Hilfsmittel und zur OSCE-Übung folgen.</p>				

Inhalt	<p><b>Notfall-Refresher:</b> Studierende lernen initiale prä- und innerklinische Massnahmen zum Management von akuten lebensbedrohlichen Zuständen nach dem ABCDE-Schema. Dazu wird in einem Postenlauf durch Instruktor:innen und in Kleingruppen anhand von Fallvignetten das Erkennen wie auch das klinische Bewusstsein für Notfallsituationen geschult, wie auch Lösungsstrategien erarbeitet und die Materialkenntnis gefördert.</p> <p><b>Notfall-Ultraschall:</b> Studierende erhalten anhand des Themas Schock einen Einblick in die wichtigsten Notfallultraschallanwendungen und entwickeln das Verständnis für die point of care Anwendung der Sonografie. Anhand von einfachen Fallvignetten werden in Kleingruppen die wichtigsten Notfallultraschallanwendungen geübt, deren Aussagekraft und die klinische Anwendungssituation erläutert. Als Grundlage für diesen Kurs dient der Posten C am Notfall-Refresher-Tag.</p> <p><b>Brush-Up</b> Die Studierenden werden im Selbststudium alle Notfallinhalte anhand eines Moodle Kurses repetieren und ein Quiz machen. Die Resultate des Quiz dienen als Grundlage für eine Repetition von Notfallinhalten im Rahmen von 4 Lektionen.</p> <p><b>Pharmakologie in der Notfallmedizin</b> «Pharmakologie in der Notfallmedizin» dient einerseits als Refresher zum Modul «Pharmakologie für MED» im zweiten Semester und andererseits als Input zum Einsatz der Pharmakologie in der Notfallmedizin. Der Unterricht wird auf Englisch durchgeführt.</p> <p><b>Thementag Notfall</b> Am Thementag Notfall werden vier relevante Themenbereiche der Notfallmedizin behandelt: - Metakognition: Kognitive Verzerrer in der Notfallmedizin - Ethische Aspekte in der Notfallmedizin - Psychologische Aspekte in der Notfallmedizin - Grenzen der Notfallmedizin Nach einem theoretischen Input können die Studierenden in Kleingruppen die Inhalte diskutieren und das erarbeitete Wissen anwenden.</p> <p><b>Notfall ohne Hilfsmittel</b> Die Studierenden werden einen Postenlauf mit mehreren Notfallsituationen durchlaufen, welche ohne klinische Hilfsmittel gelöst werden müssen. Der Fokus liegt dabei auf der medizinischen Erstversorgung von Patientinnen, damit diese zu einem späteren Zeitpunkt umfassend behandelt werden können.</p> <p><b>OSCE-Übung</b> Die Studierenden werden in 4er Gruppen vier OSCE-Übungen durchlaufen, wobei jeder Person einmal eine der folgenden Rollen einnimmt: Ärztin, Beobachterin, Filmerin und Timekeeperin. Der Fokus der Übung ist das Feedback der Dozierenden und der Reflektion in der Gruppe. Ergänzend wird eine Notfall-Transferaufgabe in der Gruppe gelöst und die zwei praktische Übungen nochmals geübt.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Alle medizinischen und klinischen Module 1.-5. Semester.

377-0680-00L	Skills Lab (Frühlingssemester)	W	0 KP	1U	M. Useini, C. Schlegel
Kurzbeschreibung	Das Skills Lab MED steht Medizinstudierenden an der ETH als Ort des Lern- und Übungsort für praktische Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Verfügung. Kontinuierlich werden verschiedene Kurse im Peer Tutoring oder mit Dozierenden angeboten.				
Inhalt	Es werden folgende Skills angeboten:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legen einer peripheren Verweilkanüle (Peer Teaching)</li> <li>- Optimierung der Ultraschallgeräteeinstellung, Hals- &amp; Schilddrüsen-Sonographie (Peer Teaching)</li> <li>- ultraschall-gesteuerte periphere Venenpunktion (Peer Teaching)</li> <li>- Nähkurs</li> <li>- Wundverband</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Für den Besuch des Skills Labs ist eine Modulbelegung notwendig. Die einzelnen Skills Durchführungen können ab Semesterstart via Moodle-Kurs belegt werden. Das Skills Lab ist freiwillig und in jedem Semester möglich. Die Infos zu den diversen Angeboten finden Sie im Moodle-Kurs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert gefördert	
377-0681-00L	Grundkurs Abdomen	W	0 KP	A. L. Serra, M. Useini, weitere Dozierende	
Kurzbeschreibung	Der «Grundkurs Abdomen» ist die Fortsetzung vom Ultraschall-Grundkurs im Herbstsemester. Er umfasst die Ultraschallanatomie des Abdomens und die systematische Untersuchung der Organe. Der erfolgreiche Abschluss der beiden Teile führt zum SGUM Grundkurs Abdomen Zertifikat.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen der physikalischen Grundlagen der Sonographie.</li> <li>• Ultraschall Anatomie des Abdomens</li> <li>• Kennen und können der typischen Einstellungen für Abdomen-, eFAST- und MSK-Sonographie</li> <li>• Systematische Untersuchung der Organe</li> <li>• Probandenführung im Ultraschall</li> <li>• Kennen der wichtigsten Artefakte und deren Nützlichkeit für die Sonographie</li> <li>• SGUM Grundkurs Abdomen Zertifikat bei erfolgreichem Abschluss aller Teile</li> </ul>				
Inhalt	Der Grundkurs Abdomen baut auf dem Ultraschall-Grundkurs auf und ermöglicht den Studierenden in insgesamt 8 zusätzlichen Lektionen die Erlangung weiterer Ultraschallfertigkeiten. Neben der Vertiefung der Ultraschallanatomie des Abdomens und der systematischen Organdarstellung erwerben die Studierenden spezifische Kenntnisse in den Bereichen Abdomen-, eFAST- und MSK-Sonographie. Dieser praxisorientierte Kurs beinhaltet auch die Probandenführung im Ultraschall und vermittelt ein grundlegendes Verständnis für die wichtigsten Artefakte und deren Bedeutung in der Sonographie. Die erworbenen Fähigkeiten werden durch eine OSCE-Prüfung am Ende des Kurses geprüft. Nach erfolgreichem Abschluss aller Teile erhalten die Studierenden das SGUM-Grundkurs Abdomen Zertifikat.				

#### Humanmedizin Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Informatik (Allgemeines Angebot)

## ► Allgemein zugängliche Seminare und Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>251-0100-00L</b>	<b>Kolloquium für Informatik</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Informatik, zu denen auch Auswärtige kostenlos eingeladen sind. Zu Semesterbeginn erscheint jeweils ein ausführliches Programm.				
Lernziel	Das Kolloquium des Departements Informatik bietet die Gelegenheit, international renommierte Wissenschaftler zu aktuellen Themen der Informatik zu hören. Die Veranstaltungsreihe wird jedes Semester gehalten und umfasst auch Antritts- und Abschiedsvorlesungen der Professorinnen und Professoren des Departements. Das Kolloquium ist öffentlich und Besucher sind sehr willkommen.				
Inhalt	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Informatik, zu denen auch Auswärtige kostenlos eingeladen sind. Zu Semesterbeginn erscheint jeweils ein ausführliches Programm.				

## ► Informatik für Nichtinformatiker

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0002-00L</b>	<b>Datenstrukturen &amp; Algorithmen</b>	<b>Z</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Fischer, F. Friedrich Wicker</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt die Grundlagen für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen. Anhand klassischer Probleme werden gängige Datenstrukturen, Algorithmen und Paradigmen für den Algorithmenentwurf diskutiert. Der Kurs umfasst auch eine Einführung in die parallele und nebenläufige Programmierung und das Programmiermodell von C++ wird eingehend diskutiert.				
Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen. Wissen um die Chancen, Probleme und Grenzen der parallelen und nebenläufigen Programmierung. Vertiefter Einblick in ein modernes Programmiermodell anhand der Programmiersprache C++.				
Inhalt	<p>Datenstrukturen und Algorithmen: Mathematische Tools für die Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionenwachstum, Rekursionsgleichungen, Rekursionsbäume), informelle Beweise für die Korrektheit von Algorithmen (Invarianten und Codetransformation), Entwurfsparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Induktion, Divide-and-Conquer, Sweep-Line-Methode, Backtracking und dynamische Programmierung), klassische algorithmische Probleme (Suche, Auswahl und Sortierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verketzte Listen, Hash-Tabellen, balancierte Suchbäume, Quad-Trees, Heaps, Union-Find), weitere Tools für die Laufzeitanalyse (z.B. amortisierte Analyse). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird anhand von geometrischen Problemen (konvexe Hülle, Linienschnitte, dichteste Punktepaare) und Graphenalgorithmen (Traversierungen, topologische Sortierung, transitive Hülle, kürzeste Pfade, minimale Spannbäume, maximaler Fluss) illustriert.</p> <p>Programmiermodell von C++: korrekte und effiziente Speicherbehandlung, generische Programmierung mit Templates, funktionale Ansätze mit Funktoren und Lambda-Ausdrücken.</p> <p>Parallele Programmierung: Konzepte der parallelen Programmierung (Amdahl/Gustavson, Task/Daten-Parallelität, Scheduling), Probleme der Nebenläufigkeit (data races, bad interleavings, memory reordering), Prozess-Synchronisation und Kommunikation in einem Shared-Memory-System (Mutual Exclusion, Semaphoren, Monitore, Condition-Variablen), Fortschrittsbedingungen (Deadlock-Freiheit, Starvation).</p> <p>Die im Kurs vermittelten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.</p> <p>Die Übungen werden in Code-Expert, einer Online-IDE und einem Übungsmanagementsystem, durchgeführt.</p> <p>Alle benötigten mathematischen Tools ausserhalb des Schulwissens werden im Kurs behandelt, einschliesslich einer Einführung zur Graphentheorie.</p>				
Literatur	(auf der Kurshomepage angegeben)				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: Vorlesung 252-0835-00L Informatik I 252-0835-00L oder äquivalente Kenntnisse in der Programmierung mit C++.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahe Programmieren mit Python</b>	<b>Z</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	<p>In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortialgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol> <p>Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.</p>				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				

Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	
<b>252-0842-00L</b>	<b>Programmieren und Problemlösen</b>	<b>Z</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>
	<i>Belegungsfrist: 16.02.2024</i>			<b>D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.			
Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmen-Design Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.			
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>			
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/</a>			
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.			
Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahes Programmieren mit Python (252-0840-02)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	
<b>252-0846-00L</b>	<b>Informatik II</b>	<b>Z</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs behandelt Grundlagen für das Programmieren und Arbeiten mit Daten. Informatik II legt die Grundlage für das Verständnis, den Entwurf und die Analyse von Algorithmen und Datenstrukturen.			
Lernziel	Basierend auf Kenntnissen aus der Vorlesung Informatik I ist das primäre Ziel dieses Kurses das konstruktive Wissen über Datenstrukturen und Algorithmen. Nach erfolgreichem Besuch des Kurses beherrschen die Teilnehmer die Mechanismen zum Erstellen eines Programms in Python und zum Arbeiten mit mehrdimensionalen Daten mithilfe von Python-Bibliotheken. Die Studierenden verstehen insbesondere, wie ein algorithmisches Problem mit einem ausreichend effizienten Computerprogramm gelöst werden kann. Sekundäre Bildungsziele sind formales Denken, die Macht der Abstraktion und Modellierungsfähigkeiten. In dem Fach "Informatik II" wird die Kompetenz Modellierung, Programmieren und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.			
Inhalt	Einführung von Python: von Java zu Python, erweiterte Konzepte und integrierte Datenstrukturen in Python; Analysieren von Daten, Bearbeiten von Daten mit Numpy und Visualisieren mit Matplotlib; mathematische Werkzeuge zur Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionswachstum, Rekurrenzgleichungen, Rekurrenz bäume); klassische algorithmische Probleme (Suchen, Auswahl und Sortieren), Entwurfparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Divide and Conquer und dynamische Programmierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verknüpfte Listen, Bäume, Heaps, Hash-Tabellen). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird mit Graph-Algorithmen (Traversieren, Topologische Sortierung, Kürzeste Wege, Minimaler Spannbaum, Maximaler Fluss) und geometrischen Algorithmen (Scanline) veranschaulicht. Die im Kurs bereitgestellten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und veranschaulicht.			
	Die in diesem Kurs verwendete Programmiersprache ist Python.			
	Die Übungen werden in Code Expert, einem Online-IDE- und Übungsmanagementsystem, durchgeführt.			
Skript	Die Folien werden auf der Vorlesungswebseite zum Herunterladen bereitgestellt.			
Literatur	Thomas Ottmann, Peter Widmayer, Algorithmen und Datenstrukturen, Springer 2012			
	T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg, 2010			
	Aditya Y. Bhargava, Algorithmen Kapiere, mitp 2019			
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Kurs 252-0845 Informatik I oder äquivalente Programmierkenntnisse. Alle erforderlichen mathematischen Werkzeuge über Schulniveau werden behandelt, einschließlich einer grundlegenden Einführung in die Graphentheorie.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>252-0848-00L</b>	<b>Informatik I</b>	<b>Z</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Schwerhoff, R. Sasse</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet eine Einführung in das Programmieren mit einem Fokus auf systematischem algorithmischem Problemlösen. Lehrsprache ist C++. Es wird keine Programmiererfahrung vorausgesetzt.				
Lernziel	Primäres Lernziel der Vorlesung ist die Befähigung zum Programmieren mit C++. Studenten beherrschen nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung die Mechanismen zum Erstellen eines Programms, sie kennen die fundamentalen Kontrollstrukturen, Datenstrukturen und verstehen, wie man ein algorithmisches Problem in ein Programm abbildet. Sie haben eine Vorstellung davon, was "hinter den Kulissen" passiert, wenn ein Programm übersetzt und ausgeführt wird. Sekundäre Lernziele der Vorlesung sind das Computer-basierte, algorithmische Denken, Verständnis der Möglichkeiten und der Grenzen der Programmierung und die Vermittlung der Denkart eines Computerwissenschaftlers.				
Inhalt	Wir behandeln fundamentale Datentypen, Ausdrücke und Anweisungen, (Grenzen der) Computerarithmetik, Kontrollanweisungen, Funktionen, Felder, zusammengesetzte Strukturen und Zeiger. Im Teil zur Objektorientierung werden Klassen, Vererbung und Polymorphie behandelt, es werden exemplarisch einfache dynamische Datentypen eingeführt. Die Konzepte der Vorlesung werden jeweils durch Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.				
Skript	Vorlesungsfolien und weiteres Material wird auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				
Literatur	Bjarne Stroustrup: Einführung in die Programmierung mit C++, Pearson Studium, 2010 Stephen Prata: C++ Primer Plus, Sixth Edition, Addison Wesley, 2012 Andrew Koenig and Barbara E. Moo: Accelerated C++, Addison-Wesley, 2000.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>252-3900-00L</b>	<b>Big Data for Engineers</b>	<b>Z</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>G. Fourny</b>
	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>				
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.  The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.  This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".  Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.  The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.  After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.				

Inhalt This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.

It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.

We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.

No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.

- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores
- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)
- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)
- data shapes and models (tables, trees)
- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, \*, +)
- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)
- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)
- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)
- resource management (YARN)
- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)
- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)
- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)
- applications.

Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.

Skript <https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/>

Literatur Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.

Voraussetzungen / Besonderes This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.

Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.

Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
		Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken	gefördert geprüft	
	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert	

#### Informatik (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Informatik Bachelor

## ► Basisprüfung

### ►► Basisprüfungsblock 1

Die Fächer des Blocks 1 werden im Herbstsemester angeboten.

### ►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0212-16L</b>	<b>Analysis I</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>R. Prohaska</b>
Kurzbeschreibung	Reelle und komplexe Zahlen, Vektoren, Grenzwerte, Folgen, Reihen, Potenzreihen, Funktionen, Stetigkeit, Differential- und Integralrechnung einer Variablen				
Lernziel	Reelle und komplexe Zahlen, Vektoren, Grenzwerte, Folgen, Reihen, Potenzreihen, Funktionen, Stetigkeit, Differential- und Integralrechnung einer Variablen				
Skript	Analysis I D-INFK, Prof. Marc Burger, Mai 2023 Das Skript wird auf der Vorlesungshomepage zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Ingenieur Analysis 1, C. Blatter Ingenieur Analysis 2, C. Blatter Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1, L. Papula Analysis 1, T. Michaels Analysis 1, K. Königsberger Calculus Volume 1, T. Apostol Mathematical Analysis, T. Apostol				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>227-0003-10L</b>	<b>Digital Design and Computer Architecture</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>F. K. Gürkaynak, S. Sadrosadati</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung ist eine erste Einführung in das Design digitaler Schaltungen und die Computerarchitektur. Sie deckt die technischen Grundlagen wie eine Computerplattform von Grund auf entworfen wird ab. Sie stellt verschiedene Ausführungsparadigmen, Hardwarebeschreibungssprachen und Prinzipien im digitalen Design und der Computerarchitektur vor.				
Lernziel	Diese Lehrveranstaltung ist eine erste Annäherung an die Computerarchitektur. Die Studenten lernen das Design digitaler Schaltkreise, um: - die Grundlagen, - die (Design-)Prinzipien, - und die Präzedenzfälle (in der Computerarchitektur) zu verstehen. Auf der Grundlage dieses Verständnisses wird von den Studierenden erwartet, dass sie: - lernen wie ein moderner Computer intern von Grund auf funktioniert, - die Kompromisse verschiedener Designs und Ideen bewerten können, - ein fundiertes Design (eines einfachen Mikroprozessors) implementieren können, - immer komplexere Systeme systematisch austesten können, - hoffentlich darauf vorbereitet sind, neuartige Out-of-the-Box-Designs zu entwickeln. Der Fokus liegt auf Grundlagen, Prinzipien, Präzedenzfällen und deren Verwendung um gute Designs zu erstellen/umzusetzen.				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung besteht aus den folgenden Hauptblöcken: - Aktuelle Hauptthemen der Computerarchitektur: Prinzipien, Mysterien, motivierende Fallstudien und Beispiele. - Digital Logic Design: Kombinationslogik, sequentielle Logik, Hardwarebeschreibungssprachen, FPGAs, Timing und Verifikation. - Grundlagen der Computerarchitektur: Von Neumann-Computermodell, Befehlssatzarchitektur, Assembly-Programmierung, Mikroarchitektur, Mikroprogrammierung. - Grundlagen des Prozessordesigns: Pipelining, Out-of-Order-Ausführung, Verzweigungsvorhersage. - Verarbeitungs-Paradigmen: Out-of-Order-Ausführung, Datenfluss, superskalare Ausführung, Decoupled Access/Execute, VLIW, SIMD-Prozessoren, GPUs, systolische Arrays, Multithreading. - Speichersystem: Speicherorganisation, Speichertechnologien, Speicherhierarchie, Caches, Prefetching, virtueller Speicher.				
Skript	Alle Unterlagen (inklusive Vorlesungsfolien) werden auf der Website der Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt: <a href="http://safari.ethz.ch/ddca/">http://safari.ethz.ch/ddca/</a> Die Videoaufzeichnung der Vorlesung wird voraussichtlich bereitgestellt. Es kann dabei zu Verzögerungen kommen.				
Literatur	Die offiziellen Lehrbücher dieser Lehrveranstaltung sind "Introduction to Computing Systems" von Patt und Patel, und "Digital Design and Computer Architecture" von Harris und Harris. Da dieser Kurs auf dem neuesten Stand ist, gibt es kein Lehrbuch das alle Themen abdeckt. Deswegen werden wir die Pflichtlektüre und die empfohlene Literatur für jede Vorlesung bereitstellen. Diese besteht hauptsächlich aus zwei Lehrbüchern und wichtigen Artikeln, die für das Verständnis aktueller Computerarchitekturen essentiell sind.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>252-0029-00L</b>	<b>Parallele Programmierung</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>T. Hoefler, B. Solenthaler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in das parallele Programmieren: nicht-deterministische und deterministische Programme, Modelle fuer parallele Programme, Synchronization, Kommunikation und Fairness.				
Lernziel	Einführung in das parallele Programmieren: nicht-deterministische und deterministische Programme, Modelle fuer parallele Programme, Synchronization, Kommunikation und Fairness. Uebungen beschaeftigen sich mit Threads in moderne Programmiersprachen (Java, C#) und die Ausfuehrung von parallelen Programmen auf Multi-Prozessor/Multi-Core basierten Systemen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert

---

<b>252-0030-00L</b>	<b>Algorithmen und Wahrscheinlichkeit</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>R. Kyng, A. Steger</b>
Kurzbeschreibung	Es werden klassische Algorithmen aus verschiedenen Anwendungsbereichen vorgestellt. In die diskrete Wahrscheinlichkeitstheorie wird eingeführt und das Konzept randomisierter Algorithmen an verschiedenen Beispielen vorgestellt.				
Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse von Algorithmen. Grundlagen der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie und ihrer Anwendung in der Algorithmen.				
Inhalt	Fortsetzung der Vorlesung Algorithmen und Datenstrukturen des ersten Semesters.				

### ► Grundlagenfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0058-00L</b>	<b>Formal Methods and Functional Programming</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>D. Basin, P. Müller</b>
Kurzbeschreibung	In this course, participants will learn about new ways of specifying, reasoning about, and developing programs and computer systems. The first half will focus on using functional programs to express and reason about computation. The second half presents methods for developing and verifying programs represented as discrete transition systems.				
Lernziel	In this course, participants will learn about new ways of specifying, reasoning about, and developing programs and computer systems. Our objective is to help students raise their level of abstraction in modeling and implementing systems.				
Inhalt	<p>The first part of the course will focus on designing and reasoning about functional programs. Functional programs are mathematical expressions that are evaluated and reasoned about much like ordinary mathematical functions. As a result, these expressions are simple to analyze and compose to implement large-scale programs. We will cover the mathematical foundations of functional programming, the lambda calculus, as well as higher-order programming, typing, and proofs of correctness.</p> <p>The second part of the course will focus on deductive and algorithmic validation of programs modeled as transition systems. As an example of deductive verification, students will learn how to formalize the semantics of imperative programming languages and how to use a formal semantics to prove properties of languages and programs. As an example of algorithmic validation, the course will introduce model checking and apply it to programs and program designs.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft		
<b>252-0063-00L</b>	<b>Data Modelling and Databases</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>G. Alonso</b>
Kurzbeschreibung	Data modelling (Entity Relationship), relational data model, relational design theory (normal forms), SQL, database integrity, transactions and advanced database engines				
Lernziel	Introduction to relational databases and data management. Basics of SQL programming and transaction management.				
Inhalt	The course covers the basic aspects of the design and implementation of databases and information systems. The courses focuses on relational databases as a starting point but will also cover data management issues beyond databases such as: transactional consistency, replication, data warehousing, other data models, as well as SQL.				
Literatur	Kemper, Eickler: Datenbanksysteme: Eine Einführung. Oldenbourg Verlag, 7. Auflage, 2009.				
	Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book. Pearson, 2. Auflage, 2008.				
<b>252-0064-00L</b>	<b>Computer Networks</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>A. Perrig, T. Roscoe, H. Duan, J. H. Kwon</b>
	<i>Exercise sessions will start in the second week of the semester.</i>				
Kurzbeschreibung	This introductory course on computer networking covers essential network technologies from every layer of the networking stack, ranging from networked applications over transport protocols and routing paradigms all through the physical layer.				
Lernziel	Students will get a comprehensive overview of the key protocols and the architecture of the Internet, as one example of more general principles in network design. Students will also acquire hands-on experience in programming different aspects of a computer networks. Apart from the state-of-the-art in networking practice, students will explore the rationale for the design choices that networks in the past have made, and where applicable, why these choices may no longer be ideal.				
Skript	The slides for each lecture will be made available through the course Web page, along with additional reference material.				
Literatur	Computer Networking: A Top-Down Approach, James F. Kurose and Keith W. Ross. Pearson; 7th edition (May 6, 2016)				
Voraussetzungen / Besonderes	The bonus projects use programming in C and Python. ETH courses in the Bachelor track before this course already cover this. For other students, e.g., exchange, please take note of this requirement: you can still take the course and get a good (even 6/6) grade, but if you don't fulfill this prerequisite, you are disadvantaged compared to others who can get the bonus points.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

<b>401-0614-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeit und Statistik</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>E. W. Farkas</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik				
Lernziel	a) Fähigkeit, die behandelten wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden zu verstehen und anzuwenden				
	b) Probabilistisches Denken und stochastische Modellierung				
	c) Fähigkeit, einfache statistische Tests selbst durchzuführen und die Resultate zu interpretieren				
Inhalt	Wahrscheinlichkeitsraum, Wahrscheinlichkeitsmass, Zufallsvariablen, Verteilungen, Dichten, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Gesetz der grossen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz, grosse Abweichungen, Chernoff-Schranken, Maximum-Likelihood-Schätzer, Momentenschätzer, Tests, Neyman-Pearson Lemma, Konfidenzintervalle				

### ► Kernfächer

#### ►► Vertiefung Systems and Software Engineering

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0216-00L</b>	<b>Rigorous Software Engineering</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>M. Vechev, M. Schwerhoff</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of techniques to build correct software, with a strong focus on testing and program analysis.				
Lernziel	The course has two main objectives:				
	- Understand the core techniques for building correct software.				
	- Understand how to apply these techniques in practice.				
Inhalt	The course presents an overview of techniques to build correct software, including:				
	- Code documentation				
	- Modularity and coupling (Design patterns)				
	- Dynamic program analysis (Testing, fuzzing, concolic execution)				
	- Static program analysis (Numerical abstract interpretation, pointer analysis, symbolic execution)				
	- Formal modeling (Alloy)				
	In addition, students apply the learned techniques to solve a group project in the area of program analysis.				
Literatur	Will be announced in the lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			

#### ►► Vertiefung Information and Data Processing

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>
--------	---

Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>
---------------------------------	--

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

## ►► Vertiefung Theoretical Computer Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0211-00L	Information Security	O	8 KP	4V+3U	D. Basin, D. Hofheinz

**Kurzbeschreibung** This course provides an introduction to Information Security. The focus is on fundamental concepts and models, basic cryptography, protocols and system security, and privacy and data protection. While the emphasis is on foundations, case studies will be given that examine different realizations of these ideas in practice.

**Lernziel** Master fundamental concepts in Information Security and their application to system building. (See objectives listed below for more details).

**Inhalt**

1. Introduction and Motivation (OBJECTIVE: Broad conceptual overview of information security) Motivation: implications of IT on society/economy, Classical security problems, Approaches to defining security and security goals, Abstractions, assumptions, and trust, Risk management and the human factor, Course overview.
2. Foundations of Cryptography (OBJECTIVE: Understand basic cryptographic mechanisms and applications) Introduction, Basic concepts in cryptography: Overview, Types of Security, computational hardness, Abstraction of channel security properties, Symmetric encryption, Hash functions, Message authentication codes, Public-key distribution, Public-key cryptosystems, Digital signatures, Application case studies, Comparison of encryption at different layers, VPN, SSL, Digital payment systems, blind signatures, e-cash, Time stamping
3. Key Management and Public-key Infrastructures (OBJECTIVE: Understand the basic mechanisms relevant in an Internet context) Key management in distributed systems, Exact characterization of requirements, the role of trust, Public-key Certificates, Public-key Infrastructures, Digital evidence and non-repudiation, Application case studies, Kerberos, X.509, PGP.
4. Security Protocols (OBJECTIVE: Understand network-oriented security, i.e.. how to employ building blocks to secure applications in (open) networks) Introduction, Requirements/properties, Establishing shared secrets, Principal and message origin authentication, Environmental assumptions, Dolev-Yao intruder model and variants, Illustrative examples, Formal models and reasoning, Trace-based interleaving semantics, Inductive verification, or model-checking for falsification, Techniques for protocol design, Application case study 1: from Needham-Schroeder Shared-Key to Kerberos, Application case study 2: from DH to IKE.
5. Access Control and Security Policies (OBJECTIVES: Study system-oriented security, i.e., policies, models, and mechanisms) Motivation (relationship to CIA, relationship to Crypto) and examples Concepts: policies versus models versus mechanisms, DAC and MAC, Modeling formalism, Access Control Matrix Model, Roll Based Access Control, Bell-LaPadula, Harrison-Ruzzo-Ullmann, Information flow, Chinese Wall, Biba, Clark-Wilson, System mechanisms: Operating Systems, Hardware Security Features, Reference Monitors, File-system protection, Application case studies
6. Anonymity and Privacy (OBJECTIVE: examine protection goals beyond standard CIA and corresponding mechanisms) Motivation and Definitions, Privacy, policies and policy languages, mechanisms, problems, Anonymity: simple mechanisms (pseudonyms, proxies), Application case studies: mix networks and crowds.
7. Larger application case study: GSM, mobility

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
Persönliche Kompetenzen			

## ► Wahlfächer

*Es können auch Lehrveranstaltungen aus dem Master-Studiengang in Informatik gewählt werden. Es liegt in der Verantwortung der Studierenden, sicherzustellen, dass sie die Voraussetzungen für diese Lehrveranstaltungen erfüllen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0055-00L	Information Theory	W	4 KP	2V+1U	T. Hofmann

**Kurzbeschreibung** This short course on information theory will introduce fundamental concepts such as entropy, information, sufficiency, typicality, concentration and will present a range of topics from data coding, statistics, inference, decision-making and learning that relate in interesting ways to information theory.

**Lernziel** The goal of the course is to familiarize students with the foundations of information theory and to illustrate its practical use across a wide range of applications.

Inhalt	Part 1: Information - Entropy & Information, Sufficiency, Typicality & Concentration Part 2: Coding - Data Compression, Rate-Distortion Theory, Channel Coding Part 3: Inference - Statistical Inference, Maximum Entropy inference, Algorithmic Complexity Part 4: Decisions - Betting Games, Optimal Investment, Evolution Part 5: Learning - Memory, Auto-encoding  (may be subject to change)		
Skript	A script will be distributed over the course of the semester.		
Literatur	T. Cover, J. Thomas: Elements of Information Theory, John Wiley, 1991.		
	D. MacKay, Information Theory, Inference and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Probability and Statistics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert
<b>252-0341-01L</b>	<b>Information Retrieval</b>	<b>W 4 KP</b>	<b>2V+1U G. Fourny</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to information retrieval with a focus on text documents and unstructured data.		
Lernziel	<p>Main topics comprise document modelling, various retrieval techniques, indexing techniques, query frameworks, optimization, evaluation and feedback.</p> <p>We keep accumulating data at an unprecedented pace, much faster than we can process it. While Big Data techniques contribute solutions accounting for structured or semi-structured shapes such as tables, trees, graphs and cubes, the study of unstructured data is a field of its own: Information Retrieval.</p> <p>After this course, you will have in-depth understanding of broadly established techniques in order to model, index and query unstructured data (aka, text), including the vector space model, boolean queries, terms, posting lists, dealing with errors and imprecision.</p> <p>You will know how to make queries faster and how to make queries work on very large datasets. You will be capable of evaluating the quality of an information retrieval engine.</p> <p>Finally, you will also have knowledge about alternate models (structured data, probabilistic retrieval, language models) as well as basic search algorithms on the web such as Google's PageRank.</p>		
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Boolean retrieval: the basics of how to index and query unstructured data.</li> <li>3. Term vocabulary: pre-processing the data prior to indexing: building the term vocabulary, posting lists.</li> <li>4. Tolerant retrieval: dealing with spelling errors: tolerant retrieval.</li> <li>5. Index construction: scaling up to large datasets.</li> <li>6. Index compression: how to improve performance by compressing the index in various ways.</li> <li>7. Ranked retrieval: how to ranking results with scores and the vector space model</li> <li>8. Scoring in a bigger picture: taking ranked retrieval to the next level with various improvements, including inexact retrieval</li> <li>9. Probabilistic information retrieval: how to leverage Bayesian techniques to build an alternate, probabilistic model for information retrieval</li> <li>10. Language models: another alternate model based on languages, automata and document generation</li> <li>11. Evaluation: precision, recall and various other measurements of quality</li> <li>12. Web search: PageRank</li> <li>13. Wrap-up.</li> </ol> <p>The lecture structure will follow the pedagogical approach of the book (see material).</p> <p>The field of information retrieval also encompasses machine learning aspects. However, we will make a conscious effort to limit overlaps, and be complementary with, the Introduction to Machine Learning lecture.</p>		
Literatur	C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge in elementary set theory, logics, linear algebra, data structures, abstract data types, algorithms, and probability theory (at the Bachelor's level) is required, as well as programming skills (we will use Python).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>252-0820-00L</b>	<b>Information Technology in Practice</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>M. Brandis</b>
Kurzbeschreibung	The course is designed to provide students with an understanding of "real-life" computer science challenges in business settings and teach them how to address these.				
Lernziel	Students will learn important considerations of companies when applying information technology in practice, including costs, economic value and risks of information technology use, or impact of information technology on business strategy and vice versa. They will get insight into how companies have used or are using information technology to be successful. Students will also learn how to assess information technology decisions from different viewpoints, including technical experts, IT managers, business users, and business top managers.				
Inhalt	<p>The course will equip participants to understand the role computer science and information technology plays in different companies and to contribute to respective decisions as they enter into practice.</p> <p>The course consists of multiple lectures on economics of information technology, business and IT strategy, and how they are interlinked, and a set of relevant case studies. They address how companies become more successful using information technology, how bad information technology decisions can hurt them, and they look into a number of current challenges companies face regarding their information technology.</p> <p>The cases are taken both from documented international case studies as well as from Swiss companies participating in the course.</p> <p>The learned concepts will be applied in exercises, which form a key component of the course.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course builds on the earlier "Case Studies from Practice" course, with a stronger focus on learning key concepts of information technology use in practice and applying them in exercises, and only a limited number of case studies.</p> <p>The course prepares students for participation in the subsequent "Case Studies from Practice Seminar", which provides deeper insights into actual cases and how to solve them.</p> <p>The course is limited to 30 participants.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human CComputer Interfaces (HCI).				
Lernziel	<p>Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien.</p> <p>Studierende sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>				
Inhalt	<p>Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.</p> <p>Lehrmodule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe</li> <li>- Einordnung der VR in Geschäftsprozesse</li> <li>- Die Erzeugung virtueller Welten</li> <li>- Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität</li> <li>- Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten</li> </ul>				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF</p> <p>Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams</p>				
<b>227-0085-59L</b>	<b>Hands-On Deep Learning</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>R. Wattenhofer</b>

Kurzbeschreibung	The lab introduces deep learning through the PyTorch framework in a series of hands-on exercises. You will learn about various network structures as building blocks and how to use them to solve introductory examples and course challenges. After attending the course, you will be familiar with multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, transformer encoders,
Lernziel	The objective of this course is to expose students to both common and cutting-edge neural architectures and to build intuition about their inner working by the means of examples. Students learn about various network structures as building blocks and use them to solve worked examples and course challenges. After attending this course, students will be familiar with multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, transformer encoders, graph convolutional/isomorphism/attention networks, and autoencoders. After attending this course, students will be familiar with multi-layer perceptrons, convolutional neural networks, recurrent neural networks, transformer encoders, graph convolutional/isomorphism/attention networks, and autoencoders.
Skript	Python Notebooks will be distributed to students before every session.

---

**401-0674-00L Numerical Methods for Partial Differential Equations W 10 KP 2G+2U+2P+4A R. Hiptmair**  
*Nicht für Studierende BSc/MSc Mathematik*

Kurzbeschreibung	Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations: convection-diffusion, heat equation, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.		
Lernziel	Main skills to be acquired in this course: * Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently. * Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations. * Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory * Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm. * Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations. * Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.		
Inhalt	This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages. Second-order scalar elliptic boundary value problems Finite-element methods (FEM) FEM: Convergence and Accuracy Non-linear elliptic boundary value problems Second-order linear evolution problems Convection-diffusion problems Numerical methods for conservation laws		
Skript	The lecture will be taught in flipped classroom format: - Video tutorials for all thematic units will be published online. - Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF. - A comprehensive lecture document will cover all aspects of the course, see <a href="https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf">https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf</a>		
Literatur	Chapters of the following books provide supplementary reading (detailed references in course material): * D. Braess: Finite Elemente, Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2007 (available online). * S. Brenner and R. Scott. Mathematical theory of finite element methods, Springer 2008 (available online). * A. Ern and J.-L. Guermond. Theory and Practice of Finite Elements, volume 159 of Applied Mathematical Sciences. Springer, New York, 2004. * Ch. Großmann and H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer 2007. * W. Hackbusch. Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment, volume 18 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer, Berlin, 1992. * P. Knabner and L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, volume 44 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003. * S. Larsson and V. Thomée. Partial Differential Equations with Numerical Methods, volume 45 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003. * R. LeVeque. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.		
Voraussetzungen / Besonderes	However, study of supplementary literature is not important for following the course. Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.  Important: Coding skills and experience in C++ are essential.  Homework assignments involve substantial coding, partly based on a C++ finite element library. The written examination will be computer based and will comprise coding tasks.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert

► **Seminar**

*Es kann auch ein Seminar aus dem Master in Informatik gewählt werden. Es liegt in der Verantwortung der Studierenden, sicherzustellen, dass sie die Voraussetzungen für diese Lehrveranstaltung erfüllen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-2310-00L	<b>Understanding Context-Free Parsing Algorithms</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	W	2 KP	2S	R. Cotterell
Kurzbeschreibung	Parsing context-free grammars is a fundamental problem in natural language processing and computer science more broadly. This seminar will explore a classic text that unifies many algorithms for parsing in one framework.				
Lernziel	Sikke's notion of parsing schemata is explored in depth. The students should take away an understanding and fluency with these ideas.				
Inhalt	Parsing Schemata: A Framework for Specification and Analysis of Parsing Algorithms				

<b>252-2603-00L</b>	<b>Seminar on Systems Security</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Shinde</b>
Kurzbeschreibung	The seminar focuses on critical thinking and critique of fundamental as well as recent advances in systems security.				
Lernziel	The learning objective is to analyze selected research papers published at top systems+security venues and then identify open problems in this space. The seminar will achieve this via several components: reading papers, technical presentations, class discussions, and exploring potential research topics.				
Inhalt	Each student will pick one paper from the selected list, present it in the class, and lead the discussion for that paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students who are either interested in security research or are exploring thesis topics are highly encouraged to take this course. Students with systems/architecture/verification/PL expertise and basic security understanding are welcome.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>252-3510-00L</b>	<b>Computing Platforms</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Alonso, M. J. Giardino</b>
Kurzbeschreibung	The seminar covers core concepts and ideas in the general area of computer systems, ranging from software and hardware architectures to system design for operating systems, data processing systems, and distributed systems.				
Lernziel	The seminar will cover core concepts and ideas in the general area of computer systems, ranging from software and hardware architectures to system design for operating systems, data processing systems, and distributed systems. The focus will be on fundamental ideas that apply across systems and application areas but with an emphasis on those ideas that apply to cloud platforms and hardware acceler				
Inhalt	The seminar will consist on student presentations based on a list of papers that will be provided at the beginning of the course. Presentations will be done in teams. Presentations will be arranged in slots of 30 minutes talk plus 15 minutes questions. Grades will be assigned based on quality of the presentation, coverage of the topic including material not in the original papers, participation during the seminar, and ability to understand, present, and criticize the underlying technology.				
<b>252-3800-00L</b>	<b>Advanced Topics in Mixed Reality</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Holz, A. Wang</b>
Kurzbeschreibung	In the recent years, there have been major technological advances in commercial virtual and augmented reality systems. Those advancements lead to many open challenges in terms of perception and interaction as well as technical challenges. In this course, students present and discuss papers from relevant top-tier research venues to extract techniques and insights from MR research.				
Lernziel	The objective of the seminar is for participants to collectively learn about the state-of-the-art research in Mixed Reality (primarily augmented and virtual reality) and closely related areas. This includes the ability to concisely present results of pioneering as well as state-of-the-art research. Another objective is to collectively discuss open issues in the field and developing a feeling for what constitutes research questions and outcomes in the field of technical Human-Computer Interaction.				
Inhalt	The seminar format is as follows: attendees individually read one full-paper publication, working through its content in detail and possibly covering some of the background if necessary, and present the approach, methodology, research question and implementation as well as the evaluation and discussion in a 20–25 min talk in front of the others. Each presenter will then lead a short discussion about the paper, which is also guided by questions posed to the audience.				
Literatur	24 papers will be provided by the lecturer and distributed in the first seminar on a first-come, first-served basis according to participants' preferences. The lecturer will also give a brief run-down across all 24 papers in a fast-forward style, covering each paper in a single-minute presentation, and outline the difficulties of each project. The schedule is fixed throughout the term with easier papers being presented earlier and more comprehensive papers presented later in the term.				
Voraussetzungen / Besonderes	All students (including students on waiting list) are welcome in the first seminar to see the overview over the papers we will discuss. After assigning papers, the seminar will be limited to 24 attendees, i.e., only enrolled students can participate in the presentations and discussions.				
<b>252-3810-00L</b>	<b>Datacenter Network Monitoring and Management</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Wagenknecht-Dimitrova</b>
Kurzbeschreibung	The seminar addresses questions of network monitoring in datacenters, with focus on security.				
Lernziel	The seminar addresses questions of network monitoring in datacenters, with focus on security. Students will learn about network threats and approaches to prevent and resolve those. Both traditional distributed and modern programmable networks will be discussed. Special attention will be given to the challenge of data collection and data processing for security purposes.				
Inhalt	The seminar focuses on papers in high quality conferences, and whitepapers and blogs from leading industry. Real world incidents will be covered where appropriate. Background reading on datacenter networks and software defined networks is also included. The seminar attempts to strike a balance between understanding the fundamentals and keeping up with novel developments.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
<b>252-4225-00L</b>	<b>Presenting Theoretical Computer Science</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2S</b>	<b>B. Gärtner, D. Komm, R. Kyng, A. Steger, D. Steurer</b>
Kurzbeschreibung	Students present current or classical results from theoretical computer science.		
Lernziel	Students learn to read, understand and present results from theoretical computer science. The main focus and deliverable is a good presentation of 45 minutes that can easily be followed and understood by the audience.		
Inhalt	Students present current or classical results from theoretical computer science.		
Voraussetzungen / Besonderes	The seminar takes place as a block seminar on two Saturdays in April and/or May. Each presentation is jointly prepared and given by two students (procedure according to the seminar's Moodle page). All students must attend all presentations. Participation requires successful completion of the first year, or instructor approval.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft
<b>252-4910-00L</b>	<b>Algorithms with Predictions</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2S</b>	<b>H.-J. Böckenhauer, F. Frei, D. Komm</b>
Kurzbeschreibung	Online algorithms have to answer a sequence of requests without knowing the whole sequence beforehand. We want to survey recent results about how predictions about future requests, given, e.g., by some machine-learning approach, can influence the performance of online algorithms.		
Lernziel	To systematically acquire an overview of the impact of side information on the performance of online algorithms, especially in the context of , e.g., machine-learned, predictions about future requests.		
Inhalt	In the classical model of online algorithms, one assumes that the input is revealed piecewise in the form of requests over time and an algorithm has to respond with a part of the output to each request. While there are many situations in which this model is more realistic than the classical model of computation where the whole input is known in advance, not knowing anything about future requests is a quite pessimistic assumption.  Recently, several approaches have been introduced to incorporate some kind of predictions about future requests into the model. These predictions can, e.g., be based on some statistical knowledge about typical instances or can be generated by some machine-learning approaches.  In this seminar, after some brief introduction to online algorithms, we want to explore the impact of different kinds of predictions on the solution quality of online algorithms.		
Literatur	Each participant will study one aspect of this topic, following a specific scientific publication, and will give a presentation about this topic. The literature will consist of textbook chapters and original research papers and will be provided during the kick-off meeting.		
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should be familiar with the content of the lectures "Algorithmen und Datenstrukturen" (252-0026-00) and "Theoretische Informatik" (252-0057-00).  The presentations will be given in the form of a block course in June 2024, preferably shortly after the end of the normal lectures.  The language can be mixed in German and English in the following sense: The teaching material will be in English, but it will be possible for the participants to give their presentations and hand in their written summaries in German.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert
<b>252-4911-00L</b>	<b>Algorithms for Geometric Problems</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2S</b>	<b>R. Kralovic, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	We discuss a selection of simple combinatorial algorithms for geometric problems. Such algorithms and problems are characterized by the fact that they deal with geometric primitives such as points and lines, for example in the Euclidean plane.		
Lernziel	To get an overview over some of the fundamental problems in computational geometry. To get a taste of the relevant techniques and the challenges that arise when designing algorithms for geometric problems. To get some experience in giving a clear, accurate, and hopefully exciting presentation in front of a live audience.		

Inhalt	<p>In this seminar, we will give an overview over some of the basic problems and techniques that are relevant to the field of computational geometry. That is, we will study combinatorial algorithms for problems where either the input or the output (or both) consists of geometric objects such as points, line segments, triangles, circles, polygons, triangulations, convex hulls, and more. For the sake of easy visualization, we will mostly consider problems in two (or maybe three) spatial dimensions.</p> <p>Each participant will study one specific topic from either a scientific publication or a section/chapter of a textbook, and will give a presentation about it. The available topics will be selected in such a way that they are easy to understand and appreciate for anyone who is familiar with the basic ideas and techniques of algorithm design, as taught in the Bachelor's program.</p>				
Literatur	Suitable topics from textbooks and original research articles will be provided during the kick-off meeting.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should be familiar with the contents of the lectures "Algorithmen und Datenstrukturen", "Algorithmen und Wahrscheinlichkeit", and "Theoretische Informatik". Having already passed the lecture "Algorithms, Probability, and Computing" would be ideal, but it is not a strict requirement. Previous knowledge in computational geometry is not required.				
Kompetenzen	Starting from the beginning of April, there will be weekly meetings with up to two student presentations.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>252-5256-00L</b>	<b>AI for Science Seminar</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>N. He, Z. Shen</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) offer significant potential to revolutionize the fundamentals of scientific computation and discovery today. The goal of this seminar course is to expose student to the recent development of "AI for Science".				
Lernziel	The aim of this course is to showcase how AI techniques, such as deep learning, can enhance scientific research in the field of Physics. Students will first learn about relevant scientific models, such as key Partial Differential Equations and their associated dynamical systems. They will also explore various AI methods designed to advance traditional approaches. Furthermore, we will guide students through the actual implementation of foundational algorithms, enabling them to address critical scientific issues hands-on.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to related scientific models.</li> <li>2. AI methods designed to address the scientific problem.</li> <li>3. Implementation of some fundamental algorithms.</li> </ol>				
Literatur	The related papers will be released in the first session of the seminar.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of multivariate calculus, linear algebra, probability theory. The student is assumed to be familiar with Python.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-2211-00L</b>	<b>Seminar in Computer Architecture ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Sadrosadati, Y. Liang</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar course covers fundamental and cutting-edge research papers in computer architecture. It has multiple components that are aimed at improving students' (1) technical skills in computer architecture, (2) critical thinking and analysis abilities on computer architecture concepts, as well as (3) technical presentation of concepts and papers in both spoken and written forms.				
Lernziel	The main objective is to learn how to rigorously analyze and present papers and ideas on computer architecture. We will have rigorous presentation and discussion of selected papers during lectures and a written report delivered by each student at the end of the semester.				
	This course is for those interested in computer architecture. Registered students are expected to attend every meeting, participate in the discussion, and create a synthesis report at the end of the course.				



Inhalt	Topics will center around computer architecture. We will, for example, discuss papers on hardware security; accelerators for key applications like machine learning, graph processing and bioinformatics; memory systems; interconnects; processing in memory; various fundamental and emerging paradigms in computer architecture; hardware/software co-design and cooperation; fault tolerance; energy efficiency; heterogeneous and parallel systems; new execution models; predictable computing, etc.		
Skript	All materials will be posted on the course website: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/</a> Past course materials, including the synthesis report assignment, can be found in the Fall 2020 website for the course: <a href="https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php">https://safari.ethz.ch/architecture_seminar/fall2020/doku.php</a>		
Literatur	Key papers and articles, on both fundamentals and cutting-edge topics in computer architecture will be provided and discussed. These will be posted on the course website.		
Voraussetzungen / Besonderes	Digital Design and Computer Architecture OR Digital Circuits / Computer Engineering  Students should (1) have done very well in Digital Design and Computer Architecture, Digital Circuits or a similar course and (2) show a genuine interest in Computer Architecture.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ► Ergänzung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0531-00L	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b> <i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i> 1. Enroll before 09.02.2024 2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to <a href="mailto:cea-course@ibi.baug.ethz.ch">cea-course@ibi.baug.ethz.ch</a> by 09.02.2024 3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents  <i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i>	W	8 KP	7.5P	C. De Wolf
Kurzbeschreibung	The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following: 1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures. 2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.) 3. Communicate the importance and urgency of circular construction. 4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).				
Inhalt	Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials. • They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own. • They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design & construction, and filmmaking is expected from the students. • They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.				
Skript	Language: English Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.				
Literatur	Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348 De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9. Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.				

Voraussetzungen / Besonderes	Interest in Digitalisation and Construction. Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.				
	The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place. All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register: 1. Enroll before 09.02.2024. 2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.				
	Collaborators: Wick upcycling GmbH baubüro insitu ag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				
Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.				
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUality and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.				
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356				
<b>227-0076-00L</b>	<b>Elektrotechnik II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Studer</b>
Kurzbeschreibung	Beschreibung von sinusförmigen Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich, Funktion grundlegender analoger und digitaler Schaltungen sowie von Analog-Digital-Wandlern.				
Lernziel	Sie sind fähig, folgende Inhalte anzuwenden:  - Leistungsanpassung und -berechnung - Aktives und passives Filterdesign - Fourieranalyse von Analogschaltungen - Operationsverstärker, Komparator und Diskriminator - Mit- und Gegenkopplung - Oszillatoren - Abtasten, Aliasing und Quantisieren - Grundkonzepte von AD-Wandler - Grundkonzepte von DA-Wandler - Prinzipielle Funktionsweise von Halbleitern - Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - CMOS Digitalschaltungen - Prozessoren und Speicher  Sie sind fähig, elektrische Netzwerke angeregt durch sinusförmigen Quellen im eingeschwungenen Zustand zu berechnen.  Sie sind fähig, analoge Schaltungen mit invertierenden/nicht-invertierenden Verstärkern, Integratoren, Differentiatoren, Tiefpass/Hochpassfilter und PI-Regler zu berechnen.  Sie sind fähig, analoge Schaltungen mit invertierenden/nicht-invertierenden Komparatoren mit und ohne Hysterese zu berechnen.  Sie sind fähig, digitale Schaltungen zu analysieren und entwickeln.				
Inhalt	Beschreibung von sinusförmigen Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich, Funktion grundlegender analoger und digitaler Schaltungen sowie von Analog-Digital-Wandlern.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		

<b>227-0123-00L</b>	<b>Mechatronik</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>T. M. Gemp</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Mechatronik. Sensoren und Aktoren. Elektronische und hydraulische Leistungsstellglieder. Prozessdatenverarbeitung und Grundlagen der Echtzeitprogrammierung. Multitasking und Multiprocessing. Modelle mechatronischer Systeme. Geometrische, kinematische und dynamische Elemente. Mechanik von Mehrkörpersystemen, systemtheoretische Grundlagen. Mechatronik-Beispiele aus der Industrie.				
Lernziel	Einführung in die theoretischen Grundlagen und die Technik mechatronischer Einrichtungen. Theoretische und praktische Kenntnisse der grundlegenden Elemente eines mechatronischen Systems.				
Inhalt	Einführung in die Mechatronik. Sensoren und Aktoren. Elektronische und hydraulische Leistungsstellglieder. Prozessdatenverarbeitung und Grundlagen der Echtzeitprogrammierung. Multitasking und Multiprocessing. Modelle mechatronischer Systeme. Geometrische, kinematische und dynamische Elemente. Mechanik von Mehrkörpersystemen, systemtheoretische Grundlagen. Mechatronik-Beispiele aus der Industrie.				
Skript	Lehrbuch empfohlen. Ergänzende Vorlesungsdokumentation, Firmendokumentation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundwissen in Elektrotechnik und technischer Mechanik				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
	All written documents in English.				
Literatur	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				
<b>227-0707-00L</b>	<b>Optimization Methods for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Smajic, G. Beccuti</b>
Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierung spielt eine zunehmende Rolle sowohl bei der Entwicklung technischer Produkte als auch bei der Entwicklung numerischer Methoden. Die Studenten sollen lernen, geeignete Verfahren auszuwählen, weiter zu entwickeln und miteinander zu kombinieren um so praktische Probleme effizient zu lösen.				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				

Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				
<b>227-0730-00L</b>	<b>Power Market II - Modeling and Strategic Positioning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Reichelt, G. A. Koepfel</b>
Kurzbeschreibung	Optionen in der Energiewirtschaft Portfolio und Risiko Management: Hedging-Strategien und Risiko Bewertung Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken mit Realoptionen Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten Strategische Positionierung von Energieversorgungsunternehmen				
Lernziel	Die Studenten kennen die wesentlichen Derivate, die in der Elektrizitätswirtschaft zur Anwendung gelangen. Sie können Strategien zur Preisabsicherung erarbeiten bzw. bewerten. Sie verstehen die Optimierung von komplexen Wasserkraftwerksanlagen, kennen die Thematik der Kapazitätsmärkte und der Quotensysteme. Sie kennen die Grundlagen der Discounted Cash-flow (DCF) Methode sowie der Realoptionen und können sie für die Bewertung von Kraftwerken anwenden. Die Studenten können komplexe Energielieferverträge in die einzelnen Komponenten zerlegen und die Risiken identifizieren.				
Inhalt	Optionen in der Energiewirtschaft: Optionsbewertung mit Binominalen Bäumen und der Black-Scholes Formel, Sensitivitäten, implizite Volatilität Portfolio und Risiko Management: Delta- und Gamma-neutrale Preisabsicherung, Vergleich und Bewertung von Hedging-Strategien, Risiko Identifikation und -bewertung (Fallbeispiel) Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken, Projekten und el. Netzen mit der discounted cash-flow Methode und Anwendung von Realoptionen Strategische Positionierung: Erarbeiten von verschiedenen Fällen (mini cases) Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Anwendungen von Derivaten: komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten, flexible Produkte für Stromkunden Quantifizieren des Gegenparteirisikos Marketing des Produktes "Elektrizität"				
Skript	Handouts - all material in English				
Voraussetzungen / Besonderes	2-tägige Exkursion, Referate von Vertretern aus der Wirtschaft  Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225">https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225</a>				
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.  In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>252-5053-00L</b>	<b>What Kind of AI Do We Want? Bringing Artistic and Technological Practices Together</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This is a joint module for BFA students (ZHdK) and BA students of Computer Science (ETH) to bring together artistic and technological perspectives taking place in both universities. Our starting point is to consider «Artificial Intelligence» (AI) as a historical-material practice, that is, shaped by the concrete conditions of its development and use.				
Lernziel	The course will be primarily in English, with occasional German.  We will address the current discourse within our democratically shaped society around trustworthy AI and look at decolonial approaches to AI.  The students get to know a completely new field (art ↔ computer science). They have tested how inspiring interdisciplinary collaboration can be and applied their newly acquired knowledge by designing a practice-oriented project/ AI+Art prototype in mixed groups. In addition, they take away with them the social contribution that can be made with ML.  At the end of the seminar, interdisciplinary teams will develop concepts for joint practice-related projects. - Generative AI Art - Machine Learning for Artists - Bias & Digital Colonialism - Trustworthy AI				

Inhalt	<p>The module consists of presentations covering topics like «Machine Learning for Artists», «Generative AI Art» «Bias &amp; Digital Colonialism», and «Trustworthy AI».</p> <p>The presentations will be discussed in depth and key publications from computer science and art/theory will be read and discussed. Experts from the different fields and artists will be invited and selected artworks will be discussed. At the end of the module, interdisciplinary teams will develop concepts for joint practice-oriented projects.</p> <p>Invited experts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dr. Alexandre R. Puttick, Data Science Researcher, Writer and Educator based in Biel/Berlin.</li> <li>- Dr. Eva Cetinic, postdoctoral researcher at DSI (Digital Society Initiative, UZH)</li> <li>- Dr. Hannes Bajohr, philosopher, literary scholar and poet. Junior Fellow Collegium Helveticum</li> </ul>		
Literatur	<p>Structure, program and references can be found here:  <a href="https://wiki.zhdk.ch/fs/doku.php?id=what_kind_of_ai_do_we_want._the_case_of_generative_ai">https://wiki.zhdk.ch/fs/doku.php?id=what_kind_of_ai_do_we_want._the_case_of_generative_ai</a></p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This module is a cooperation between the Department of Fine Arts (ZHdK) and ETH AI Center. It will take place in both universities (ZHdK + ETHZ), in ZHdK on Monday and Tuesday in the Viaduktraum, Toni Areal, Pfingstweidstrasse 96, 8005 Zürich.</p> <p>It is open to BA students from both institutions and requires no prior technical or theoretical expertise.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>351-0578-00L</b>	<b>Einführung in die Wirtschaftspolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>
	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>  <i>Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i></p>			
Kurzbeschreibung	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.			
Lernziel	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik. Grundsätzliches Verständnis von wirtschaftspolitischen Mechanismen.			
Inhalt	<p>Wirtschaftspolitik ist die Gesamtheit aller Massnahmen von staatlichen Institutionen mit denen das Wirtschaftsgeschehen geregelt und gestaltet wird. Die Vorlesung bietet einen ersten Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.</p> <p>Gliederung der Vorlesung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Wohlfahrtsökonomische Grundlagen: Wohlfahrtsfunktion, Pareto-Optimalität, Wirtschaftspolitik als Mittel-Zweck-Analyse u.a.</li> <li>2.) Wirtschaftsordnungen: Geplante und ungeplante Ordnung</li> <li>3.) Wettbewerb und Effizienz: Hauptsätze der Wohlfahrtsökonomik, Effizienz von Wettbewerbsmärkten</li> <li>4.) Wettbewerbspolitik: Sicherstellung einer wettbewerblichen Ordnung</li> </ol> <p>Gründe für Marktversagen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.) Externe Effekte</li> <li>6.) Öffentliche Güter</li> <li>7.) Natürliche Monopole</li> <li>8.) Informationsasymmetrien</li> <li>9.) Anpassungskosten</li> <li>10.) Irrationalität</li> </ol> <p>11.) Wirtschaftspolitik und Politische Ökonomie</p> <p>Die Vorlesung beinhaltet Anwendungsbeispiele und Exkurse, um eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis der Wirtschaftspolitik herzustellen. Z. B. Verteilungseffekte von wirtschaftspolitischen Massnahmen, Kartellpolitik am Ölmarkt, Internalisierung externer Effekte durch Emissionshandel, moralisches Risiko am Finanzmarkt, Nudging, zeitinkonsistente Präferenzen im Bereich der Gesundheitspolitik</p>			
Skript	Ja (in Form von Vorlesungsslides).			

<b>363-1038-00L</b>	<b>Sustainability Start-Up Seminar</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. H. Sägger</b>
	<p><i>Number of participants limited to 30.</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Participants are lead through a venturing process inspired by Lean and Design Thinking and social innovation methodologies. The course contains problem identification, idea generation and evaluation, team formation, and the development of one entrepreneurial idea per team. Starting points for entrepreneurial ideas are the climate crisis and biodiversity loss.</p>				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students have experienced and know how to take the first steps towards co-creating a venture and potentially company</li> <li>2. Students reflect deeply on sustainability issues (with a focus on climate change &amp; biodiversity) and can formulate a problem statement</li> <li>3. Students believe in their ability to bring change to the world with their own ideas</li> <li>4. Students are able to apply entrepreneurial practices such as e.g. the lean startup approach</li> <li>5. Students have built a first network and know how to proceed and who to approach in case they would like to take their ventures further.</li> </ol>				

**Inhalt** This course is aimed at people with a keen interest to address sustainability issues (with a focus on climate crisis and biodiversity loss) in collaborative and co-creative ways, with a curious mindset, and potentially first ideas for entrepreneurial action!

The seminar consists of a mix of lectures, workshops, individual working sessions, teamwork, and student presentations/pitches. This class is taught by a reflective practitioner of entrepreneurial action for societal transformation. Real-world climate entrepreneurs and experts from the Swiss start-up and sustainability community will be invited to support individual sessions.

All course content is based on latest international entrepreneurship practices and contains continuous processes of self- and world making.

The seminar starts with an introduction to sustainability (with a special focus on climate change & biodiversity), social innovation and entrepreneurship. Students are asked to self-select into an area of their interest in which they will develop entrepreneurial ideas throughout the course.

The first part of the course then focuses on deeply understanding sustainability problems within the area of interest. Through workshops and self-study, students will identify key design challenges, generate ideas, as well as provide systematic and constructive feedback to their peers.

In the second part of the course, students will form teams around their generated ideas. In these teams they will develop a business model and, following the lean start-up process, conduct real-life testing, as well as pivoting of these business models.

In the final part of the course, students present their insights gained from the lean start-up process, as well as pitch their entrepreneurial ideas and business models to an expert jury. The course will conclude with a session that provides students with a network and resources to further pursue their entrepreneurial journey.

**Skript** All material used will be made available to the participants via moodle.

**Literatur** No pre-reading required.

**Voraussetzungen / Besonderes** Prerequisite: Interest in sustainability, entrepreneurship, collaboration and readiness to open up, share and reflect deeply.

**Notes:**

1. It is not required that participants already have an idea for entrepreneurial action at the beginning of the course.
2. Focus is on entrepreneurial action which can take many forms. Eg. startup, SME, campaign, intrapreneurial action, non-profit, ...
2. No legal entities (e.g. GmbH, Association, AG) need to be founded for this course.

**Target participants:**

PhD students, Msc students and MAS students from all departments. The number of participants is limited to max.24.

**Waiting list:**

After subscribing you will be added to the waiting list.

The lecturer will contact you a few weeks before the start of the seminar to confirm your interest and to ensure a good mixture of study backgrounds, only then you're accepted to the course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**363-1122-00L From Entrepreneurial Thinking to Market Relevance - W 3 KP 2G** Noch nicht bekannt

**How Startups Scale**  
*Findet dieses Semester nicht statt.  
 All interested students are invited to apply for this course by sending a short motivation letter to [NAME]:  
 [Mailadresse]  
 Additionally please enroll via mystudies.*

**Kurzbeschreibung** This elective is relevant if you're planning to join or start a startup in the near future. It will help you recognise how value is created and captured. This includes go-to market, marketing & visibility across verticals & across the supply chain for sustained value capture & business model sustainability.

**Lernziel** In short, it's the journey of how to create a billion dollar startup.

At the conclusion of the course, the students are able to:

1. The difference between technology and market relevance
2. Recognise challenges that startups face when they move from technology to commercialisation
3. Addressing the failures of startups in scaling, and how early decisions limit scaling and value capture
4. How recognising market need can help startups to create value and strengthen valuation with investors

Inhalt Technology startups face challenges in identifying market relevance in the course of commercialisation. Additionally, once they have matched their offering with market needs, they face additional challenges when scaling up since they get locked in early. Due to this, technology startups plateau off as niche.

Platform startups, on the other hand, struggle with retaining relevance. Due to these aspects, failure rates are very high.

This course addresses students who want to become entrepreneurs or want to join startups. They may come from business or science & technology backgrounds. The course will enable the students to identify the relevance of seeing the technology from an early stage startup from the market relevance perspective and use this to help the company drive revenue and relevance. The students will also get an overview of how platform startups can retain relevance. The students will have exposure to investors and entrepreneurs (with a focus on ETH spin-offs) through the course, to gain insight to commercialisation and subsequent scaling up of the technology.

Topics cover idea validation, technology and market size validation and assessment of market relevance, assessing time-to-market, customer focus, perceived value for customers, and finally, opportunities of maximising relevance of technology idea into sustained market traction. There is a particular emphasis on market validation on each step of the journey, to ensure relevance.

The course comprises lectures and talks from invited investors / entrepreneurs regarding the aforementioned elements. Additionally, students will form teams and will support an existing startup over the course of the semester. This will allow them to gain first-hand experience and insights into the dynamics of a early stage company. By having such real-life exposure, the course content will be transferred from theory to practice.

Grading of the course will be based on in-class presentations, class interaction as well as the student teams' performance and feedback from their selected startups.

Literatur "From Science to Startup" by A. Sethi

**363-1153-00L Decentralized Finance W 3 KP 2V B. J. Bergmann, H. Gersbach, R. Wattenhofer**

Kurzbeschreibung DLT is emerging for a disruption of our current financial infrastructure. As such, Blockchain Finance seeks to combine open-source, peer to peer building blocks into sophisticated products using blockchain technology, seeking to disintermediate and decentralize the traditional financial service industry. This lecture will combine insights on DLT with recent applications from finance.

Lernziel At it's core, Blockchain Finance aims to provide financial products and services on blockchain technologies. The combination of decentralized, smart-contract-based business logic solutions with a blockchain-based settlement layer facilitates the creation of financial services in a decentralized way. Traditional, functional roles of trusted third-party such as brokerage firms, banks, are replaced by smart contracts which fulfill the functions automatically.

- The goal if this lecture is to let you understand,
- The building blocks of Distributed Ledger Technology (DLT)
  - Some basic applications like smart contracts, tokens, decentralized autonomous organisations (DAOs)
  - Limitations and concepts for overcoming centralized financial systems
  - Recent advances on Central Bank Digital Currencies and other applications in DeFi
  - The business logic behind a decentralized applications (DApps)
  - How a DLT project is run within a larger organization and in the start-up context

Inhalt The lecture will cover also guest speakers from companies, start-ups, and agencies. The lecture will start with the fundamentals around blockchain technologies and smart contracts. Afterwards students learn about aspects and applications of blockchain finance, e.g. decentralised exchanges, tokenisations, digital currencies covering some theoretical and technological insights as well as insights on recent applications involving guest speakers from industry, start-ups, agencies. The focus of each session will be on the discussion part. You will be asked to prepare yourself (watch a video, read a paper, etc) for each session.

- Part 1: Intro to Blockchain, Focus on Exchanges, Transaction Ordering
- Part 2: Smart Contracts; Focus on Programming, Attacks
- Part 3: Decentralized Governance, DAOs and Applications
- Part 4: Central Bank Digital Currencies, recent advances, and approaches
- Part 5 & 6: DeFi applications, legal aspects, challenges, opportunities & risk in the corporate context

The lecture is targeted to students across ETH with an interest in DLT. No specific coding experience is required. During the course you will follow step by step examples. For passing the course you will take online quizzes, selected exercises, and a short exam during the class.

Skript There will be lecture slides to each section shared in advanced to each session.

Literatur Selected readings and books are presented in each session.

Voraussetzungen / Besonderes The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful but not mandatory.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

**376-0210-00L Biomechanics W 4 KP 3G R. Riener, R. Gassert, N. Gerig, O. Lamercy**

*Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.*

*Die Biomechanics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.*

*Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -> online Tutorial <http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/>*

Kurzbeschreibung Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.

Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechatronics, through lectures on the underlying theoretical/mechatronics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.		
	By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechatronics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechatronics systems.		
Inhalt	The course will cover the interdisciplinary elements of biomechatronics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechatronics technology.		
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.		
Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechatronics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.		
Voraussetzungen / Besonderes	None		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft gefördert
<b>401-0302-10L</b>	<b>Komplexe Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
			<b>3V+1U</b>
			<b>M. Akveld, C. Urech</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Komplexen Analysis in Theorie und Anwendung, insbesondere globale Eigenschaften analytischer Funktionen. Einführung in die Integraltransformationen und Beschreibung einiger Anwendungen		
Lernziel	Erwerb von einigen grundlegenden Werkzeuge der komplexen Analysis.		
Inhalt	Beispiele analytischer Funktionen, Cauchyscher Integralsatz, Taylor- und Laurententwicklungen, Singularitäten analytischer Funktionen, Residuenkalkül. Fourierreihen und Fourier-Transformation, Laplace-Transformation.		
Literatur	J. Brown, R. Churchill: "Complex Analysis and Applications", McGraw-Hill 1995  T. Needham. Visual complex analysis. Clarendon Press, Oxford. 2004.  M. Ablowitz, A. Fokas: "Complex variables: introduction and applications", Cambridge Text in Applied Mathematics, Cambridge University Press 1997  E. Kreyszig: "Advanced Engineering Analysis", Wiley 1999  J. Marsden, M. Hoffman: "Basic complex analysis", W. H. Freeman 1999  P. P. G. Dyke: "An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series", Springer 2004  A. Oppenheim, A. Willsky: "Signals & Systems", Prentice Hall 1997  M. Spiegel: "Laplace Transforms", Schaum's Outlines, Mc Graw Hill		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Analysis I und II		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft
<b>401-4054-24L</b>	<b>Ramsey Theory</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
			<b>2V</b>
			<b>Y. Wigderson</b>
Kurzbeschreibung	Ramsey theory is one of the central topics in modern combinatorics, with applications and relations to many other parts of mathematics. This course introduces many of the fundamental results, techniques, and problems in Ramsey theory, covering both classical results and very recent breakthroughs. Applications to computer science, geometry, number theory, and other fields will also be discussed.		
Lernziel	Students will learn many of the main techniques used in the study of Ramsey theory. They will be expected to understand these techniques, the results they prove, and the significance of these results in other areas of mathematics. We will also expect them to be able to apply these techniques to related problems.		
Inhalt	Ramsey theory refers to a wide body of results and ideas, which can be summarized as "complete disorder is impossible". Indeed, Ramsey-theoretic results imply that, in a very wide range of disparate settings, any sufficiently large system contains a large structured subsystem.  The origins of Ramsey theory can be traced back more than a century, and it has been studied as a central part of combinatorics since at least the 1940s. Yet despite decades of intense research and tremendous achievements, there remain fundamental questions which are still wide open. Many of these questions have seen remarkable progress in recent years, including a number of spectacular breakthroughs in 2023.  The goal of this class is to introduce students to this beautiful and complex subject, with an equal focus on classical results, recent breakthroughs, widely-applicable techniques, and applications to other fields such as computer science, geometry, and number theory.		
Skript	Lectures will be on the blackboard only, but there will be a set of typeset lecture notes which follow the class closely.		
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a good familiarity with proof-based mathematics, and be able to write rigorous proofs. It will be helpful, but not strictly necessary, to have previous experience with discrete mathematics (e.g. an undergraduate graph theory course).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft



<b>402-0810-00L</b>	<b>Computational Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Carrasquilla Alvarez</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY522 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to simulation methods for quantum systems. Starting from the one-body problem, a special emphasis is on quantum many-body problems, where we cover both approximate methods (Hartree-Fock, density functional theory) and exact methods (exact diagonalization, matrix product states, and quantum Monte Carlo methods).				
Lernziel	Through lectures and practical programming exercises, after this course: Students are able to describe the difficulties of quantum mechanical simulations. Students are able to explain the strengths and weaknesses of the methods covered. Students are able to select an appropriate method for a given problem. Students are able to implement basic versions of all algorithms discussed.				
Skript	A script for this lecture will be provided.				
Literatur	A list of additional references will be provided in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic knowledge of quantum mechanics, numerical tools (numerical differentiation and integration, linear solvers, eigensolvers, root solvers, optimization), and a programming language (for the teaching assignments, you are free to choose your preferred one).				
<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.				
Inhalt	Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente. Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.				
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.				
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>402-1782-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>R. Wallny</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wellenlehre, Elektrizität und Magnetismus. Diese Vorlesung stellt die Weiterführung von Physik I dar, in der die Grundlagen der Mechanik gegeben wurden.				
Lernziel	Grundkenntnisse zur Mechanik sowie Elektrizität und Magnetismus sowie die Fähigkeit, physikalische Problemstellungen zu diesen Themen eigenhändig zu lösen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				
Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				

- Literatur
- Airoidi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252
  - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007.
  - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004

<b>851-0370-00L</b>	<b>Didactic Basics for Student Teaching Assistants</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	M. Lehner, B. Volk, Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The course "Didactic Basics for Student Teaching Assistants" enhance Student Teaching Assistants (Student TAs) to develop knowledge, capability and confidence to effectively plan and teach courses and exercises. Participants get trained to think critically about students' learning and create learning situations in which students are actively engaged.				
Lernziel	In this course Student Teaching Assistants will ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• reflect on their approach to teaching as well as their attitude towards teaching.</li> <li>• understand the basics of teaching and learning in the context of their subject.</li> <li>• consciously design the introduction of their course as well as the introduction of single teaching units.</li> <li>• apply classroom assessment techniques as formative assessments to measure the current status of their students.</li> <li>• develop a didactic concept according to the learning objectives.</li> <li>• conduct interactive sequences as learning activities.</li> <li>• give and get feedback from peers and self-reflect on their teaching practice.</li> <li>• feel confident to use methods for active learning scenarios in their classes.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The online phase with 4 chapters will provide a range of relevant topics for developing the teaching competence of Student Teaching Assistants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chapter 1 presents an overview about how learning works. Based on these fundamentals of learning participants reflect on their role as Student TAs to feel comfortable in their new role as a teacher.</li> <li>• In chapter 2 Student TAs start planning an own lesson by introducing a class and locate it in the larger topic (methods: portal and informative introduction).</li> <li>• In chapter 3 Student TAs learn to plan learning activities in order to activate students (active learning methods).</li> <li>• Chapter 4 is about giving and also getting feedback. The participants integrate this topic also in their lesson plan.</li> </ul> <p>While working through the four chapters, Student TAs have the chance to reflect, exchange ideas with peers and plan their own teaching accordingly so that they feel confident in their role.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Self-paced online course in Moodle				
Kompetenzen	Consolidation Workshops will take place on the beginning of April. You can choose between workshops online (11th of April 24) or in presence (12th of April 24). You only need to attend one workshop (online or in presence).				
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
	<i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i>				
Kurzbeschreibung	Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				

Inhalt The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.

1. Introduction
  - history of measurement and analytics in sports
  - laws of the game: equipment, space, time, actors
  - data: match, event, tracking; sources, availability, uses
2. Outcomes
  - competitions: tournaments, leagues
  - ranking teams: coefficients, latent strengths
  - predicting results: odds, statistics
3. Individual Actions
  - running: heatmaps, trajectories, pitch control
  - passing: networks, line breaking, crosses
  - shooting: expected goals, expected points
4. Match Phases
  - set pieces: penalties, free kicks, etc.
  - game cycle: states, principles, expected threat
5. Collective Behavior
  - formations: positions, shapes
  - lineups: composition, contributions
6. Environment
  - recruitment: player profiles, transfer market, agents
  - governance: clubs, leagues, associations, confederations
  - engagement: attendance, merchandise, social media

In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.

This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering.

Literatur Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.

- \* Chris Anderson & David Sally (2011). *The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong*. Penguin Books
- \* Christoph Biermann (2019). *Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution*. Bonnier Books
- \* Tobias Escher (2020). *Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert*. Rowohlt
- \* Simon Kuper & Stefan Szymanski (2009). *Soccernomics*. Nation Books
- \* Timo Jankowski (2015). *Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team*. Meyer & Meyer
- \* David Sumpter (2016). *Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game*. Bloomsbury
- \* Tifo-The Athletic (2022). *How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch*. Particular Books
- \* James Tippett (2019). *The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football*. Independently Published
- \* Jonathan Wilson (2008). *Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics*. Orion

Voraussetzungen / Besondere Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**851-0585-38L Data Science in Techno-Socio-Economic Systems W 3 KP 2V D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliauskaite**  
*This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.*

*Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS*

Kurzbeschreibung This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.

Lernziel The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to:  
 1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems.  
 2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses.  
 3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.

Inhalt Will be provided on a separate course webpage.

Skript Slides will be provided.

Literatur Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media.  
<https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392>

Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766>

Chakrabarti, A., Bakar, K., & Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press.  
doi:10.1017/9781108953597  
<https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDF446D2D4323A8>

Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press.  
<https://www.databookuw.com/>

Further literature will be recommended in the lectures.

Voraussetzungen / Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.  
Besonderes

We recommend this course for students in the 4th semester or above.

Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**851-0602-00L Shaping a DCent.Society: Assessing Societal Implications of Bitcoin, Blockchains & Smart Contracts W 3 KP 2V M. M. Dapp**

Kurzbeschreibung The course investigates the long-term implications of decentralizing our societies through blockchain technology. Students critically reflect economic, political, ecological, and social implications of the Bitcoin cryptocurrency and the Ethereum smart contract platform including decentralized finance seen from economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.

Lernziel Explain the paradigm shift from Web 2.0 to Web 3.0  
Describe the design and emergent properties of decentralized systems  
Hypothesize about the economic, political, ecological, and social implications of Bitcoin, Ethereum, and decentralized finance  
Integrate ethical and governance considerations into the design of cryptoeconomic systems  
Justify own position about societal implications of the decentralization of society

Inhalt	<p>* What if Bitcoin, Ethereum, &amp; Co. will be wildly successful and flourish long-term?</p> <p>* Which parts of our economies and societies would they affect? Could we indeed redesign our societies towards more sustainable action, more democratic governance, and more equitable finance by envisioning new ways of organizing, coordinating, and acting collectively? Or is this all make-belief because, after all, the Internet also under-delivered in important aspects of its huge promises? How can we critically reflect on the long-term implications of decentralizing technologies on our societies?</p> <p>* Bitcoin is dividing the world. Due to its erratic price movements, some view it as a useless Ponzi scheme at best and a state-interfering, finance-destabilizing "thing" at worst. Others, however herald it as the most important invention since the Internet or the printing press. In any case, the questions raised by Bitcoin are not only of academic interest: What is money? Is our money system the best possible? We organize everything democratically, why not money? Will Bitcoin supercharge renewable energy or do we need to switch it off to save the planet? Could it even bring peace by making wars unaffordable or is this a preposterous claim?</p> <p>* Ethereum and smart contracts, and decentralized applications seem to be less contentious and have caught the interest of companies and governments for their specific technical characteristics. However, where is the evidence that Decentralized Finance is beneficial outside a digital bubble of insiders? Will unstoppable algorithms empower us or create rigid machines steering our behavior?</p> <p>* What to make of this extremely polarized debate and how to come to reasonable own conclusions when imagining the decentralization of society? The course aims to connect the cultural and historical preconditions to the long-term societal implications of Bitcoin, Ethereum, smart contracts, and DeFi. We will research and critically reflect economic, political, ecological and ethical consequences with the aim to formulate our own informed opinions about what is currently happening and what might happen in the future.</p> <p>* To achieve this multi-disciplinary goal, we establish a common understanding of the technologies and inner workings of Bitcoin and Ethereum in the first part. We discuss selected aspects such as open source software, cryptography, cryptoeconomics, incentives, and complex systems. Why and how is Bitcoin a "trustless" system – or is it not? Why is an absolute scarce digital asset desirable – or is it not? Why and how is Ethereum a "world computer" – or is it not? Why is an unstoppable system of dApps and decentralized autonomous organizations (DAOs) a big deal – or is it not? For a full picture, we will also examine other developments such as Decentralized Finance (DeFi), stablecoins, and Central Bank Digital Currencies (CBDC).</p> <p>* With this overview and background we will move to the main part of the course, in which we go into depth on the potential societal implications of Bitcoin, Ethereum &amp; Co. We will be covering various domains such as our current and future money systems, freedom and control of transactions, incentive design &amp; social behavior, sustainability &amp; energy production, individual sovereignty &amp; state control, democracy &amp; geopolitics. We will thus be exploring connections between blockchain protocols and economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.</p> <p>* Students are regularly invited to voice their views and debate in ad-hoc interventions. In teams, they build their own critical analysis and arguments about a specific issue chosen from a list of current topics. In the final part of the course, teams will present their conclusions in a thought-provoking report and defend it in a presentation, ideally causing reflection and debate among their peers on how the decentralization of our societies should unfold.</p>
Skript	Lecture slides and materials will be distributed on a weekly basis.
Literatur	<p>Alden (2023). Broken Money. Timestamp Press. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU">https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU</a> and <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8">https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8</a></p> <p>Ammous (2018). The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Hoboken, New Jersey: Wiley. Lex Fridman interview #284: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A">https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A</a></p> <p>Ammous (2021). The Fiat Standard: The Debt Slavery Alternative to Human Civilization. Saif House. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho">https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho</a></p> <p>Antonopoulos (2017). Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain. 2nd ed. O'Reilly Media. <a href="https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook">https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook</a>.</p> <p>Antonopoulos and Wood (2018). Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps. O'Reilly Media. <a href="https://github.com/ethereumbook/ethereumbook">https://github.com/ethereumbook/ethereumbook</a>.</p> <p>Antonopoulos, Osuntokun, and Pickhardt (2021). Mastering the Lightning Network. O'Reilly Media. <a href="https://github.com/lnbook/lnbook">https://github.com/lnbook/lnbook</a>.</p> <p>Ballandies, Dapp and Pournaras (2022). Decrypting distributed ledger design: taxonomy, classification and blockchain community evaluation. Cluster Computing 25, 1817–1838 (2022). <a href="https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w">https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w</a></p> <p>CoinGecko (2021), How to DeFi: Beginner + Advanced. Independently published on Amazon. (2 books)</p> <p>Dalio (2018). Principles for Navigating Big Debt Crises. Greenleaf Book Group. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs">https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs</a></p> <p>Dalio (2021). Principles for Dealing with the Changing World Order. Simon &amp; Schuster. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8">https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8</a></p> <p>Dapp (2021). From Fiat to Crypto: The Present and Future of Money. In: Dapp, M.M., Helbing, D., Klausner, S. (eds) Finance 4.0 - Towards a Socio-Ecological Finance System. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1">https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1</a> (PDF, open access)</p> <p>Dapp (2019). Toward a Sustainable Circular Economy Powered by Community-Based Incentive Systems, In: Business Transformation Through Blockchain, edited by Horst Treiblmaier and Roman Beck. Springer. <a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6</a></p> <p>Gladstein (2022). Check Your Financial Privilege: Inside the Global Bitcoin Revolution. BTC Media. Lex Fridman interview #231: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0">https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0</a></p> <p>Meyer, Welpel, and Sandner (2022). "Decentralized Finance – A Systematic Literature Review and Research Directions" (2022). ECIS 2022 Research Papers. 25. <a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25">https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25</a></p> <p>Svanholm (2020). Bitcoin: Independence reimaged. Independently published on Amazon. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc">https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc</a></p> <p>Svanholm (2019). Bitcoin: Sovereignty through Mathematics. Independently published on Amazon. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA">https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA</a></p> <p>Voskuil (2020). Cryptoeconomics. 2nd edition. Independently published on Amazon. <a href="https://voskuil.org/cryptoeconomics/">https://voskuil.org/cryptoeconomics/</a> (free PDF)</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>For this ambitious and interactive course, we hope to attract students who are motivated by tackling large societal challenges with new decentralized approaches to human coordination. We think students with an open mind and interest in interdisciplinary aspects of their field of study will benefit most from this course. Programming experience is not strictly required but some basics about computer science may be helpful to see the potential societal implications of this new technology paradigm. The class composition aims for some minimum diversity in academic backgrounds.</p>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
			Kundenorientierung	gefördert
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme
Sensibilität für Vielfalt	geprüft			
Verhandlung	geprüft			
Anpassung und Flexibilität	geprüft			
Kreatives Denken	geprüft			
Kritisches Denken	geprüft			
Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft			
Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			

<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b> <i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.  We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				

### ► Wissenschaft im Kontext

#### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-INFK*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

#### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0500-00L</b>	<b>Bachelor-Arbeit</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>21D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit bildet den Abschluss des Studiengangs. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin des Departements Informatik und soll die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit fördern.				
Lernziel	Die Bachelor-Arbeit soll dazu dienen, das Wissen in einem bestimmten Fachgebiet zu vertiefen und die Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit fördern.				

### Informatik Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Informatik DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang auf: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Das allgemeine Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i> <i>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.  Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	2 KP	2S	R. Schumacher
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0242-07L	<b>Menschliche Intelligenz</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	1 KP	1S	E. Stern
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				

Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen			
<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Findet in diesem Semester nicht statt. Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.			
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen			
<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b> <b>U. Markwalder</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.			
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.			
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

## ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>271-0102-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Informatik ■</b> <i>Unterrichtspraktikum Informatik für DZ.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>D. Komm, G. Serafini</b>
	<i>Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Themen für die beiden Prüfungslektionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				



Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.
<b>272-0103-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Informatik A ■</b> <b>O</b> <b>2 KP</b> <b>4A</b> <b>D. Komm, J. Hromkovic, G. Serafini</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Informatik für DZ und Lehrdiplom.</i>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.

### ► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Informatik A nicht!</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	D. Komm
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.  R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.  M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.  F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.  F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>H.-J. Böckenhauer, D. Komm, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.				
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.				

Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>				
Literatur	<p>Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:</p> <p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004</p> <p>D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016</p> <p>Zusätzliche Literatur:</p> <p>A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>272-0400-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Informatik A ■</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>D. Komm, J. Hromkovic, G. Serafini</b>
Kurzbeschreibung	<p>In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.</p>				
Lernziel	<p>Das Ziel ist, dass die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können.</li> <li>- selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können.</li> <li>- Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Thematische Schwerpunkte:</p> <p>Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Literaturarbeit über ein Thema, das einen Bezug zum gymnasialem Unterricht oder seiner Weiterentwicklung hat. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV praktisch um.</p> <p>Lernformen:</p> <p>Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.</p>				
Skript	<p>Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.</p>				
Literatur	<p>Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.</p>				
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	<p>In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.</p>				
Lernziel	<p>To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.</p>				
Inhalt	<p>The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.</p>				
Skript	<p>We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>252-0341-01L</b>	<b>Information Retrieval</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Fourny</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to information retrieval with a focus on text documents and unstructured data.				
Lernziel	Main topics comprise document modelling, various retrieval techniques, indexing techniques, query frameworks, optimization, evaluation and feedback.				
	We keep accumulating data at an unprecedented pace, much faster than we can process it. While Big Data techniques contribute solutions accounting for structured or semi-structured shapes such as tables, trees, graphs and cubes, the study of unstructured data is a field of its own: Information Retrieval.				
	After this course, you will have in-depth understanding of broadly established techniques in order to model, index and query unstructured data (aka, text), including the vector space model, boolean queries, terms, posting lists, dealing with errors and imprecision.				
	You will know how to make queries faster and how to make queries work on very large datasets. You will be capable of evaluating the quality of an information retrieval engine.				
Inhalt	Finally, you will also have knowledge about alternate models (structured data, probabilistic retrieval, language models) as well as basic search algorithms on the web such as Google's PageRank.				
	1. Introduction				
	2. Boolean retrieval: the basics of how to index and query unstructured data.				
	3. Term vocabulary: pre-processing the data prior to indexing: building the term vocabulary, posting lists.				
	4. Tolerant retrieval: dealing with spelling errors: tolerant retrieval.				
	5. Index construction: scaling up to large datasets.				
	6. Index compression: how to improve performance by compressing the index in various ways.				
	7. Ranked retrieval: how to ranking results with scores and the vector space model				
	8. Scoring in a bigger picture: taking ranked retrieval to the next level with various improvements, including inexact retrieval				
	9. Probabilistic information retrieval: how to leverage Bayesian techniques to build an alternate, probabilistic model for information retrieval				
	10. Language models: another alternate model based on languages, automata and document generation				
	11. Evaluation: precision, recall and various other measurements of quality				
	12. Web search: PageRank				
	13. Wrap-up.				
	The lecture structure will follow the pedagogical approach of the book (see material).				
	The field of information retrieval also encompasses machine learning aspects. However, we will make a conscious effort to limit overlaps, and be complementary with, the Introduction to Machine Learning lecture.				
Literatur	C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge in elementary set theory, logics, linear algebra, data structures, abstract data types, algorithms, and probability theory (at the Bachelor's level) is required, as well as programming skills (we will use Python).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>263-0007-00L</b>	<b>Advanced Systems Lab ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>M. Püschel</b>
	<i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in developing high performance software for mathematical functionality occurring in various fields in computer science. The focus is on optimizing for a single core and includes optimizing for the memory hierarchy, for special instruction sets, and the possible use of automatic performance tuning.				
Lernziel	Software performance (i.e., runtime) arises through the complex interaction of algorithm, its implementation, the compiler used, and the microarchitecture the program is run on. The first goal of the course is to provide the student with an understanding of this "vertical" interaction, and hence software performance, for mathematical functionality. The second goal is to teach a systematic strategy how to use this knowledge to write fast software for numerical problems. This strategy will be trained in several homeworks and a semester-long group project.				

**Inhalt** The fast evolution and increasing complexity of computing platforms pose a major challenge for developers of high performance software for engineering, science, and consumer applications: it becomes increasingly harder to harness the available computing power. Straightforward implementations may lose as much as one or two orders of magnitude in performance. On the other hand, creating optimal implementations requires the developer to have an understanding of algorithms, capabilities and limitations of compilers, and the target platform's architecture and microarchitecture.

This interdisciplinary course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in high performance mathematical software development using important functionality such as matrix operations, transforms, filters, and others as examples. The course will explain how to optimize for the memory hierarchy, take advantage of special instruction sets, and other details of current processors that require optimization. The concept of automatic performance tuning is introduced. The focus is on optimization for a single core; thus, the course complements others on parallel and distributed computing.

Finally a general strategy for performance analysis and optimization is introduced that the students will apply in group projects that accompany the course.

**Voraussetzungen / Besonderes** Solid knowledge of the C programming language and matrix algebra.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

### Informatik DZ - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

**ECTS** European Credit Transfer and Accumulation System

**KP** Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Informatik Lehrdiplom

Weitere Informationen: <https://www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung/studienangebot-zulassung/lehrdiplom-fuer-maturitaetsschulen.html>

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i> <i>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.  Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Findet in diesem Semester nicht statt.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	1 KP	2S	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzesays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
	siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen				

## ► Fachdidaktik in Informatik

WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
272-0102-00L	<b>Fachdidaktik Informatik II ■</b> <i>Voraussetzung: Fachdidaktik Informatik I</i>	O	4 KP	3G	J. Hromkovic, D. Komm, G. Serafini

Kurzbeschreibung	Die Fachdidaktik Informatik II behandelt primär die Beiträge der Informatik zur allgemeinen Bildung, welche einerseits die Entwicklung der Denkweise der Jugendlichen auf einzigartige Art und Weise fördern und andererseits zum Verständnis unserer Welt und zur Hochschulreife beitragen.
Lernziel	Die Fachdidaktik Informatik II behandelt primär die Beiträge der Informatik zur allgemeinen Bildung, welche einerseits die Entwicklung der Denkweise der Jugendlichen auf einzigartige Art und Weise fördern und andererseits zum Verständnis unserer Welt und zur Hochschulreife beitragen.  Die Fachdidaktik Informatik II befasst sich mit der adäquaten Auswahl von Unterrichtsinhalten für den Informatikunterricht, ihrer Zugänglichkeit im entsprechenden Alter sowie mit geeigneten didaktischen Methoden für einen erfolgreichen Wissenstransfer.  Im Rahmen einer semesterbegleitenden Übung entwickeln und dokumentieren die Studierenden eine adaptive Unterrichtseinheit für den Informatikunterricht. Dabei vertiefen sie den Umgang mit den in der Fachdidaktik Informatik I eingeführten Unterrichtsmethoden und -techniken.  Das Ziel der Lerneinheit besteht darin, die Verbindung von mathematischer und algorithmischer Denkweise mit der ingenieurwissenschaftlichen Denkweise zu vermitteln.  Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Informatik im breiten und tiefen Kontext. Aus diesem Verständnis heraus sind sie befähigt, Unterrichtsunterlagen zum erfolgreichen Wissenstransfer zu erarbeiten und ihre Begeisterung für das Fach an die Schülerinnen und Schüler weiterzugeben.  Die Studierenden kennen unterschiedliche Unterrichtsmethoden, ihre Vor- und Nachteile. Sie können mit den oft stark unterschiedlichen Vorkenntnissen der Lernenden umgehen. Neben dem Klassenunterricht legen die Studierenden Wert auf die Einzelbetreuung. Sie fördern die Selbständigkeit der Lernenden. Sie schaffen es, mit verschiedenartigen Zielgruppen zu arbeiten und ein gutes Lernklima aufzubauen.  Die Studierenden sind in der Lage, sich in einer verständlichen und gepflegten Fachsprache mündlich und schriftlich auszudrücken und beherrschen die grundlegenden Begriffe der Informatik. Neben den englischen Fachausdrücken sind ihnen auch die deutschen Benennungen geläufig. Die Studierenden sind fähig, ausführliche, ausgereifte, sprachlich einwandfreie und ansprechend gestaltete Unterrichtsunterlagen anzufertigen.
Inhalt	Die Hauptthemen der Fachdidaktik Informatik II sind Kryptologie und Berechenbarkeit. Im Mittelpunkt der Lerneinheit stehen Informatikthemen, die allgemeine Bildungswerte vermitteln. Es geht um das Verständnis für Grundbegriffe der Wissenschaft wie - Algorithmus - Komplexität - Determinismus - Nichtdeterminismus - Zufall - Berechnung
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.
Literatur	J. Hromkovic: Sieben Wunder der Informatik: Eine Reise an die Grenze des Machbaren, mit Aufgaben und Lösungen. Vieweg+Teubner; Auflage: 2 (2008).  K. Freiermuth, J. Hromkovic, L. Keller und B. Steffen: Einführung in die Kryptologie: Lehrbuch für Unterricht und Selbststudium. Springer Vieweg; Auflage: 2 (2014).  J. Hromkovic: Berechenbarkeit: Logik, Argumentation, Rechner und Assembler, Unendlichkeit, Grenzen der Automatisierbarkeit. Vieweg+Teubner; Auflage: 1 (2011).  H.-J. Böckenhauer, J. Hromkovic: Formale Sprachen: Endliche Automaten, Grammatiken, lexikalische und syntaktische Analyse. Springer Vieweg; Auflage: 1 (Januar 2013).
Voraussetzungen / Besonderes	Bewilligung der Dozierenden für alle Studierenden notwendig
<b>272-0103-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Informatik A ■ O 2 KP 4A D. Komm, J. Hromkovic, G. Serafini</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Informatik für DZ und Lehrdiplom.</i>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.
<b>272-0104-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Informatik B ■ O 2 KP 4A D. Komm, J. Hromkovic, G. Serafini</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Informatik für Lehrdiplom und für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.

Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.

## ► Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>272-0202-00L</b>	<b>Berufspraktische Übungen ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4U</b>	<b>D. Komm, G. Serafini</b>
Kurzbeschreibung	In der Lerneinheit Berufspraktische Übungen sammeln die Studierenden zusätzliche, praxisbezogene und unterrichtsrelevante Erfahrungen. Die Studierenden absolvieren einen individuell spezifizierten, semesterbegleitenden Projektauftrag, der die Unterstützung, die Dokumentation oder die Reflexion über Lernprozesse umfasst.				
Lernziel	Sammeln von zusätzlichen, praxisbezogenen und unterrichtsrelevanten Erfahrungen. Die Studierenden absolvieren einen individuell spezifizierten, semesterbegleitenden Projektauftrag, der die Unterstützung, die Dokumentation oder die Reflexion über Lernprozesse umfasst.				
Inhalt	Die Lerneinheit Berufspraktische Übungen bietet den Studierenden die Gelegenheit, zusätzliche, praxisbezogene und unterrichtsrelevante Erfahrungen zu sammeln. Die Studierenden wirken unter der Leitung der Dozierenden bzw. einer erfahrenen Lehrperson im Rahmen von semesterbegleitenden Projektaufträgen: Sie betreuen Schulklassen, überwachen den Lernfortschritt einer betreuten Klasse, sie formulieren Hausaufgaben und Klausuren, sie korrigieren die schriftlichen Ausarbeitungen der Schülerinnen und Schüler und werten die Ergebnisse statistisch aus, sie erarbeiten ausführliche Musterlösungen. Der genaue Umfang des Auftrags wird in einer schriftlichen Aufgabenstellung festgelegt.				
<b>272-0203-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum Informatik ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17P</b>	<b>D. Komm, G. Serafini</b>
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Lektionen: 30 werden von den Studierenden unterrichtet, 20 hospitiert. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.				
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Findet in der Regel am Schluss der Ausbildung, vor Ablegung der Prüfungslektionen und vor der Lerneinheit „Lernwirksam unterrichten“ statt.				
<b>272-0204-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum II Informatik ■</b> <i>Unterrichtspraktikum für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>D. Komm, G. Serafini</b>
Kurzbeschreibung	Es handelt sich um ein Aufbaupraktikum zum Praktikum für den Erwerb des Lehrdiploms für Maturitätsschulen im entsprechenden Fach. Ziel ist eine Vertiefung der bereits gewonnenen unterrichtlichen Erfahrungen. Die Studierenden hospitierten 10 Lektionen und erteilen selber 15 Lektionen Unterricht.				
Lernziel	Die Studierenden können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen Blickwinkeln einschätzen. Sie kennen und beherrschen das unterrichtliche Handwerk. Sie können ein gegebenes Unterrichtsthema für eine Gruppe von Lernenden fachlich und didaktisch korrekt strukturieren und in eine adäquate Lernumgebung umsetzen. Es gelingt ihnen, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, sodass die Lernenden sowohl über den nötigen Freiraum wie über ausreichend Orientierung verfügen, um aktiv und effektiv flexibel nutzbares (Fach-)Wissen zu erwerben.				
Inhalt	Das Aufbaupraktikum richtet sich an Studierende, die bereits das Didaktik-Zertifikat in ihrem Fach erworben haben und nun eine Aufbaubildung zum Lehrdiplom für Maturitätsschulen absolvieren. In diesem zusätzlichen Praktikum sollen die Studierenden vertiefte unterrichtliche Erfahrungen machen. Auf der Grundlage der zusätzlich erworbenen Kenntnisse und mit Hilfe der ihnen jetzt zu Verfügung stehenden Instrumente analysieren sie verschiedene Aspekte des hospitierten Unterrichts. In dem von ihnen selbst gestalteten Unterricht nutzen sie beim Entwurf, bei der Durchführung und der Beurteilung ihrer Arbeit insbesondere die zusätzlich gewonnen Erkenntnisse aus der allgemeinen und fachdidaktischen Lehr- und Lernforschung.				
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Findet in der Regel am Schluss der Ausbildung, vor Ablegung der Prüfungslektionen und vor der Lerneinheit „Lernwirksam unterrichten“ statt.				
<b>272-0205-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Informatik ■</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion ober Stufe Informatik" (272-0205-02L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>D. Komm, G. Serafini</b>

Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriums-basiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung, vor der Lerneinheit „Lernwirksam unterrichten“.

<b>272-0205-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Informatik ■</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Informatik" (272-0205-01L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>D. Komm, G. Serafini</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriums-basiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung, vor der Lerneinheit „Lernwirksam unterrichten“.				

### ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Informatik A n i c h t !</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Komm</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.  R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.  M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.  F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.  F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>		<b>H.-J. Böckenhauer, D. Komm, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.					
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.					
Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>					
Literatur	<p>Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:</p> <p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004</p> <p>D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016</p> <p>Zusätzliche Literatur:</p> <p>A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998</p>					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>272-0400-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Informatik A ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>		<b>D. Komm, J. Hromkovic, G. Serafini</b>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.					
Lernziel	<p>Das Ziel ist, dass die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können.</li> <li>- selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können.</li> <li>- Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.</li> </ul>					
Inhalt	<p>Thematische Schwerpunkte:</p> <p>Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Literaturlösung über ein Thema, das einen Bezug zum gymnasialen Unterricht oder seiner Weiterentwicklung hat. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV praktisch um.</p> <p>Lernformen:</p> <p>Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.</p>					
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.					
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.					
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.					
<b>272-0401-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Informatik B ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>		<b>D. Komm, J. Hromkovic, G. Serafini</b>

Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können.</li> <li>- selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können.</li> <li>- Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.</li> </ul>
Inhalt	Thematische Schwerpunkte: Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Literaturlerarbeit über ein Thema, das einen Bezug zum gymnasialem Unterricht oder seiner Weiterentwicklung hat. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV praktisch um.  Lernformen: Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.

<b>263-0007-00L</b>	<b>Advanced Systems Lab ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>M. Püschel</b>
	<i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in developing high performance software for mathematical functionality occurring in various fields in computer science. The focus is on optimizing for a single core and includes optimizing for the memory hierarchy, for special instruction sets, and the possible use of automatic performance tuning.				
Lernziel	Software performance (i.e., runtime) arises through the complex interaction of algorithm, its implementation, the compiler used, and the microarchitecture the program is run on. The first goal of the course is to provide the student with an understanding of this "vertical" interaction, and hence software performance, for mathematical functionality. The second goal is to teach a systematic strategy how to use this knowledge to write fast software for numerical problems. This strategy will be trained in several homeworks and a semester-long group project.				
Inhalt	The fast evolution and increasing complexity of computing platforms pose a major challenge for developers of high performance software for engineering, science, and consumer applications: it becomes increasingly harder to harness the available computing power. Straightforward implementations may lose as much as one or two orders of magnitude in performance. On the other hand, creating optimal implementations requires the developer to have an understanding of algorithms, capabilities and limitations of compilers, and the target platform's architecture and microarchitecture.  This interdisciplinary course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in high performance mathematical software development using important functionality such as matrix operations, transforms, filters, and others as examples. The course will explain how to optimize for the memory hierarchy, take advantage of special instruction sets, and other details of current processors that require optimization. The concept of automatic performance tuning is introduced. The focus is on optimization for a single core; thus, the course complements others on parallel and distributed computing.  Finally a general strategy for performance analysis and optimization is introduced that the students will apply in group projects that accompany the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge of the C programming language and matrix algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>252-0341-01L</b>	<b>Information Retrieval</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Fourny</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to information retrieval with a focus on text documents and unstructured data.  Main topics comprise document modelling, various retrieval techniques, indexing techniques, query frameworks, optimization, evaluation and feedback.				
Lernziel	We keep accumulating data at an unprecedented pace, much faster than we can process it. While Big Data techniques contribute solutions accounting for structured or semi-structured shapes such as tables, trees, graphs and cubes, the study of unstructured data is a field of its own: Information Retrieval.  After this course, you will have in-depth understanding of broadly established techniques in order to model, index and query unstructured data (aka, text), including the vector space model, boolean queries, terms, posting lists, dealing with errors and imprecision.  You will know how to make queries faster and how to make queries work on very large datasets. You will be capable of evaluating the quality of an information retrieval engine.  Finally, you will also have knowledge about alternate models (structured data, probabilistic retrieval, language models) as well as basic search algorithms on the web such as Google's PageRank.				

- Inhalt
1. Introduction
  2. Boolean retrieval: the basics of how to index and query unstructured data.
  3. Term vocabulary: pre-processing the data prior to indexing: building the term vocabulary, posting lists.
  4. Tolerant retrieval: dealing with spelling errors: tolerant retrieval.
  5. Index construction: scaling up to large datasets.
  6. Index compression: how to improve performance by compressing the index in various ways.
  7. Ranked retrieval: how to ranking results with scores and the vector space model
  8. Scoring in a bigger picture: taking ranked retrieval to the next level with various improvements, including inexact retrieval
  9. Probabilistic information retrieval: how to leverage Bayesian techniques to build an alternate, probabilistic model for information retrieval
  10. Language models: another alternate model based on languages, automata and document generation
  11. Evaluation: precision, recall and various other measurements of quality
  12. Web search: PageRank
  13. Wrap-up.

The lecture structure will follow the pedagogical approach of the book (see material).

The field of information retrieval also encompasses machine learning aspects. However, we will make a conscious effort to limit overlaps, and be complementary with, the Introduction to Machine Learning lecture.

Literatur	C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge in elementary set theory, logics, linear algebra, data structures, abstract data types, algorithms, and probability theory (at the Bachelor's level) is required, as well as programming skills (we will use Python).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

### ► Wahlpflicht

Weitere Lehrangebote aus dem Bereich Erziehungswissenschaften sind unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

siehe Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen

### Informatik Lehrdiplom - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Informatik Master

## ► Vertiefungen

### ►► Vertiefung in Data Management Systems

#### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-3855-00L</b>	<b>Cloud Computing Architecture</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+3A</b>	<b>A. Klimovic</b>
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.				
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				

#### ►►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-3800-00L</b>	<b>Advanced Operating Systems</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>T. Roscoe, A. Baumann</b>
Kurzbeschreibung	This course is intended to give students a thorough understanding of design and implementation issues for modern operating systems, with a particular emphasis on the challenges of modern hardware features. We will cover key design issues in implementing an operating system, such as memory management, scheduling, protection, inter-process communication, device drivers, and file systems.				
Lernziel	The goals of the course are, firstly, to give students:  1. A broader perspective on OS design than that provided by knowledge of Unix or Windows, building on the material in a standard undergraduate operating systems class  2. Practical experience in dealing directly with the concurrency, resource management, and abstraction problems confronting OS designers and implementers  3. A glimpse into future directions for the evolution of OS and computer hardware design				
Inhalt	The course is based on practical implementation work, in C and assembly language, and requires solid knowledge of both. The work is mostly carried out in teams of 3-4, using real hardware, and is a mixture of team milestones and individual projects which fit together into a complete system at the end. Emphasis is also placed on a final report which details the complete finished artifact, evaluates its performance, and discusses the choices the team made while building it.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is based around a milestone-oriented project, where students work in small groups to implement major components of a microkernel-based operating system. The final assessment will be a combination grades awarded for milestones during the course of the project, a final written report on the work, and a set of test cases run on the final code.				
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.  Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Skript	Available.				

Literatur Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.

Mastering Distributed Algorithms  
 Roger Wattenhofer  
 Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267

Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics  
 Hagit Attiya, Jennifer Welch.  
 McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6

Introduction to Algorithms  
 Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest.  
 The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8

Disseminatin of Information in Communication Networks  
 Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger.  
 Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2

Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes  
 Frank Thomson Leighton.  
 Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1

Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach  
 David Peleg.  
 Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8

Voraussetzungen / Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)  
 Besonderes

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft

## ►► Vertiefung in Machine Intelligence

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert	
	Kritisches Denken			gefördert	
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling.				
Lernziel	This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks. Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
	The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.				

Inhalt We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

Literatur Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

Voraussetzungen / Besonderes This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

\* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

Kompetenzen The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	gefördert
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0526-00L	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				

Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.			
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.			
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996			
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.			
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b> <b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.			
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and assess current research in this area.</li> </ol>			
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
		Verfahren und Technologien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		gefördert
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b> <b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.			
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.			
Inhalt	The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g. <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>			
Voraussetzungen / Besonderes	Data Structures & Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.			
	Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
		Verfahren und Technologien		gefördert
<b>263-5000-00L</b>	<b>Computational Semantics for Natural Language Processing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b> <b>M. Sachan</b>
Kurzbeschreibung	This course presents an introduction to Natural language processing (NLP) with an emphasis on computational semantics i.e. the process of constructing and reasoning with meaning representations of natural language text.			
Lernziel	The objective of the course is to learn about various topics in computational semantics and its importance in natural language processing methodology and research. Exercises and the project will be key parts of the course so the students will be able to gain hands-on experience with state-of-the-art techniques in the field.			
Inhalt	We will take a modern view of the topic, and focus on various statistical and deep learning approaches for computation semantics. We will also overview various primary areas of research in language processing and discuss how the computational semantics view can help us make advances in NLP.			
Skript	Lecture slides will be made available at the course Web site.			
Literatur	No textbook is required, but there will be regularly assigned readings from research literature, linked to the course website.			
Voraussetzungen / Besonderes	The student should have successfully completed a graduate level class in machine learning (252-0220-00L), deep learning (263-3210-00L) or natural language processing (252-3005-00L) before. Similar courses from other universities are acceptable too.			
<b>263-5051-00L</b>	<b>AI Center Projects in Machine Learning Research</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b> <b>A. Ilic, E. Bamas, N. Davoudi, D. M. A. Duroux, F. Engelmann,</b>
	<i>Last cancellation/deregistration date for this ungraded</i>			

semester performance: Friday, 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".

S. Gashi, B. Moseley, X. Shen,  
F. Shi, X. Zhang

Kurzbeschreibung	The course will give students an overview of selected topics in advanced machine learning that are currently subjects of active research. The course concludes with a final project.		
Lernziel	The overall objective is to give students a concrete idea of what working in contemporary machine learning research is like and inform them about current research performed at ETH.		
Inhalt	<p>In this course, students will be able to get an overview of current research topics in different specialized areas. In the final project, students will be able to build experience in practical aspects of machine learning research, including research literature, aspects of implementation, and reproducibility challenges.</p> <p>The course will be structured as sections taught by different postdocs specialized in the relevant fields. Each section will showcase an advanced research topic in machine learning, first introducing it and motivating it in the context of current technological or scientific advancement, then providing practical applications that students can experiment with, ideally to reproduce a known result in the specific field.</p> <p>A tentative list of topics for this year</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scientific machine learning</li> <li>- physics-informed neural networks</li> <li>- theoretical computer science</li> <li>- animal-like behavior in robots</li> <li>- representation learning for health</li> <li>- natural language processing</li> <li>- 3D computer vision</li> <li>- visual text analytics</li> <li>- human-centered AI.</li> </ul> <p>The last weeks of the course will be reserved for the implementation of the final project. The students will be assigned group projects in one of the presented areas, based on their preferences. The outcomes will be made into a scientific poster and students will be asked to present the projects to the other groups in a joint poster session.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have basic knowledge about machine learning and statistics (e.g. Introduction to Machine Learning course or equivalent) and programming.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert

<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
Inhalt	<p>Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.</p> <p>This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.</p> <p>Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.</p> <p>Tentative list of topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualization and Perception</li> <li>2. Interaction and Explanation</li> <li>3. Systems Overview</li> </ol>				
Skript	Course material will be provided in form of slides.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.				

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on the theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
Inhalt	<p>By the end of the course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul> <p>Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.</p>				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				



Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Czepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.			
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>263-5351-00L</b>	<b>Machine Learning for Genomics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.</i>  <i>The course will be offered again in AS24!</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b> <b>V. Boeva</b>
Kurzbeschreibung	The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.			
Lernziel	Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.			
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways</li> <li>- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)</li> <li>- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)</li> <li>- Deconvolution of mixed signal</li> <li>- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)</li> <li>- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)</li> <li>- Batch correction (autoencoders, optimal transport)</li> <li>- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line			
<b>263-5352-00L</b>	<b>Advanced Formal Language Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G+1A</b> <b>R. Cotterell</b>
Kurzbeschreibung	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory.			
Lernziel	The objective of the course is to learn and understand a variety of topics in advanced formal language theory.			
Inhalt	This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory. The primary focus of the course is on weighted formalisms, which can easily be applied in machine learning. Topics include finite-state machines as well as the algorithms that are commonly used for their manipulation. We will also cover weighted context-free grammars, weighted tree automata, and weighted mildly context-sensitive formalisms.			
<b>263-5353-00L</b>	<b>Philosophy of Language and Computation I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b> <b>R. Cotterell, J. L. Gastaldi</b>
Kurzbeschreibung	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data.			
Lernziel	Understand the philosophical underpinnings of language-based artificial intelligence.			
Inhalt	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data. The course is a year-long journey, but the second half (Autumn 2024) does not depend on the first (Spring 2024) and thus either half may be taken independently. In each semester, we divide the class time into three modules. Each module is centered around a philosophical topic. In the first semester we will discuss logicism, structuralism, generative linguistics, and in the second semester we will focus on language games, information and pragmatics. The modules will be four weeks long, where we will read and discuss original texts and supplementary criticism together with recent NLP papers and discuss how the authors of those works are building on philosophical insights into our conception of language—perhaps implicitly or unwittingly.			
Literatur	The literature will be provided by the instructors on the class website. It includes philosophical and theoretical texts from the logicist tradition, structuralism, and generative linguistics, as well as many texts within the state of the art of Natural Language Processing.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft		
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.				
	We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.				
	H. Bölcskei and A. Bandeira				
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
	Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft		

## ►► Vertiefung in Secure and Reliable Systems

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-2815-00L</b>	<b>Automated Software Testing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+1U+3A</b>	<b>Z. Su</b>
	<i>Last cancellation/deregistration date for this graded semester performance: 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".</i>				

Kurzbeschreibung	This course introduces students to classic and modern techniques for the automated testing and analysis of software systems for reliability, security, and performance. It covers both techniques and their applications in various domains (e.g., compilers, databases, theorem provers, operating systems, machine/deep learning, and mobile applications), focusing on the latest, important results.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Learn fundamental and practical techniques for software testing and analysis</li> <li>* Understand the challenges, open issues and opportunities across a variety of domains (security/systems/compilers/databases/mobile/AI/education)</li> <li>* Understand how latest automated testing and analysis techniques work</li> <li>* Gain conceptual and practical experience in techniques/tools for reliability, security, and performance</li> <li>* Learn how to perform original and impactful research in this area</li> </ul>		
Inhalt	<p>The course will be organized into the following components: (1) classic and modern testing and analysis techniques (coverage metrics, mutation testing, metamorphic testing, combinatorial testing, symbolic execution, fuzzing, static analysis, etc.), (2) latest results on techniques and applications from diverse domains, and (3) open challenges and opportunities.</p> <p>A major component of this course is a class project. All students (individually or two-person teams) are expected to select and complete a course project. Ideally, the project is original research related in a broad sense to automated software testing and analysis. Potential project topics will also be suggested by the teaching staff.</p> <p>Students must select a project and write a one or two pages proposal describing why what the proposed project is interesting and giving a work schedule. Students will also write a final report describing the project and prepare a 20-30 minute presentation at the end of the course.</p> <p>The due dates for the project proposal, final report, and project presentation will be announced.</p> <p>The course will cover results from the Advanced Software Technologies (AST) Lab at ETH as well as notable results elsewhere, providing good opportunities for potential course project topics as well as MSc project/thesis topics.</p>		
Skript	Lecture notes/slides and other lecture materials/handouts will be available online.		
Literatur	Reading material and links to tools will be published on the course website.		
Voraussetzungen / Besonderes	The prerequisites for this course are some programming and algorithmic experience. Background and experience in software engineering, programming languages/compilers, and security (as well as operating systems and databases) can be beneficial.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert gefördert gefördert

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				

Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		
<b>263-2812-00L</b>	<b>Program Verification ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>P. Müller, M. Eilers</b>
Kurzbeschreibung	A hands-on introduction to the theory and construction of deductive program verifiers, covering both powerful techniques for formal program reasoning, and a perspective over the tool stack making up modern verification tools.				
Lernziel	Students will earn the necessary skills for designing, developing, and applying deductive verification tools that enable the modular verification of complex software, including features challenging for reasoning such as heap-based mutable data and concurrency. Students will learn both a variety of fundamental reasoning principles, and how these reasoning ideas can be made practical via automatic tools.				
	By the end of the course, students should have a good working understanding and decisions involved with designing and building practical verification tools, including the underlying theory. They will also be able to apply such tools to develop formally-verified programs.				
Inhalt	The course will cover verification techniques and ways to automate them by introducing a verifier for a small core language and then progressively enriching the language with advanced features such as a mutable heap and concurrency. For each language extension, the course will explain the necessary reasoning principles, specification techniques, and tool support. In particular, it will introduce SMT solvers to prove logical formulas, intermediate verification languages to encode verification problems, and source code verifiers to handle feature-rich languages. The course will intermix technical content with hands-on experience.				
Skript	The slides will be available online.				
Literatur	Will be announced in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic familiarity with propositional and first-order logic will be assumed. Courses with an emphasis on formal reasoning about programs (such as Formal Methods and Functional Programming) are advantageous background, but are not a requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft		
<b>263-4600-00L</b>	<b>Formal Methods for Information Security</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>S. Krstic, R. Sasse, C. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on formal methods for the modeling and analysis of security protocols for critical systems, ranging from authentication protocols for network security to electronic voting protocols and online banking. In addition, we will also introduce the notions of non-interference and runtime monitoring.				
Lernziel	The students will learn the key ideas and theoretical foundations of formal modeling and analysis of security protocols. The students will complement their theoretical knowledge by solving practical exercises, completing a small project, and using state-of-the-art tools. The students also learn the fundamentals of non-interference and runtime monitoring.				
Inhalt	The course treats formal methods mainly for the modeling and analysis of security protocols. Cryptographic protocols (such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, SAML single-sign on, and IPSec) form the basis for secure communication and business processes. Numerous attacks on published protocols show that the design of cryptographic protocols is extremely error-prone. A rigorous analysis of these protocols is therefore indispensable, and manual analysis is insufficient. The lectures cover the theoretical basis for the (tool-supported) formal modeling and analysis of such protocols. Specifically, we discuss their operational semantics, the formalization of security properties, and techniques and algorithms for their verification.				
	The second part of this course will cover a selection of advanced topics in security protocols such as abstraction techniques for efficient verification, secure communication with humans, the link between symbolic protocol models and cryptographic models as well as RFID protocols (a staple of the Internet of Things) and electronic voting protocols, including the relevant privacy properties.				
	Moreover, we will give an introduction to two additional topics: non-interference as a general notion of secure systems, both from a semantic and a programming language perspective (type system), and runtime verification/monitoring to detect violations of security policies expressed as trace properties.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				

Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.

## ►► Vertiefung in Theoretical Computer Science

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>263-4400-00L</b>	<b>Advanced Graph Algorithms and Optimization</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+3U+3A</b>	<b>R. Kyng, M. Probst</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.				
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.				
	By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.				
	The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory.				
Inhalt	Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.				
	Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.				
	Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.				
	Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.				
<b>263-4508-00L</b>	<b>Algorithmic Foundations of Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>D. Steuer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides rigorous theoretical foundations for the design and mathematical analysis of efficient algorithms that can solve fundamental tasks relevant to data science.				
Lernziel	We consider various statistical models for basic data-analytical tasks, e.g., (sparse) linear regression, principal component analysis, matrix completion, community detection, and clustering.				
	Our goal is to design efficient (polynomial-time) algorithms that achieve the strongest possible (statistical) guarantees for these models.				
	Toward this goal we learn about a wide range of mathematical techniques from convex optimization, linear algebra (especially, spectral theory and tensors), and high-dimensional statistics.				
	We also incorporate adversarial (worst-case) components into our models as a way to reason about robustness guarantees for the algorithms we design.				

Inhalt	Strengths and limitations of efficient algorithms in (robust) statistical models for the following (tentative) list of data analysis tasks: <ul style="list-style-type: none"> <li>- (sparse) linear regression</li> <li>- principal component analysis and matrix completion</li> <li>- clustering and Gaussian mixture models</li> <li>- community detection</li> </ul>
Skript	To be provided during the semester
Literatur	High-Dimensional Statistics A Non-Asymptotic Viewpoint by Martin J. Wainwright
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical and algorithmic maturity at least at the level of the course "Algorithms, Probability, and Computing".  Important: Optimization for Data Science 2018--2021 This course was created after a reorganization of the course "Optimization for Data Science" (ODS). A significant portion of the material for this course has previously been taught as part of ODS. Consequently, it is not possible to earn credit points for both this course and ODS as offered in 2018--2021. This restriction does not apply to ODS offered in 2022 or afterwards and you can earn credit points for both courses in this case.

## ►►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.				
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Lengler, R. M. Steiner</b>
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.				
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.				
Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties				
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>				
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"				
Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				

Literatur	Main reference:				
	Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html				
	Other references:				
	Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 https://bookstore.ams.org/mbk-69				
	Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12				
	Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html				
	Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.				
<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Komm</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit</i> <i>Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem</i> <i>Fokus Informatik A n i c h t !</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.				
	R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.				
	M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.				
	F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.				
	F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>H.-J. Böckenhauer, D. Komm, M. Wettstein</b>

Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.				
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.				
Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>				
Literatur	<p>Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:</p> <p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004</p> <p>D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016</p> <p>Zusätzliche Literatur:</p> <p>A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	<p>Key topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matching problems;</li> <li>- Integer Programming techniques and models;</li> <li>- Extended formulations and strong problem formulations;</li> <li>- Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs;</li> <li>- Decomposition approaches.</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018.</li> <li>- Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes.</li> <li>- Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010.</li> <li>- Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		



## ►► Vertiefung in Visual and Interactive Computing

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.				
Lernziel	Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
Inhalt	<p>The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.</p> <p>We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.</p> <p>The course covers the following main areas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) Foundations of deep learning.</li> <li>II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, auto-regressive models, invertible neural networks, diffusion models).</li> <li>III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.</li> </ul> <p>Specific topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) Introduction to Deep Learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)</li> <li>b) Feedforward Networks</li> <li>c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)</li> <li>d) Convolutional Neural Networks</li> </ul> </li> <li>II) Advanced topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Latent variable models (VAEs)</li> <li>b) Generative adversarial networks (GANs)</li> <li>c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)</li> <li>d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows</li> <li>e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)</li> <li>f) Diffusion models</li> </ul> </li> <li>III) Applications in machine perception and computer vision: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)</li> <li>b) Pose estimation and other tasks involving human activity</li> <li>c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)</li> <li>d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling</li> </ul> </li> </ul>				
Literatur	Deep Learning Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio				
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning				
	<p>Please take note of the following conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge</li> <li>2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.</li> </ul> <p>The following courses are strongly recommended as prerequisites: * "Visual Computing" or "Computer Vision"</p> <p>The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.</p> <p>The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Anpassung und Flexibilität	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
	Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	<p>In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.</p> <p>The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.</p> <p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>				
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>				
Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Will be provided in the lecture				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and asses current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>252-5706-00L</b>	<b>Mathematical Foundations of Computer Graphics and Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>T. Aydin, A. Djelouah, B. Gözcü</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the fundamental mathematical tools and concepts used in computer graphics and vision. Each theoretical topic is introduced in the context of practical vision or graphic problems, showcasing its importance in real-world applications.				
Lernziel	The main goal is to equip the students with the key mathematical tools necessary to understand state-of-the-art algorithms in vision and graphics. In addition to the theoretical part, the students will learn how to use these mathematical tools to solve a wide range of practical problems in visual computing. After successfully completing this course, the students will be able to apply these mathematical concepts and tools to practical industrial and academic projects in visual computing.				
Inhalt	The theory behind various mathematical concepts and tools will be introduced, and their practical utility will be showcased in diverse applications in computer graphics and vision. The course will cover topics in sampling, reconstruction, approximation, optimization, robust fitting, differentiation, quadrature and spectral methods. Applications will include 3D surface reconstruction, camera pose estimation, image editing, data projection, character animation, structure-aware geometry processing, and rendering.				
<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
Inhalt	Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.				
	This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.				
	Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
	Tentative list of topics: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualization and Perception</li> <li>2. Interaction and Explanation</li> <li>3. Systems Overview</li> </ol>				
Skript	Course material will be provided in form of slides.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.				
<b>263-5704-00L</b>	<b>Artificial Intelligence for Digital Characters</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>R. Wampfler</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters.				
Lernziel	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters. Three main components of conversational digital characters are introduced: Chatbots, animation synthesis, and speech synthesis. Real-life application of such digital characters is demonstrated on different use cases (e.g., digital Einstein).				

Inhalt	This lecture opens with basics on digital characters. Afterwards, the main components to build a conversational digital character are introduced. This includes the basics of natural language processing used to build a chatbot, animating a digital character based on motion capturing and deep learning, and synthesizing the speech. Further, autonomous agents based on knowledge graphs are covered. The lecture ends with real-life applications of digital characters.		
Literatur	Lecture slides will be made available at the course website.		
Voraussetzungen / Besonderes	There are no prerequisites for this class. However, it will help if the student has taken an undergraduate or graduate level class in statistics or machine learning.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft

## ► Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-2603-00L</b>	<b>Seminar on Systems Security</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Shinde</b>
Kurzbeschreibung	The seminar focuses on critical thinking and critique of fundamental as well as recent advances in systems security.				
Lernziel	The learning objective is to analyze selected research papers published at top systems+security venues and then identify open problems in this space. The seminar will achieve this via several components: reading papers, technical presentations, class discussions, and exploring potential research topics.				
Inhalt	Each student will pick one paper from the selected list, present it in the class, and lead the discussion for that paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students who are either interested in security research or are exploring thesis topics are highly encouraged to take this course. Students with systems/architecture/verification/PL expertise and basic security understanding are welcome.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft geprüft
<b>252-4102-00L</b>	<b>Seminar on Randomized Algorithms and Probabilistic Methods</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Steger</b>
Kurzbeschreibung	The aim of the seminar is to study papers which bring the students to the forefront of today's research topics. This semester we will study selected papers of the conference Symposium on Discrete Algorithms (SODA22).				
Lernziel	Read papers from the forefront of today's research; learn how to give a scientific talk.				
Voraussetzungen / Besonderes	The seminar is open for both students from mathematics and students from computer science. As prerequisite we require that you passed the course Randomized Algorithms and Probabilistic Methods (or equivalent, if you come from abroad).				
<b>252-5704-00L</b>	<b>Advanced Methods in Computer Graphics</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Gross, O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This seminar covers advanced topics in computer graphics with a focus on the latest research results. Topics include modeling, rendering, visualization, animation, physical simulation, computational photography, and others.				
Lernziel	The goal is to obtain an in-depth understanding of actual problems and research topics in the field of computer graphics as well as improve presentation and critical analysis skills.				
<b>261-5113-00L</b>	<b>Computational Challenges in Medical Genomics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Kahles</b>
Kurzbeschreibung	This seminar discusses recent relevant contributions to the fields of computational genomics, algorithmic bioinformatics, statistical genetics and related areas. Each participant will hold a presentation and lead the subsequent discussion.				
Lernziel	Preparing and holding a scientific presentation in front of peers is a central part of working in the scientific domain. In this seminar, the participants will learn how to efficiently summarize the relevant parts of a scientific publication, critically reflect its contents, and summarize it for presentation to an audience. The necessary skills to successfully present the key points of existing research work are the same as needed to communicate own research ideas. In addition to holding a presentation, each student will both contribute to as well as lead a discussion section on the topics presented in the class.				
Inhalt	The topics covered in the seminar are related to recent computational challenges that arise from the fields of genomics and biomedicine, including but not limited to genomic variant interpretation, genomic sequence analysis, compressive genomics tasks, single-cell approaches, privacy considerations, statistical frameworks, etc. Both recently published works contributing novel ideas to the areas mentioned above as well as seminal contributions from the past are amongst the list of selected papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of algorithms and data structures and interest in applications in genomics and computational biomedicine.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Kreatives Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>263-2100-00L</b>	<b>Research Topics in Software Engineering</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
		<b>2S</b>	<b>Z. Su, M. Vechev, R. Jung</b>
Kurzbeschreibung	This seminar is an opportunity to become familiar with current research in software engineering and more generally with the methods and challenges of scientific research.		
Lernziel	Each student will be asked to study some papers from the recent software engineering literature and review them. This is an exercise in critical review and analysis. Active participation is required (a presentation of a paper as well as participation in discussions).		
Inhalt	The aim of this seminar is to introduce students to recent research results in the area of programming languages and software engineering. To accomplish that, students will study and present research papers in the area as well as participate in paper discussions. The papers will span topics in both theory and practice, including papers on program verification, program analysis, testing, programming language design, and development tools.		
Literatur	The publications to be presented will be announced on the seminar home page at least one week before the first session.		
Voraussetzungen / Besonderes	Papers will be distributed during the first lecture.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>263-3600-00L</b>	<b>Heterogeneous Systems Seminar</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
		<b>2S</b>	<b>M. J. Giardino</b>
Kurzbeschreibung	The seminar covers heterogeneous systems, those that make use of different types of computing (GPUs, FPGA, ASICs, etc.) and/or memory (NVM/SCM). Our focus will be the systems and architectures that use these devices.		
Lernziel	The objective of this course is to familiarize students with important topics in heterogeneous systems, past, present, and future: the devices, the architectures, and their uses.		
Inhalt	The seminar consists of student presentations based upon a list of papers provided at the beginning of the course. Presentations will be done in teams. Students will be allotted a 45 minute time slot consisting of a 30 minute presentation and 15 minutes for questions. Grading is based upon the quality of the presentation, the coverage of the paper including necessary background and follow-on work, and the ability to understand and critique the paper and technology.		
<b>263-3712-00L</b>	<b>Seminar on Human-Performance Capture</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
		<b>2S</b>	<b>J. J. Zarate</b>
Kurzbeschreibung	Performance Capture refers to the technology and processes involved in digitally recreating the movements, poses, gestures, appearance, and expressions of a human and its surroundings. Methods to do so typically use body-worn sensors, RGB and depth cameras, and advanced Computer Vision algorithms to record the intricate details of a performer's movements.		
Lernziel	The goal of the seminar is to familiarize students with exciting new research topics in this important area but also to teach basic scientific writing and oral presentation skills.		

Inhalt	<p>Performance Capture refers to the technology and process involved in capturing and recreating the movements, gestures, and expressions of a human and its surroundings. It's a relevant field for various applications, including animation, virtual reality, and video games. It involves using advanced sensors, cameras, and computer vision algorithms to record the intricate details of a performer's movements, typically focusing on their face, body, clothing, and interactions. We will also explore the technology and applications behind high-end, multi-view capture stages, as the one ETH recently opened, <a href="https://ethz.ch/staffnet/en/news-and-events/internal-news/archive/2022/06/holograms-at-the-touch-of-a-button.html">https://ethz.ch/staffnet/en/news-and-events/internal-news/archive/2022/06/holograms-at-the-touch-of-a-button.html</a></p> <p>Papers from scientific venues such as CVPR, ICCV, ECCV, and SIGGRAPH will be examined in-depth to explore the latest research in the field. Students present and discuss the papers to extract techniques and insights that can be applied to software &amp; hardware projects.</p> <p>The seminar will have a different structure from regular seminars to encourage more discussion and a deeper learning experience. We will use a case-study format where all students read the same paper each week but fulfill different roles and hence prepare with different viewpoints in mind ("presenter", "historian", "PhD", and "Journalist"). The final deliverables include:  20 Minute presentation as presenter  5 Minute presentation as historian  1 A4 research proposal as the PhD  1 A4 summary of the discussion as the Journalist.</p>				
Kompetenzen	<p>For each topic, a paper representing the state of the art of research or seminal work that inspired and fostered future work will be chosen.</p> <p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Kommunikation</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>		
<b>263-4203-00L</b>	<b>Geometry: Combinatorics and Algorithms</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Gärtner, M. Hoffmann, P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i></p> <p>This seminar complements the course Geometry: Combinatorics &amp; Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent.</p>				
Lernziel	<p>Each student is expected to read, understand, and elaborate on a selected research paper. To this end, (s)he should give a 45-min. presentation about the paper. The process includes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* getting an overview of the related literature;</li> <li>* understanding and working out the background/motivation: why and where are the questions addressed relevant?</li> <li>* understanding the contents of the paper in all details;</li> <li>* selecting parts suitable for the presentation;</li> <li>* presenting the selected parts in such a way that an audience with some basic background in geometry and graph theory can easily understand and appreciate it.</li> </ul>				
Inhalt	<p>This seminar is held once a year and complements the course Geometry: Combinatorics &amp; Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent. The seminar is a good preparation for a master, diploma, or semester thesis in the area.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: Successful participation in the course "Geometry: Combinatorics &amp; Algorithms" (takes place every HS) is required.</p>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p>		
<b>263-4651-00L</b>	<b>Current Topics in Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Hofheinz, U. Maurer, K. Paterson</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i></p> <p>In this seminar course, students present and discuss a variety of recent research papers in Cryptography.</p>				
Lernziel	<p>Independent study of scientific literature and assessment of its contributions as well as learning and practicing presentation techniques.</p>				
Inhalt	<p>The course lecturers will provide a list of papers from which students will select.</p>				
Literatur	<p>The reading list will be published on the course website.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level. Ideally, they will have attended or will attend in parallel the Masters course in "Applied Cryptography".</p>				
<b>263-5157-00L</b>	<b>Representations in Generative AI: Causal Methods, Images, Music, Language</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Schölkopf, M. Besserve, S. Buchholz</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>The deadline for deregistering expires at the end of January 2024. Students who are still registered after that date but do not attend the seminar, will officially fail it.</i></p> <p>The seminar will explore the theoretical and empirical properties of representations in generative AI.</p>				
Lernziel	<p>The students obtain an overview of some recent progress in generative modeling, causality, and representation learning (incl. foundation models). They learn to understand a research paper in depth and to effectively communicate the main results to an audience.</p>				
Inhalt	<p>Recent progress in generative AI has not only achieved generation of highly realistic synthetic data, but also strives to allow for manipulation of high-level properties of the data, with significant potential for applications. Building useful representations is a core ingredient to be able to perform such meaningful manipulations: this goes beyond the mere representation of statistical information, and also includes aspects of causality. The seminar will explore the theoretical and empirical properties of these representations.</p>				

Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in probability theory and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
<b>263-5225-00L</b>	<b>Advanced Topics in Machine Learning and Data Science</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>F. Perez Cruz, E. Krymova, L. Salamanca Miño</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the fourth week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	In this seminar, recent papers of the machine learning and data science literature are presented and discussed. Possible topics cover statistical models, machine learning algorithms and its applications.				
Lernziel	The seminar "Advanced Topics in Machine Learning and Data Science" familiarizes students with recent developments in machine learning and data science. Recently published articles, as well as influential papers, have to be presented and critically reviewed. The students will learn how to structure a scientific presentation, which covers the motivation, key ideas and main results of a scientific paper. An important goal of the seminar presentation is to summarize the essential ideas of the paper in sufficient depth for the audience to be able to follow its main conclusion, especially why the article is (or is not) worth attention. The presentation style will play an important role and should reach the level of professional scientific presentations.				
Inhalt	The seminar will cover a number of recent papers which have emerged as important contributions to the machine learning and data science literatures. The topics will vary from year to year but they are centered on methodological issues in machine learning and its application, not only to text or images, but other scientific domains like medicine, climate or physics.				
Literatur	The papers will be presented in the first session of the seminar.				
<b>263-5904-00L</b>	<b>Deep Learning for Computer Vision: Seminal Work</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Blum</b>
	<i>The deadline for deregistering expires at the end of the first week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar covers seminal papers on the topic of deep learning for computer vision. The students will present and discuss the papers and gain an understanding of the most influential research in this area - both past and present.				
Lernziel	The objectives of this seminar are two-fold. Firstly, the aim is to provide a solid understanding of key contributions to the field of deep learning for vision (including a historical perspective as well as recent work). Secondly, the students will learn to critically read and analyse original research papers and judge their impact, as well as how to give a scientific presentation and lead a discussion on their topic.				
Inhalt	The seminar will start with introductory lectures to provide (1) a compact overview of challenges and relevant machine learning and deep learning research, and (2) a tutorial on critical analysis and presentation of research papers. Each student then chooses one paper from the provided collection to present during the remainder of the seminar. The students will be supported in the preparation of their presentation by the seminar assistants.				
Skript	The selection of research papers will be presented at the beginning of the semester.				
Literatur	The course "Machine Learning" is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>227-0559-00L</b>	<b>Seminar in Deep Neural Networks</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
	<i>Number of participants limited to 25.</i>				
Kurzbeschreibung	In this seminar participating students present and discuss recent research papers in the area of deep neural networks.				
Lernziel	We aim at giving the students an in depth view on the current advances in the area by discussing recent papers as well as discussing current issues and difficulties surrounding deep neural networks. The students will learn to read, evaluate and challenge research papers, prepare coherent scientific presentations and lead a discussion on their topic.				
Inhalt	The seminar will cover a range of research directions, with a focus on Graph Neural Networks, Algorithmic Learning, Reinforcement Learning and Natural Language Processing. It will be structured in blocks with each focus area being briefly introduced before presenting and discussing recent research papers. Papers will be allocated to the students based on their preferences.				
	For more information see <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .				
Skript	Slides of presentations will be made available.				
Literatur	The paper selection can be found on <a href="http://www.disco.ethz.ch/courses.html">www.disco.ethz.ch/courses.html</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	It is expected that students have prior knowledge and interest in machine and deep learning, for instance by having attended appropriate courses.				
<b>227-0559-10L</b>	<b>Seminar in Sustainable Networking</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Vanbever, R. Jacob</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, students review, present, and discuss recent research papers on computer networks, with a focus on sustainable networking.				
Lernziel	By the end of the seminar, students will be able to				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Read efficiently and assess critically scientific papers;</li> <li>2. Discuss technical topics with an audience of peers;</li> <li>3. Discuss the challenges of sustainable computing and networking.</li> </ol>				
Inhalt	**The seminar will only start on the semester week 2 (Thurs. 29.02)**				
	The seminar will start with one introductory session. From the third week, participating students will start reviewing, presenting, and discussing research papers. Two papers will be discussed every two weeks. Each student must choose a paper from a given list, prepare and give a (short) presentation on the paper's topic, and lead the follow-up discussion. In addition, all students submit one (short) review for the two papers presented every week in class.				
	Students will be evaluated based on their reviews, their presentation, and their leadership of and participation in the paper discussions.				
	The exact course content varies over time. For details, refers to the course website: <a href="https://seminar-net.ethz.ch/">https://seminar-net.ethz.ch/</a>				
Literatur	The paper selection will be made available on the course website.				

Voraussetzungen / Besonderes	Communication Networks (227-0120-00L) or equivalents.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
Soziale Kompetenzen		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert	
		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	

<b>401-3900-16L</b>	<b>Advanced Topics in Discrete Optimization</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Zenklusen, E. Bamas, R. Santiago Torres</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar we will discuss selected topics in discrete optimization. The main focus is on mostly recent research papers in the field of Combinatorial Optimization.				
Lernziel	The goal of the seminar is twofold. First, we aim at improving students' presentation and communication skills. In particular, students are to present a research paper to their peers and the instructors in a clear and understandable way. Second, students learn a selection of recent cutting-edge approaches in the field of Combinatorial Optimization by attending the other students' talks. A very active participation in the seminar helps students to build up the necessary skills for parsing and digesting advanced technical texts on a significantly higher complexity level than usual textbooks.				
	A key goal is that students prepare their presentations in a concise and accessible way to make sure that other participants get a clear idea of the presented results and techniques.				
Inhalt	Students intending to do a project in optimization are strongly encouraged to participate. The selected topics will cover various classical and modern results in Combinatorial Optimization.				
	Contrary to prior years, a very significant component of the seminar will be interactive discussions where active participation of the students is required.				
Literatur	The learning material will be in the form of scientific papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: We expect students to have a thorough understanding of topics covered in the course "Linear & Combinatorial Optimization".				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Kommunikation	geprüft		

<b>851-0740-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				

### ► Praktische Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0570-00L</b>	<b>Game Programming Laboratory</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>9P</b>	<b>B. Sumner</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist ein vertieftes Verständnis der Technologie und der Programmierung von Computer-Spielen. Die Studierenden entwerfen und entwickeln in kleinen Gruppen ein Computer-Spiel und machen sich so vertraut mit der Kunst des Spiel-Programmierens.				
Lernziel	Das Ziel dieses neuen Kurses ist es, die Studenten mit der Technologie und der Kunst des Programmierens von modernen dreidimensionalen Computerspielen vertraut zu machen.				
Inhalt	Dies ist ein Kurs, der auf die Technologie von modernen dreidimensionalen Computerspielen eingeht. Während des Kurses werden die Studenten in kleinen Gruppen ein Computerspiel entwerfen und entwickeln. Der Schwerpunkt des Kurses wird auf technischen Aspekten der Spielentwicklung wie Rendering, Kinematographie, Interaktion, Physik, Animation und KI liegen. Zusätzlich werden wir aber auch Wert auf kreative Ideen für fortgeschrittenes Gameplay und visuelle Effekte legen.				
	Der Kurs wird als Labor durchgeführt. Zusätzlich zu Vorträgen und Übungen wird der Kurs in einen praktischen, hands-on Ansatz durchgeführt. Wir treffen uns einmal wöchentlich um technische Aspekte zu besprechen und den Fortschritt der Entwicklung zu verfolgen. Für die Entwicklung verwenden wir MonoGames. Dies ist eine Ansammlung von Bibliotheken und Werkzeugen um die Spieleentwicklung zu erleichtern. Die Entwicklung wird zunächst auf dem PC stattfinden, das Spiel wird dann im weiteren Verlauf auf der Xbox One Konsole eingesetzt.				
Skript	Am Ende des Kurses werden die Resultate öffentlich präsentiert. Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games by Tracy Fullerton				



Voraussetzungen / Besonderes	Die Anzahl der Teilnehmer ist begrenzt.  Voraussetzung für die Teilnahme sind:  - Gute Programmierkenntnisse (Java, C++, C#, o.ä.)  - Erfahrung in Computergrafik: Teilnehmer sollten mindestens die Vorlesung Visual Computing besucht haben. Wir empfehlen auch noch die weiterführenden Kurse Introduction to Computer Graphics, Surface Representations and Geometric Modeling, und Physically-based Simulation in Computer Graphics.				
<b>252-0817-00L</b>	<b>Distributed Systems Laboratory</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>9P</b>	<b>G. Alonso, T. Hoefler, A. Klimovic, T. Roscoe, R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	Entwicklung und / oder Evaluation eines umfangreicheren praktischen Systems mit Technologien aus dem Gebiet der verteilten Systeme. Das Projekt kann aus unterschiedlichen Teilbereichen (von Web-Services bis hin zu ubiquitären Systemen) stammen; typische Technologien umfassen drahtlose Ad-hoc-Netze oder Anwendungen auf Mobiltelefonen.				
Lernziel	Erwerb praktischer Kenntnisse bei Entwicklung und / oder Evaluation eines umfangreicheren praktischen Systems mit Technologien aus dem Gebiet der verteilten Systeme.				
Inhalt	Entwicklung und / oder Evaluation eines umfangreicheren praktischen Systems mit Technologien aus dem Gebiet der verteilten Systeme. Das Projekt kann aus unterschiedlichen Teilbereichen (von Web-Services bis hin zu ubiquitären Systemen) stammen; typische Technologien umfassen drahtlose Ad-hoc-Netze oder Anwendungen auf Mobiltelefonen. Zu diesem Praktikum existiert keine Vorlesung. Bei Interesse bitte einen der beteiligten Professoren oder einen Assistenten der Forschungsgruppen kontaktieren.				
<b>263-0650-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>17A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Practical work shall foster the student's ability to solve technological scientific problems by applying acquired knowledge and social competencies.				
Lernziel	see above				
Inhalt	Practical work refers either to a semester project or a lab course, which is conducted under the supervision of a professor of the department of computer science.				

## ► Ergänzungen

### ►► Ergänzung in Computer Graphics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
<b>263-5704-00L</b>	<b>Artificial Intelligence for Digital Characters</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>R. Wampfler</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters.				
Lernziel	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters. Three main components of conversational digital characters are introduced: Chatbots, animation synthesis, and speech synthesis. Real-life application of such digital characters is demonstrated on different use cases (e.g., digital Einstein).				
Inhalt	This lecture opens with basics on digital characters. Afterwards, the main components to build a conversational digital character are introduced. This includes the basics of natural language processing used to build a chatbot, animating a digital character based on motion capturing and deep learning, and synthesizing the speech. Further, autonomous agents based on knowledge graphs are covered. The lecture ends with real-life applications of digital characters.				
Literatur	Lecture slides will be made available at the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	There are no prerequisites for this class. However, it will help if the student has taken an undergraduate or graduate level class in statistics or machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>252-5706-00L</b>	<b>Mathematical Foundations of Computer Graphics and Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>T. Aydin, A. Djelouah, B. Gözcü</b>
Kurzbeschreibung	This course presents the fundamental mathematical tools and concepts used in computer graphics and vision. Each theoretical topic is introduced in the context of practical vision or graphic problems, showcasing its importance in real-world applications.				
Lernziel	The main goal is to equip the students with the key mathematical tools necessary to understand state-of-the-art algorithms in vision and graphics. In addition to the theoretical part, the students will learn how to use these mathematical tools to solve a wide range of practical problems in visual computing. After successfully completing this course, the students will be able to apply these mathematical concepts and tools to practical industrial and academic projects in visual computing.				
Inhalt	The theory behind various mathematical concepts and tools will be introduced, and their practical utility will be showcased in diverse applications in computer graphics and vision. The course will cover topics in sampling, reconstruction, approximation, optimization, robust fitting, differentiation, quadrature and spectral methods. Applications will include 3D surface reconstruction, camera pose estimation, image editing, data projection, character animation, structure-aware geometry processing, and rendering.				
<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				

Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft

## ►► Ergänzung in Computer Vision

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and asses current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling. This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.				
Lernziel	Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
	The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.				
Inhalt	We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.				
	The course covers the following main areas:				
	I) Foundations of deep learning.				
	II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, auto-regressive models, invertible neural networks, diffusion models).				
	III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.				
	Specific topics include:				
	I) Introduction to Deep Learning:				
	a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)				
	b) Feedforward Networks				
	c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)				
	d) Convolutional Neural Networks				
	II) Advanced topics:				
	a) Latent variable models (VAEs)				
	b) Generative adversarial networks (GANs)				
	c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)				
	d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows				
	e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)				
	f) Diffusion models				
	III) Applications in machine perception and computer vision:				
	a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)				
	b) Pose estimation and other tasks involving human activity				
	c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)				
	d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling				

Literatur	Deep Learning Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio		
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning		
	Please take note of the following conditions: 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.		
	The following courses are strongly recommended as prerequisites: * "Visual Computing" or "Computer Vision"		
	The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.		
Kompetenzen	The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
Inhalt	Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.				
	This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.				
	Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
	Tentative list of topics: 1. Visualization and Perception 2. Interaction and Explanation 3. Systems Overview				
Skript	Course material will be provided in form of slides.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.				

## ►► Ergänzung in Data Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Skript	Available.				

Literatur Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.

Mastering Distributed Algorithms  
Roger Wattenhofer  
Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267

Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics  
Hagit Attiya, Jennifer Welch.  
McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6

Introduction to Algorithms  
Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest.  
The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8

Disseminatin of Information in Communication Networks  
Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger.  
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2

Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes  
Frank Thomson Leighton.  
Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1

Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach  
David Peleg.  
Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8

Voraussetzungen / Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)  
Besonderes

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft

<b>263-3855-00L</b>	<b>Cloud Computing Architecture</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+3A</b>	<b>A. Klimovic</b>
Kurzbeschreibung	Cloud computing hosts a wide variety of online services that we use on a daily basis, including web search, social networks, and video streaming. This course will cover how datacenter hardware, systems software, and application frameworks are designed for the cloud.				
Lernziel	After successful completion of this course, students will be able to: 1) reason about performance, energy efficiency, and availability tradeoffs in the design of cloud system software, 2) describe how datacenter hardware is organized and explain why it is organized as such, 3) implement cloud applications as well as analyze and optimize their performance.				
Inhalt	In this course, we study how datacenter hardware, systems software, and applications are designed at large scale for the cloud. The course covers topics including server design, cluster management, large-scale storage systems, serverless computing, data analytics frameworks, and performance analysis.				
Skript	Lecture slides will be available on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Undergraduate courses in 1) computer architecture and 2) operating systems, distributed systems, and/or database systems are strongly recommended.				

<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				

►► Ergänzung in Information Security

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>263-4600-00L</b>	<b>Formal Methods for Information Security</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>S. Krstic, R. Sasse, C. Sprenger</b>

Kurzbeschreibung	The course focuses on formal methods for the modeling and analysis of security protocols for critical systems, ranging from authentication protocols for network security to electronic voting protocols and online banking. In addition, we will also introduce the notions of non-interference and runtime monitoring.		
Lernziel	The students will learn the key ideas and theoretical foundations of formal modeling and analysis of security protocols. The students will complement their theoretical knowledge by solving practical exercises, completing a small project, and using state-of-the-art tools. The students also learn the fundamentals of non-interference and runtime monitoring.		
Inhalt	The course treats formal methods mainly for the modeling and analysis of security protocols. Cryptographic protocols (such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, SAML single-sign on, and IPsec) form the basis for secure communication and business processes. Numerous attacks on published protocols show that the design of cryptographic protocols is extremely error-prone. A rigorous analysis of these protocols is therefore indispensable, and manual analysis is insufficient. The lectures cover the theoretical basis for the (tool-supported) formal modeling and analysis of such protocols. Specifically, we discuss their operational semantics, the formalization of security properties, and techniques and algorithms for their verification.  The second part of this course will cover a selection of advanced topics in security protocols such as abstraction techniques for efficient verification, secure communication with humans, the link between symbolic protocol models and cryptographic models as well as RFID protocols (a staple of the Internet of Things) and electronic voting protocols, including the relevant privacy properties.  Moreover, we will give an introduction to two additional topics: non-interference as a general notion of secure systems, both from a semantic and a programming language perspective (type system), and runtime verification/monitoring to detect violations of security policies expressed as trace properties.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.				

<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ►► Ergänzung in Machine Learning

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:  - Variational methods and optimization. - Deterministic annealing. - Clustering for diverse types of data. - Model validation by information theory.				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.  - Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.  - Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.  - Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.				

Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>261-5120-00L</b>	<b>Machine Learning for Health Care</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch</b>
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				
Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Data Structures & Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.				
	Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
<b>263-3710-00L</b>	<b>Machine Perception</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling.				
Lernziel	This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks. Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.				
Inhalt	<p>The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.</p> <p>We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.</p> <p>The course covers the following main areas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I) Foundations of deep learning.</li> <li>II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).</li> <li>III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.</li> </ol> <p>Specific topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I) Introduction to Deep Learning: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)</li> <li>b) Feedforward Networks</li> <li>c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)</li> <li>d) Convolutional Neural Networks</li> </ol> </li> <li>II) Advanced topics: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Latent variable models (VAEs)</li> <li>b) Generative adversarial networks (GANs)</li> <li>c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)</li> <li>d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows</li> <li>e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)</li> <li>f) Diffusion models</li> </ol> </li> <li>III) Applications in machine perception and computer vision: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)</li> <li>b) Pose estimation and other tasks involving human activity</li> <li>c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)</li> <li>d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling</li> </ol> </li> </ol>				
Literatur	Deep Learning Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio				

Voraussetzungen / Besonderes	<p>This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning</p> <p>Please take note of the following conditions:  1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge  2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.</p> <p>The following courses are strongly recommended as prerequisites:  * "Visual Computing" or "Computer Vision"</p> <p>The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.</p> <p>The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

---

<b>263-5000-00L</b>	<b>Computational Semantics for Natural Language Processing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>M. Sachan</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------------	------------------

Kurzbeschreibung	This course presents an introduction to Natural language processing (NLP) with an emphasis on computational semantics i.e. the process of constructing and reasoning with meaning representations of natural language text.				
Lernziel	The objective of the course is to learn about various topics in computational semantics and its importance in natural language processing methodology and research. Exercises and the project will be key parts of the course so the students will be able to gain hands-on experience with state-of-the-art techniques in the field.				
Inhalt	We will take a modern view of the topic, and focus on various statistical and deep learning approaches for computation semantics. We will also overview various primary areas of research in language processing and discuss how the computational semantics view can help us make advances in NLP.				
Skript	Lecture slides will be made available at the course Web site.				
Literatur	No textbook is required, but there will be regularly assigned readings from research literature, linked to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The student should have successfully completed a graduate level class in machine learning (252-0220-00L), deep learning (263-3210-00L) or natural language processing (252-3005-00L) before. Similar courses from other universities are acceptable too.				

---

<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>
---------------------	---	----------	-------------	--------------	---------------------

Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
Inhalt	<p>Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.</p> <p>This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.</p> <p>Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.</p> <p>Tentative list of topics:  1. Visualization and Perception  2. Interaction and Explanation  3. Systems Overview</p>				
Skript	Course material will be provided in form of slides.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.				

---

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
---------------------	--	----------	-------------	--------------	--------------

Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	<p>This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.</p> <p>By the end of the course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul>				

Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.		
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.		
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.		
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

---

**263-5351-00L Machine Learning for Genomics** **W 5 KP 2V+1U+1A V. Boeva**  
*Findet dieses Semester nicht statt.*  
*The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.*  
  
*The course will be offered again in AS24!*

**Kurzbeschreibung** The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.  
**Lernziel** Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.  
**Inhalt** - Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways  
- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)  
- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)  
- Deconvolution of mixed signal  
- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)  
- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)  
- Batch correction (autoencoders, optimal transport)  
- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)  
**Voraussetzungen /  
Besonderes** Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line

---

**263-5352-00L Advanced Formal Language Theory** **W 6 KP 4G+1A R. Cotterell**  
**Kurzbeschreibung** This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory.  
**Lernziel** The objective of the course is to learn and understand a variety of topics in advanced formal language theory.  
**Inhalt** This course serves as an introduction to various advanced topics in formal language theory. The primary focus of the course is on weighted formalisms, which can easily be applied in machine learning. Topics include finite-state machines as well as the algorithms that are commonly used for their manipulation. We will also cover weighted context-free grammars, weighted tree automata, and weighted mildly context-sensitive formalisms.

---

**263-5353-00L Philosophy of Language and Computation I** **W 3 KP 1V+1U R. Cotterell, J. L. Gastaldi**  
**Kurzbeschreibung** This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data.  
**Lernziel** Understand the philosophical underpinnings of language-based artificial intelligence.  
**Inhalt** This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data. The course is a year-long journey, but the second half (Autumn 2024) does not depend on the first (Spring 2024) and thus either half may be taken independently. In each semester, we divide the class time into three modules. Each module is centered around a philosophical topic. In the first semester we will discuss logicism, structuralism, generative linguistics, and in the second semester we will focus on language games, information and pragmatics. The modules will be four weeks long, where we will read and discuss original texts and supplementary criticism together with recent NLP papers and discuss how the authors of those works are building on philosophical insights into our conception of language—perhaps implicitly or unwittingly.  
**Literatur** The literature will be provided by the instructors on the class website. It includes philosophical and theoretical texts from the logicist tradition, structuralism, and generative linguistics, as well as many texts within the state of the art of Natural Language Processing.



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft		
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				
<b>263-5704-00L</b>	<b>Artificial Intelligence for Digital Characters</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>R. Wampfler</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters.				
Lernziel	This lecture provides an overview of techniques to build conversational digital characters. Three main components of conversational digital characters are introduced: Chatbots, animation synthesis, and speech synthesis. Real-life application of such digital characters is demonstrated on different use cases (e.g., digital Einstein).				
Inhalt	This lecture opens with basics on digital characters. Afterwards, the main components to build a conversational digital character are introduced. This includes the basics of natural language processing used to build a chatbot, animating a digital character based on motion capturing and deep learning, and synthesizing the speech. Further, autonomous agents based on knowledge graphs are covered. The lecture ends with real-life applications of digital characters.				
Literatur	Lecture slides will be made available at the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	There are no prerequisites for this class. However, it will help if the student has taken an undergraduate or graduate level class in statistics or machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		

## ►► Ergänzung in Networking

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Skript	Available.				
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.				
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267				
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6				
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8				
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2				
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1				
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft

## ►► Ergänzung in Programming Languages and Software Engineering

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-2812-00L</b>	<b>Program Verification ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>P. Müller, M. Eilers</b>
Kurzbeschreibung	A hands-on introduction to the theory and construction of deductive program verifiers, covering both powerful techniques for formal program reasoning, and a perspective over the tool stack making up modern verification tools.				
Lernziel	Students will learn the necessary skills for designing, developing, and applying deductive verification tools that enable the modular verification of complex software, including features challenging for reasoning such as heap-based mutable data and concurrency. Students will learn both a variety of fundamental reasoning principles, and how these reasoning ideas can be made practical via automatic tools.				
Inhalt	By the end of the course, students should have a good working understanding and decisions involved with designing and building practical verification tools, including the underlying theory. They will also be able to apply such tools to develop formally-verified programs. The course will cover verification techniques and ways to automate them by introducing a verifier for a small core language and then progressively enriching the language with advanced features such as a mutable heap and concurrency. For each language extension, the course will explain the necessary reasoning principles, specification techniques, and tool support. In particular, it will introduce SMT solvers to prove logical formulas, intermediate verification languages to encode verification problems, and source code verifiers to handle feature-rich languages. The course will intermix technical content with hands-on experience.				
Skript	The slides will be available online.				
Literatur	Will be announced in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic familiarity with propositional and first-order logic will be assumed. Courses with an emphasis on formal reasoning about programs (such as Formal Methods and Functional Programming) are advantageous background, but are not a requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>263-2815-00L</b>	<b>Automated Software Testing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+1U+3A</b>	<b>Z. Su</b>
	<i>Last cancellation/deregistration date for this graded semester performance: 15 March 2024! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail".</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces students to classic and modern techniques for the automated testing and analysis of software systems for reliability, security, and performance. It covers both techniques and their applications in various domains (e.g., compilers, databases, theorem provers, operating systems, machine/deep learning, and mobile applications), focusing on the latest, important results.				
Lernziel	* Learn fundamental and practical techniques for software testing and analysis				
	* Understand the challenges, open issues and opportunities across a variety of domains (security/systems/compilers/databases/mobile/AI/education)				
	* Understand how latest automated testing and analysis techniques work				
	* Gain conceptual and practical experience in techniques/tools for reliability, security, and performance				
	* Learn how to perform original and impactful research in this area				
Inhalt	The course will be organized into the following components: (1) classic and modern testing and analysis techniques (coverage metrics, mutation testing, metamorphic testing, combinatorial testing, symbolic execution, fuzzing, static analysis, etc.), (2) latest results on techniques and applications from diverse domains, and (3) open challenges and opportunities.  A major component of this course is a class project. All students (individually or two-person teams) are expected to select and complete a course project. Ideally, the project is original research related in a broad sense to automated software testing and analysis. Potential project topics will also be suggested by the teaching staff.  Students must select a project and write a one or two pages proposal describing why what the proposed project is interesting and giving a work schedule. Students will also write a final report describing the project and prepare a 20-30 minute presentation at the end of the course.  The due dates for the project proposal, final report, and project presentation will be announced.  The course will cover results from the Advanced Software Technologies (AST) Lab at ETH as well as notable results elsewhere, providing good opportunities for potential course project topics as well as MSc project/thesis topics.				
Skript	Lecture notes/slides and other lecture materials/handouts will be available online.				
Literatur	Reading material and links to tools will be published on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The prerequisites for this course are some programming and algorithmic experience. Background and experience in software engineering, programming languages/compilers, and security (as well as operating systems and databases) can be beneficial.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-4600-00L</b>	<b>Formal Methods for Information Security</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>S. Krstic, R. Sasse, C. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on formal methods for the modeling and analysis of security protocols for critical systems, ranging from authentication protocols for network security to electronic voting protocols and online banking. In addition, we will also introduce the notions of non-interference and runtime monitoring.				
Lernziel	The students will learn the key ideas and theoretical foundations of formal modeling and analysis of security protocols. The students will complement their theoretical knowledge by solving practical exercises, completing a small project, and using state-of-the-art tools. The students also learn the fundamentals of non-interference and runtime monitoring.				
Inhalt	The course treats formal methods mainly for the modeling and analysis of security protocols. Cryptographic protocols (such as SSL/TLS, SSH, Kerberos, SAML single-sign on, and IPSec) form the basis for secure communication and business processes. Numerous attacks on published protocols show that the design of cryptographic protocols is extremely error-prone. A rigorous analysis of these protocols is therefore indispensable, and manual analysis is insufficient. The lectures cover the theoretical basis for the (tool-supported) formal modeling and analysis of such protocols. Specifically, we discuss their operational semantics, the formalization of security properties, and techniques and algorithms for their verification.				
	The second part of this course will cover a selection of advanced topics in security protocols such as abstraction techniques for efficient verification, secure communication with humans, the link between symbolic protocol models and cryptographic models as well as RFID protocols (a staple of the Internet of Things) and electronic voting protocols, including the relevant privacy properties.				
	Moreover, we will give an introduction to two additional topics: non-interference as a general notion of secure systems, both from a semantic and a programming language perspective (type system), and runtime verification/monitoring to detect violations of security policies expressed as trace properties.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ►► Ergänzung in Systems Software

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0128-00L</b>	<b>Synthesis of Digital Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Josipovic</b>
Kurzbeschreibung	This course covers theoretical and practical aspects of hardware compilation and synthesis. It provides a comprehensive view into the design flow of digital circuits and presents algorithms, tools, and methods to generate digital circuits from high-level descriptions. It discusses recent advancements and current challenges of high-level synthesis (HLS) for FPGAs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide students with an in-depth understanding of the hardware design process and hardware compilation techniques. The students will learn how to differentiate software and hardware design models. They will be able to apply high-level synthesis (HLS) concepts to design hardware from software specifications. They will be able to contrast various HLS methods, assess the area-performance tradeoffs of different HLS solutions, and identify challenges and limitations of current FPGA-oriented HLS approaches.				
Inhalt	<p>The course will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hardware design flow and introduction to high-level synthesis (HLS)</li> <li>- Static code analysis and optimization</li> <li>- Classic HLS algorithms for scheduling (e.g., ASAP, ALAP, List scheduling)</li> <li>- Classic HLS algorithms for sharing and binding (e.g., Left-edge algorithm)</li> <li>- Pipelining and SDC modulo scheduling</li> <li>- Polyhedral code analysis and optimization</li> <li>- Applications of HLS for FPGAs</li> <li>- Challenges of modern HLS for FPGAs</li> <li>- Recent HLS advancements and alternative HLS approaches</li> </ul> <p>The course will be divided into two main blocks. The first block will consist of classical lectures, accompanied by exercises. The second block will interleave lectures with: (1) practical work that will introduce students to a standard HLS flow for FPGAs and (2) student presentations of recent research topics on HLS and FPGA design.</p>				
Skript	Lecture notes will be provided on the course website.				
Literatur	Literature will be provided on the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course requires a basic understanding of digital circuit design and computer architecture. A background in FPGA design is not required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**227-0558-00L Principles of Distributed Computing W 7 KP 2V+2U+2A R. Wattenhofer**

**Kurzbeschreibung** We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.

**Lernziel** Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.

**Inhalt** Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.

Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds

**Skript** Available.

**Literatur** Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.

Mastering Distributed Algorithms  
Roger Wattenhofer  
Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267

Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics  
Hagit Attiya, Jennifer Welch.  
McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6

Introduction to Algorithms  
Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest.  
The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8

Disseminatin of Information in Communication Networks  
Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger.  
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2

Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes  
Frank Thomson Leighton.  
Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1

Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach  
David Peleg.  
Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8

**Voraussetzungen / Besonderes** Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft

---

**263-3800-00L Advanced Operating Systems W 7 KP 2V+2U+2A T. Roscoe, A. Baumann**

**Kurzbeschreibung** This course is intended to give students a thorough understanding of design and implementation issues for modern operating systems, with a particular emphasis on the challenges of modern hardware features. We will cover key design issues in implementing an operating system, such as memory management, scheduling, protection, inter-process communication, device drivers, and file systems.

**Lernziel** The goals of the course are, firstly, to give students:

1. A broader perspective on OS design than that provided by knowledge of Unix or Windows, building on the material in a standard undergraduate operating systems class
2. Practical experience in dealing directly with the concurrency, resource management, and abstraction problems confronting OS designers and implementers
3. A glimpse into future directions for the evolution of OS and computer hardware design

Inhalt	The course is based on practical implementation work, in C and assembly language, and requires solid knowledge of both. The work is mostly carried out in teams of 3-4, using real hardware, and is a mixture of team milestones and individual projects which fit together into a complete system at the end. Emphasis is also placed on a final report which details the complete finished artifact, evaluates its performance, and discusses the choices the team made while building it.
Voraussetzungen / Besonderes	The course is based around a milestone-oriented project, where students work in small groups to implement major components of a microkernel-based operating system. The final assessment will be a combination grades awarded for milestones during the course of the project, a final written report on the work, and a set of test cases run on the final code.

## ►► Ergänzung in Theoretical Computer Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.				
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>263-4400-00L</b>	<b>Advanced Graph Algorithms and Optimization</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+3U+3A</b>	<b>R. Kyng, M. Probst</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.				
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.				
	By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.				
	The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory.				

Inhalt	Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.  Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.  Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.  Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.
<b>263-4508-00L</b>	<b>Algorithmic Foundations of Data Science</b>
	<b>W 10 KP 3V+2U+4A D. Steurer</b>
Kurzbeschreibung	This course provides rigorous theoretical foundations for the design and mathematical analysis of efficient algorithms that can solve fundamental tasks relevant to data science.
Lernziel	We consider various statistical models for basic data-analytical tasks, e.g., (sparse) linear regression, principal component analysis, matrix completion, community detection, and clustering.  Our goal is to design efficient (polynomial-time) algorithms that achieve the strongest possible (statistical) guarantees for these models.  Toward this goal we learn about a wide range of mathematical techniques from convex optimization, linear algebra (especially, spectral theory and tensors), and high-dimensional statistics.  We also incorporate adversarial (worst-case) components into our models as a way to reason about robustness guarantees for the algorithms we design.
Inhalt	Strengths and limitations of efficient algorithms in (robust) statistical models for the following (tentative) list of data analysis tasks:  - (sparse) linear regression - principal component analysis and matrix completion - clustering and Gaussian mixture models - community detection
Skript	To be provided during the semester
Literatur	High-Dimensional Statistics A Non-Asymptotic Viewpoint by Martin J. Wainwright
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical and algorithmic maturity at least at the level of the course "Algorithms, Probability, and Computing".  Important: Optimization for Data Science 2018--2021 This course was created after a reorganization of the course "Optimization for Data Science" (ODS). A significant portion of the material for this course has previously been taught as part of ODS. Consequently, it is not possible to earn credit points for both this course and ODS as offered in 2018--2021. This restriction does not apply to ODS offered in 2022 or afterwards and you can earn credit points for both courses in this case.
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>
	<b>W 5 KP 2V+2A J. Lengler, R. M. Steiner</b>
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.
Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"
Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Konzepte und Theorien geprüft Verfahren und Technologien geprüft Methodenspezifische Kompetenzen Analytische Kompetenzen geprüft
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>
	<b>W 8 KP 3V+2U+2A P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper

Literatur	Main reference:				
	Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html				
	Other references:				
	Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 https://bookstore.ams.org/mbk-69				
	Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12				
	Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html				
	Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.				
<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Komm</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit</i> <i>Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem</i> <i>Fokus Informatik A n i c h t !</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.				
	R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.				
	M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.				
	F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.				
	F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>H.-J. Böckenhauer, D. Komm, M. Wettstein</b>

Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.				
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.				
Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>				
Literatur	<p>Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:</p> <p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004</p> <p>D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016</p> <p>Zusätzliche Literatur:</p> <p>A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	<p>Key topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matching problems;</li> <li>- Integer Programming techniques and models;</li> <li>- Extended formulations and strong problem formulations;</li> <li>- Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs;</li> <li>- Decomposition approaches.</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018.</li> <li>- Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes.</li> <li>- Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010.</li> <li>- Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		



## ► Vertiefungsübergreifende Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
263-0007-00L	<b>Advanced Systems Lab ■</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	O	8 KP	3V+2U+2A	M. Püschel
Kurzbeschreibung	This course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in developing high performance software for mathematical functionality occurring in various fields in computer science. The focus is on optimizing for a single core and includes optimizing for the memory hierarchy, for special instruction sets, and the possible use of automatic performance tuning.				
Lernziel	Software performance (i.e., runtime) arises through the complex interaction of algorithm, its implementation, the compiler used, and the microarchitecture the program is run on. The first goal of the course is to provide the student with an understanding of this "vertical" interaction, and hence software performance, for mathematical functionality. The second goal is to teach a systematic strategy how to use this knowledge to write fast software for numerical problems. This strategy will be trained in several homeworks and a semester-long group project.				
Inhalt	<p>The fast evolution and increasing complexity of computing platforms pose a major challenge for developers of high performance software for engineering, science, and consumer applications: it becomes increasingly harder to harness the available computing power. Straightforward implementations may lose as much as one or two orders of magnitude in performance. On the other hand, creating optimal implementations requires the developer to have an understanding of algorithms, capabilities and limitations of compilers, and the target platform's architecture and microarchitecture.</p> <p>This interdisciplinary course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in high performance mathematical software development using important functionality such as matrix operations, transforms, filters, and others as examples. The course will explain how to optimize for the memory hierarchy, take advantage of special instruction sets, and other details of current processors that require optimization. The concept of automatic performance tuning is introduced. The focus is on optimization for a single core; thus, the course complements others on parallel and distributed computing.</p> <p>Finally a general strategy for performance analysis and optimization is introduced that the students will apply in group projects that accompany the course.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge of the C programming language and matrix algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
263-0008-00L	<b>Computational Intelligence Lab</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	O	8 KP	2V+2U+3A	V. Boeva, T. Hofmann
Kurzbeschreibung	This laboratory course teaches fundamental concepts in computational science and machine learning with a special emphasis on matrix factorization and representation learning. The class covers techniques like dimension reduction, data clustering, sparse coding, and deep learning as well as a wide spectrum of related use cases and applications.				
Lernziel	The goal of this Lab is to enable students to connect their mathematical background in linear algebra, analysis, probability, and optimization with their basic knowledge in machine learning and their general skill set in Computer Science to gain a deeper understanding of models and tools of great practical impact. Students will acquire fundamental theoretical concepts and methodologies from machine learning and how to apply these techniques to build intelligent systems.				
Inhalt	The course includes project work. Students work in groups of three to four people to develop solutions to an application problem. The course offers three application problems to choose from. For each of the problems, students submit their solutions to an online evaluation and ranking system and get feedback in terms of numerical accuracy and computational speed. In the final part of the course, students combine and extend one of their previous promising solutions and write up their findings in an extended abstract in the style of a conference paper. The students will also have the possibility to suggest their own application problem to solve if it satisfies the complexity criteria and fits the subject of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ► Freie Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot auf Master Level im Gebiet der Informatik (oder einem verwandten Bereich) der ETH Zürich, der EPF Lausanne, der Universität Zürich und - nach vorgängiger Genehmigung durch den Studiendirektor - der übrigen Schweizer Universitäten zur individuellen Auswahl offen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-0820-00L	<b>Information Technology in Practice</b>	W	5 KP	2V+1U+1A	M. Brandis
Kurzbeschreibung	The course is designed to provide students with an understanding of "real-life" computer science challenges in business settings and teach them how to address these.				

Lernziel	Students will learn important considerations of companies when applying information technology in practice, including costs, economic value and risks of information technology use, or impact of information technology on business strategy and vice versa. They will get insight into how companies have used or are using information technology to be successful. Students will also learn how to assess information technology decisions from different viewpoints, including technical experts, IT managers, business users, and business top managers.				
Inhalt	<p>The course will equip participants to understand the role computer science and information technology plays in different companies and to contribute to respective decisions as they enter into practice.</p> <p>The course consists of multiple lectures on economics of information technology, business and IT strategy, and how they are interlinked, and a set of relevant case studies. They address how companies become more successful using information technology, how bad information technology decisions can hurt them, and they look into a number of current challenges companies face regarding their information technology.</p> <p>The cases are taken both from documented international case studies as well as from Swiss companies participating in the course.</p> <p>The learned concepts will be applied in exercises, which form a key component of the course.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course builds on the earlier "Case Studies from Practice" course, with a stronger focus on learning key concepts of information technology use in practice and applying them in exercises, and only a limited number of case studies.</p> <p>The course prepares students for participation in the subsequent "Case Studies from Practice Seminar", which provides deeper insights into actual cases and how to solve them.</p> <p>The course is limited to 30 participants.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert geprüft geprüft gefördert	
<b>263-0600-00L</b>	<b>Research in Computer Science ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Selbständige Projektarbeit unter der Leitung eines Informatik-Professors / einer Informatik-Professorin.				
Lernziel	Project done under supervision of a professor in the Department of Computer Science.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Nur Studierende, die eine der folgenden Bedingungen erfüllen, können mit einem Research Projekt beginnen:</p> <p>a) 1 Lab (Interfokus Kurs) und 1 Kernfokus Kurs b) 2 Kernfokus Kurse c) 2 Labs (Interfokus Kurse)</p> <p>Eine Aufgabenbeschreibung muss zu Beginn des Projekts beim Studiensekretariat eingereicht werden.</p>				
<b>263-5055-00L</b>	<b>Talent Kick: From Student to Entrepreneur</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Gropengiesser, A. Ilic</b>
Kurzbeschreibung	The transfer of the latest research results into scalable start-ups creates the prerequisite for successful innovations. An entrepreneurial spirit and mindset enables young leaders to navigate complex environments and bring their research into practice. Studies are the best time to develop an entrepreneurial mindset and explore the entrepreneurial career path.				
Lernziel	<p>This seminar helps aspiring student/research entrepreneurs to gain hands-on entrepreneurial experience on the path from research into practice.</p> <p>The examples and cases will be primarily from software, AI, and other deep-tech ventures.</p> <p>The seminar was created with the support of ETH AI Center and University of St. Gallen and received competitive funding from the ETH Board, Fondation Botnar, Gebert Rüt Foundation, as well as support from the ETH Foundation.</p>				

Inhalt

After attending this course, students will be able to:

- Explain the importance and tools to form successful interdisciplinary teams
- Structure customer calls and sales pitchdecks
- Build their first prototypes and MVPs
- Find the right markets and customers to bring your research into practice
- Deal with complexity in bringing innovative / novel products into market
- Develop customer-centric business strategy
- Convince first supporters incl. Entrepreneurial mentors, first investors etc.

Content & Timeplan

The course is practically oriented and features guest speakers from leading start-ups. The course embraces a unique perspective combining technology and investor thinking. The seminar is structured around six days with the following themes.

06.03.2024 (half day afternoon)

What makes a good entrepreneur (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)

Learn how to develop an entrepreneurial mindset, starting with your skillset, your purpose, your vision, your passion.

27.03.2024 (half day afternoon)

What makes a good team (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)

Learn how to find and work successfully in a diverse team with similar values and different skillsets and personality types, creating a basis for communication and mutual respect.

04.04.2024 (5-6:30pm)

The Idea does not matter (1.5 hrs key notes & Q&A)

Learn how successful startups found the best opportunities based customer contact and their skillset and research.

17.04.2023 (half day afternoon)

Problem Deep-Dive (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)

Learn how to finding problems that matter with a customer-centric approach.

15.05.2024 (half day afternoon)

Validation (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)

Learn how to continuously test your assumptions and measure your success with objective indicators that matter.

29.05.2024 (5-6:30pm)

Problem exploration & system thinking (1.5 hrs key notes & guided group work)

Problem solving is complex: Learn how to continuously measure, reflect and adapt to ensure your desired impact.

27.06.2024 (5-6:30pm)

Market Opportunity Navigator part 1 (1.5 hrs key notes & Q&A)

Learn how to find the right market to bring your research into practice and build a successful company

03.07.2024 (half day afternoon)

Convincing supporters (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)

Learn how to convincing diverse supporters to join your journey with a diverse team and a convincing strategy.

09.07.2024 (5-6:30pm)

Market Opportunity Navigator part 2 (1.5 hrs key notes & Q&A)

Learn how to find the right market to bring your research into practice and build a successful company

24.07.2024 (half day afternoon)

Scaling (5 hrs / around 1 hr key notes and 4 hrs guided group work)

Learn whats next and how to move forward with a great idea and a strong team.

Voraussetzungen /  
Besonderes

The course is practically oriented and features guest speakers from leading start-ups. The course embraces a unique perspective combining technology and investor thinking.  
The seminar is structured around ten days.

► **Wissenschaft im Kontext**

*Nicht mehr als sechs Kreditpunkte werden in dieser Kategorie akzeptiert.*

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-INFK*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

► **Master-Arbeit**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
263-0800-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat;</i> <i>c. in der Kategorie "Vertiefungsübergreifende Fächer" sind 16 KP;</i> <i>d. und in der Kategorie "Vertiefung" sind 26 KP erarbeitet, wovon mindestens 16 KP in der Unterkategorie «Kernfächer Vertiefung»;</i> <i>e. und in der Katogore "Praktische Arbeit" mindestens 8 KP erworben hat.</i> <i>f. In allen anderen Kategorien, mit Ausnahme der «Master-Arbeit», insgesamt noch maximal 8 KP ausstehend sind.</i>	O	30 KP	64D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The Master's thesis concludes the study programme. Thesis work should prove the students' ability to independent, structured and scientific working.				
Lernziel	To work independently and to produce a scientifically structured work under the supervision of a Computer Science Professor.				

Inhalt	Independent project work supervised by a Computer Science professor. The duration of the MT is 28 weeks (full-time), where the 28 weeks are composed of 26 weeks of actual processing time and 2 weeks to compensate for public holidays, sick days and other short-term absences.
Voraussetzungen / Besonderes	Supervisor must be a professor at D-INFK or affiliated, see <a href="https://inf.ethz.ch/people/faculty.html">https://inf.ethz.ch/people/faculty.html</a>

#### Informatik Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Integrated Building Systems Master

## ► Hauptfächer

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>066-0418-00L</b>	<b>Whole Building Simulation</b> <i>Limited number of participants.</i> <i>MIBS: This course must be taken in the first year of coursework.</i> <i>Priority will be given to Integrated Building Systems MSc students.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Mavromatidis, J. Allan</b>
Kurzbeschreibung	This course discusses the application of whole building simulation in the design, operation, and retrofitting process of buildings and districts.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand energy and mass conservation principles in the analysis of energy performance of buildings;</li> <li>- Use of building simulation in design, operation, and retrofitting process of buildings and districts;</li> <li>- Integrating HVAC, renewable energy, storage technologies and district energy systems</li> <li>- Annual simulations, system selection and sizing, heating and cooling calculations, summer comfort calculations</li> <li>- Understand differences between building and district scale simulation</li> <li>- Obtaining and interpreting simulation results, parametric studies and optimization results</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Only a restricted number of places is available for this course. Priority will be given to MIBS students. Please send an email to the lecturer after signing up in mystudies (if you are not a MIBS student).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.				
	They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.				
	They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another				
Inhalt	A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.				
	The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".				
	The lecture series is divided as follows:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- General presentation</li> <li>- Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc.</li> <li>- Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.</li> </ul>				
Skript	For each lecture slides will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.				
	No lecture will be given during Seminar week.				
<b>227-0680-00L</b>	<b>Building Control and Automation</b> <i>MIBS: This course must be taken in the first year of coursework.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>V. Behrunani, R. Smith, C. Gähler, J. Lygeros, M. Yazdanie</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basic concepts from automatic control theory and their application to the control and automation of buildings.				
Lernziel	Introduce students to fundamental concepts from control theory: State space models, feedback. Demonstrate the application of these concepts to building control for energy efficiency and other objectives.				
Inhalt	Introduction to modeling State space models and differential equations Laplace transforms and basic feedback control Discrete time systems Model predictive control for building climate regulation Regulating building energy consumption and energy hub concepts Practical implementation of Building Automation (BA) systems: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy-efficient control of room air quality, heating and cooling, domestic hot water, shading, etc.</li> <li>- Stability and robustness; Cascaded control</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Exposure to ordinary differential equations and Laplace transforms.				
<b>066-0422-00L</b>	<b>Building Systems II</b> <i>Successful completion of 066-0421-00L Building Systems I is a prerequisite.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>I. Hischier, L. Baldini, L. O. Grobe, A. Schlüter, M. Sulzer</b>

MIBS: This course must be taken in the first year of coursework.

Kurzbeschreibung	The course gives an overview of concepts and design of building energy supply and ventilation systems, renewable technologies, thermal comfort, indoor air quality, and integrated systems both on building and on urban scale.		
Lernziel	The course has the following learning objectives: - Knowledge of the fundamentals, principles and technologies for building heating and cooling, solar thermal systems, hybrid and mechanical ventilation, BIPV and Smart Energy Systems, Urban Energy Systems - Knowledge of the integration and interdependencies of building systems and building structure, construction and aesthetics - Ability to estimate relevant quantities and qualities for heating/ cooling of buildings and the related supply systems - Ability to evaluate and choose an approach for sustainable heating/cooling, the system and its components - Synthesis in own integrated design projects		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
		Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken	gefördert geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>066-0424-00L</b>	<b>Fire Safety and Acoustics Engineering</b> <i>This course replaces the former course 066-0420-00 "Indoor Environment, Resources and Safety" as of FS23.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Frangi, M. Klippel, S. M. Schoenwald</b>
Kurzbeschreibung	Principles and fundamental basics of Fire Safety and Acoustics Engineering				
Lernziel	<b>Fire Safety Engineering</b> - Fire safety objectives and regulations - Fire safety concepts and measures - Fire statistics - Human behavior and escape - Structural fire safety - Technical fire safety - Organizational fire safety - Risk and probabilistic - Economy of fire safety measures  <b>Acoustics Engineering</b> - Fundamentals of sound: Sound waves, Sound sources and free field sound propagation, Sound descriptors and sound levels - Sound fields in rooms: Reflection and absorption at boundaries, Diffuse sound fields (reverberation time), Room modes - Airborne sound transmission through building elements I: Homogenous structures: Monolithic elements, Double leaf elements (walls, windows, ), Linings, toppings and additional layers - Airborne sound transmission through building elements II: Assembled (lightweight) structures: Double leaf framed elements - Impact sound transmission through building elements: Impact sources, Floor elements and floor toppings, Introduction structure-borne sound and vibration - Sound transmission in buildings I: Composite elements, Flanking sound transmission I: Concept of flanking, Monolithic buildings - Sound transmission in buildings II: Flanking sound transmission II: Lightweight framed buildings, Outline prediction methods, Noise from building systems and installations - Measurement, Descriptors and Regulations: Standardized measurement techniques and protocols				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		

## ►► Vertiefungsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey, C. Richmond</b>
Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to 1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and 2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.				
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems				
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks				
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.				
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.				

Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
<b>102-0516-01L</b>	<b>Umweltverträglichkeitsprüfung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Riva</b>
Kurzbeschreibung	Schwerpunkt sind Verfahren, Ablauf und Inhalt der Umweltverträglichkeitsprüfung sowie gesetzliche Grundlagen und Methoden zur Erarbeitung eines UV-Berichtes. Mittels Exkursionen und Fallbeispielen wird ein vertiefter Einblick in die UVP ermöglicht. Am Beispiel eines Projektes werden Methoden zur Wirkungsabschätzung und der Ablauf einer UVP nachvollzogen und kritisch beurteilt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis des Zusammenhangs von Raumplanung und Umweltschutz</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung der zentralen Instrumente und Planungsabläufe zur Abschätzung der Umweltfolgen und -risiken von Vorhaben</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung von quantitativen Methoden zur Abschätzung der Umweltfolgen und -risiken von Vorhaben</li> <li>- Wissen über den Ablauf und Inhalt einer UVP</li> <li>- Fähigkeit zur kritischen Beurteilung von Umweltverträglichkeitsprüfungen</li> </ul>				
Inhalt	<p>In dem Fach "Umweltverträglichkeitsprüfung" werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis und Konzeptentwicklung angewandt und Systemverständnis auch geprüft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nominaler und funktionaler Umweltschutz in der Schweiz</li> <li>- Instrumente des Umweltschutzes</li> <li>- Abstimmungsbedarf zwischen Umweltschutz und Raumplanung</li> <li>- Umweltschutz und Umweltverträglichkeitsprüfung</li> <li>- gesetzliche Grundlagen der UVP</li> <li>- Verfahrensablauf der UVP</li> <li>- Inhalt der UVP</li> <li>- Inhalt und Aufbau des UVB</li> <li>- Anwendung der Wirkungsanalyse</li> <li>- Monitoring und Controlling</li> <li>- Ausblick bezüglich Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung</li> <li>- Exkursionen zu UVP-pflichtigen Vorhaben</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bundesamt für Umwelt 2009: UVP-Handbuch. Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Umwelt-Vollzug Nr. 0923, Bern. 156 S.</li> <li>- Leitfäden zur UVP (werden in der Vorlesung bekannt gegeben)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Zusatzinformation zum Prüfungsmodus: kein Taschenrechner erlaubt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
		Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Verhandlung		gefördert	
Anpassung und Flexibilität			gefördert		
Kreatives Denken			geprüft		
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>103-0357-00L</b>	<b>Umweltplanung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schwaab, F. E. Walther</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden Instrumente, Methoden und Verfahren der Landschafts- und Umweltplanung erarbeitet. Mittels Exkursionen wird deren praktische Umsetzung veranschaulicht.				
Lernziel	Kenntnis über die verschiedenen Instrumente und Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der Umweltplanung. Kenntnis der vielfältigen Wechselbeziehungen der Instrumente.				
Inhalt	<p>In dem Fach "Umweltplanung" werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und geprüft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forstliche Planung</li> <li>- Inventare</li> <li>- Eingriff und Ausgleich</li> <li>- ökologische Vernetzung / Infrastruktur</li> <li>- Agrarpolitik</li> <li>- Landschaftsentwicklungskonzept</li> <li>- Landschaftskonzeptionen</li> <li>- Parke</li> <li>- Landschaftskonzept</li> <li>- Gewässerraum</li> </ul> <p>Hinweis: Mehrere nicht-obligatorische Exkursionen sind Teil der Lehrveranstaltung. Es wird empfohlen, an diesen teilzunehmen um das vertiefte Verständnis der verschiedenen Themenbereiche zu verbessern.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>151-0212-00L</b>	<b>Advanced CFD Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental and advanced numerical methods used in commercial and open-source CFD codes will be explained. The main focus is on numerical methods for conservation laws with discontinuities, which is relevant for trans- and hypersonic gas dynamics problems, but also CFD of incompressible flows. Direct Simulation Monte Carlo and the Lattice Boltzmann method are explained.				
Lernziel	Knowing what's behind a state-of-the-art CFD code is not only important for developers, but also for users in order to choose the right methods and to achieve meaningful and accurate numerical results. Acquiring this knowledge is the main goal of this course.				
	Established numerical methods to solve the incompressible and compressible Navier-Stokes equations are explained, whereas the focus lies on finite volume methods for compressible flow simulations. In that context, first the main theory and then numerical schemes related to hyperbolic conservation laws are explained, whereas not only examples from fluid mechanics, but also simpler, yet illustrative ones are considered (e.g. Burgers and traffic flow equations). In addition, two less commonly used yet powerful approaches, i.e., the Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) and Lattice Boltzmann methods, are introduced.				
Inhalt	For most exercises a C++ code will have to be modified and applied.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finite-difference vs. finite-element vs. finite-volume methods</li> <li>- Basic approach to simulate incompressible flows</li> <li>- Brief introduction to turbulence modeling</li> <li>- Theory and numerical methods for compressible flow simulations</li> <li>- Direct Simulation Monte Carlo (DSMC)</li> <li>- Lattice Boltzmann method</li> </ul>				
Skript	Part of the course is based on the referenced books. In addition, the participants receive a manuscript and the slides.				
Literatur	"Computational Fluid Dynamics" by H. K. Versteeg and W. Malalasekera. "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems" by R. J. Leveque.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in <ul style="list-style-type: none"> <li>- fluid dynamics</li> <li>- numerical mathematics</li> <li>- programming (programming language is not important, but C++ is of advantage)</li> </ul>				

<b>151-0318-00L</b>	<b>Ecodesign - Umweltgerechte Produktgestaltung</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Züst</b>
Kurzbeschreibung	Ecodesign hat zum Ziel, die Umwelleistung von Produkten insgesamt zu verbessern. Zugleich soll die ökonomische und marktseitige Situation verbessert werden. Die Vorlesung gliedert sich in drei Teile: Motivation und Einstieg ins Thema, methodische Grundlagen, sowie Anwendung in einem eigenen Kleinprojekt.				
Lernziel	Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen eines Unternehmens durch die eigenen Produkte in vor- und nachgelagerten Bereichen verursacht werden. Das Ziel von Ecodesign besteht darin, die Umweltauswirkungen eines Produktes über alle Produktlebensphasen insgesamt zu reduzieren. Die systematische Herleitung erfolgversprechender Verbesserungsmaßnahmen zu Beginn des Produktentwicklungsprozesses ist eine Schlüsselfähigkeit, die in der vorliegenden Vorlesung vermittelt werden soll. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen die ökonomischen und ökologischen Potentiale von ECODESIGN erkennen, Fähigkeiten erlernen, zielgerichtet erfolgversprechende Verbesserungsmaßnahmen zu ermitteln und die erworbenen Fähigkeiten an konkreten Beispielen anwenden können.				
Inhalt	Die Vorlesung ist in drei Blöcke unterteilt. Hier sollen die jeweiligen Fragen beantwortet werden: A) Motivation und Einstieg ins Thema: Welche Material- und Energieflüsse werden durch Produkte über alle Lebensphasen, d.h. von der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Distribution, Nutzung und Entsorgungen verursacht? Welchen Einfluss hat die Produktentwicklung auf diese Auswirkungen? B) Grundlagen zum ECODESIGN PILOT: Wie können systematisch über alle Produktlebensphasen hinweg betrachtet bereits zu Beginn der Produktentwicklung bedeutende Umweltauswirkungen erkannt werden? Wie können zielgerichtet diejenigen Ecodesign-Maßnahmen ermittelt werden, die das größte ökonomische und ökologische Verbesserungspotential beinhalten? C) Anwendung des ECODESIGN PILOT: Welche Produktlebensphasen bewirken den größten Ressourcenverbrauch? Welche Verbesserungsmöglichkeiten bewirken einen möglichst großen ökonomischen und ökologischen Nutzen? Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene praktische Beispiele bearbeitet.				
Skript	Für den Einstieg ins Thema ECODESIGN wurde verschiedene Lehrunterlagen entwickelt, die im Kurs zur Verfügung stehen und teilweise auch ein "distance learning" ermöglichen:  Lehrbuch: Wimmer W., Züst R.: ECODESIGN PILOT, Produkt-Innovations-, Lern- und Optimierungs-Tool für umweltgerechte Produktgestaltung mit deutsch/englischer CD-ROM; Zürich, Verlag Industrielle Organisation, 2001. ISBN 3-85743-707-3  CD: im Lehrbuch inbegriffen (oder Teil "Anwenden" on-line via: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> ) Internet: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> vermittelt verschiedene weitere Zugänge zum Thema. Zudem werden CD's abgegeben, auf denen weitere Lehrmodule vorhanden sind.				
Literatur	Hinweise auf Literaturen werden on-line zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Testatbedingungen: Abgabe von zwei Übungen				

<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				



Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.		
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.		
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Verhandlung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,...) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.				
	Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).				

<b>227-0478-00L</b>	<b>Acoustics II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Pieren</b>
Kurzbeschreibung	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Lernziel	Advanced knowledge of the functioning and application of electro-acoustic transducers, sound reproduction and auralization.				
Inhalt	Electrical, mechanical and acoustical analogies. Transducers, microphones and loudspeakers, sound recording, sound reproduction, digital audio and auralization.				
Skript	available				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert

<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i> An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.				
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.				
Inhalt	The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.				
	Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.				
	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				gefördert
		Verfahren und Technologien				gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Problemlösung				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
<b>363-1000-00L</b>	<b>Financial Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bommier, P. Colo</b>	
Kurzbeschreibung	This is a theoretical course on the economics of financial decision making, at the crossroads between Microeconomics and Finance. It discusses portfolio choice theory, risk sharing, market equilibrium and asset pricing.					
Lernziel	The objective is to make students familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices, the notions of optimal risk sharing. However this is not a practical formation for traders. Moreover, the lecture doesn't cover topics such as market irrationality or systemic risk.					
	After completing this course:					
	1. Students will be familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices;					
	2. Students will understand the intuition of market equilibrium. They will be able to solve the market equilibrium in a simple model and derive the prices of assets.					
	3. Students will be familiar with the representation of attitudes towards risk. They will be able to explain how risk, wealth and agents' preferences affect the demand for assets.					
	4. Students will understand the notion of risk diversification.					
	5. Students will understand the notion of optimal risk sharing.					
Inhalt	The following topics will be discussed:					
	1. Introduction to financial assets: The first lecture provides an overview of most common financial assets. We will also discuss the formation of asset prices and the role of markets in the valuation of these assets.					
	2. Option valuation: this lecture focuses on options, which are a certain type of financial asset. You will learn about arbitrage, which is a key notion to understand the valuation of options. This lecture will give you the intuition of the mechanisms underlying the pricing of assets in more general settings.					
	3. Introduction to the economic analysis of asset markets: this chapter will familiarize you with the notion of market equilibrium and the role it plays concerning asset pricing. Relying on economic theory, we will consider the properties of the market equilibrium: In which cases does the equilibrium exist? Is it optimal? How does it depend on individual's wealth and preferences? The concepts defined in this chapter are essential to understand the following parts of the course.					
	4. A simplified approach to asset markets: based on the notions introduced in the previous lectures, you will learn about the key concepts necessary to understand financial markets, such as market completeness and the no-arbitrage theorem.					
	5. Choice under uncertainty: this class covers fundamental concepts concerning agents' decisions when facing risk. These models are crucial to understand how the demand for financial assets originates.					
	6. Demand for risk: Building up on the previous chapters, we will study portfolio choice in a simplified setting. We will discuss how asset demand varies with risk, agent's preferences and wealth.					
	7. Asset prices in a simplified context: We will focus on the portfolio choices of an investor, in a particular setting called mean-variance analysis. The mean-variance analysis will be a first step to introduce the notion of risk diversification, which is essential in finance.					
	8. Risk sharing and insurance: in this lecture, you will understand that risk can be shared among different agents and how, under certain conditions, this sharing can be optimal. You will learn about the distinction between individual idiosyncratic risk and macroeconomic risk.					
	9. Risk sharing and asset prices in a market equilibrium: this course builds up on previous lessons and presents the consumption-based Capital Asset Pricing Model (CAPM). The focus will be on how consumption, assets and prices are determined in equilibrium.					
Literatur	Main reading material:					
	- "Investments", by Z. Bodie, A. Kane and A. Marcus, for the introductory part of the course (see chapters 20 and 21 in particular).					
	- "Finance and the Economics of Uncertainty" by G. Demange and G. Laroque, Blackwell, 2006.					
	- "The Economics of Risk and Time", by C. Gollier, MIT Press, 2001.					
	Other readings:					
	- "Intermediate Financial Theory" by J.-P. Danthine and J.B. Donaldson.					
	- Ingersoll, J., E., Theory of Financial Decision Making, Rowman and Littlefield Publishers.					
	- Leroy S and J. Werner, Principles of Financial Economics, Cambridge University Press, 2001					
Voraussetzungen / Besonderes	Basic mathematical skills needed (calculus, linear algebra, convex analysis). Students must be able to solve simple optimization problems (e.g. Lagrangian methods). Some knowledge in microeconomics would help but is not compulsory. The bases will be covered in class.					

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.				
Inhalt	Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente. Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.				
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.				
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>363-1038-00L</b>	<b>Sustainability Start-Up Seminar</b> <i>Number of participants limited to 30.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. H. Sägesser</b>
Kurzbeschreibung	Participants are lead through a venturing process inspired by Lean and Design Thinking and social innovation methodologies. The course contains problem identification, idea generation and evaluation, team formation, and the development of one entrepreneurial idea per team. Starting points for entrepreneurial ideas are the climate crisis and biodiversity loss.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students have experienced and know how to take the first steps towards co-creating a venture and potentially company</li> <li>2. Students reflect deeply on sustainability issues (with a focus on climate change &amp; biodiversity) and can formulate a problem statement</li> <li>3. Students believe in their ability to bring change to the world with their own ideas</li> <li>4. Students are able to apply entrepreneurial practices such as e.g. the lean startup approach</li> <li>5. Students have built a first network and know how to proceed and who to approach in case they would like to take their ventures further.</li> </ol>				
Inhalt	<p>This course is aimed at people with a keen interest to address sustainability issues (with a focus on climate crisis and biodiversity loss) in collaborative and co-creative ways, with a curious mindset, and potentially first ideas for entrepreneurial action!</p> <p>The seminar consists of a mix of lectures, workshops, individual working sessions, teamwork, and student presentations/pitches. This class is taught by a reflective practitioner of entrepreneurial action for societal transformation. Real-world climate entrepreneurs and experts from the Swiss start-up and sustainability community will be invited to support individual sessions.</p> <p>All course content is based on latest international entrepreneurship practices and contains continuous processes of self- and world making.</p> <p>The seminar starts with an introduction to sustainability (with a special focus on climate change &amp; biodiversity), social innovation and entrepreneurship. Students are asked to self-select into an area of their interest in which they will develop entrepreneurial ideas throughout the course.</p> <p>The first part of the course then focuses on deeply understanding sustainability problems within the area of interest. Through workshops and self-study, students will identify key design challenges, generate ideas, as well as provide systematic and constructive feedback to their peers.</p> <p>In the second part of the course, students will form teams around their generated ideas. In these teams they will develop a business model and, following the lean start-up process, conduct real-life testing, as well as pivoting of these business models.</p> <p>In the final part of the course, students present their insights gained from the lean start-up process, as well as pitch their entrepreneurial ideas and business models to an expert jury. The course will conclude with a session that provides students with a network and resources to further pursue their entrepreneurial journey.</p>				
Skript	All material used will be made available to the participants via moodle.				
Literatur	No pre-reading required.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: Interest in sustainability, entrepreneurship, collaboration and readiness to open up, share and reflect deeply.</p> <p>Notes:  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. It is not required that participants already have an idea for entrepreneurial action at the beginning of the course.</li> <li>2. Focus is on entrepreneurial action which can take many forms. Eg. startup, SME, campaign, intrapreneurial action, non-profit, ...</li> <li>2. No legal entities (e.g. GmbH, Association, AG) need to be founded for this course.</li> </ol> </p> <p>Target participants: PhD students, Msc students and MAS students from all departments. The number of participants is limited to max.24.</p> <p>Waiting list: After subscribing you will be added to the waiting list. The lecturer will contact you a few weeks before the start of the seminar to confirm your interest and to ensure a good mixture of study backgrounds, only then you're accepted to the course.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**363-1060-00L**     **Strategies for Sustainable Business**     **W**     **3 KP**     **2V**     **J. Meuer**  
*Limited number of participants.*

*Registration will only be effective once confirmed by email from the organizers.*

**Kurzbeschreibung** In this course, students will learn to critically analyze strategies for sustainable business through exploring case studies on three main questions:  
1. What is sustainability in business?  
2. How do I design a sustainability strategy?  
3. How do I implement a sustainability strategy?

**Lernziel** After the course, you should be able to:  
1. Understand and explain sustainability challenges companies are facing;  
2. Critique sustainability and related strategies;  
3. Evaluate decisions taken by managers;  
4. Suggest alternative approaches;  
5. Develop action plans;  
6. Reflect on strategies for sustainability in their own organizations.

**Inhalt** You will also learn to apply a range of strategy concepts to sustainability challenges, including leadership, stakeholder management, diversification, and organizational change.  
The sessions are interactive and allow you to step into the role of decision-makers as they face key challenges in integrating sustainability. In the past years, we have, for example, taken a closer look at corporate sustainability at IKEA and have discussed how Patagonia is trying to define its net-zero strategy. We have also taken the perspective of an NGO activist to look at Walmart's development and launch of Love, Earth—a new line of sustainable jewelry—to understand why and how companies increasingly address environmental and social impacts at the strategic and operational levels. In other scenarios, you may adopt the role of the General Manager of a 500-room, 4-star city-center hotel with the goal of reaching net zero greenhouse gas emissions by 2050. During this course, you will also have the opportunity to try out different ways of implementing a sustainability initiative in a simulation exercise.

**Literatur** We will provide case study material and guidelines for analyzing cases to participants by email several weeks before the seminar.  
**Voraussetzungen / Besonderes** After signing up you will first be placed on the waiting list. We will contact all students on the waiting list to confirm their participation in the seminar. If you have any questions, please don't hesitate to contact Johannes Meuer (jmeuer@ethz.ch).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
Methodenspezifische Kompetenzen		Problemlösung	gefördert	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	

---

**252-0220-00L**     **Introduction to Machine Learning**     **W**     **8 KP**     **4V+2U+1A**     **F. Perez Cruz, F. Yang**

*Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch*

**Kurzbeschreibung** The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.  
**Lernziel** The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert

<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln ein Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>				
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.  Lehrmodule: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe</li> <li>- Einordnung der VR in Geschäftsprozesse</li> <li>- Die Erzeugung virtueller Welten</li> <li>- Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität</li> <li>- Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten</li> </ul>				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				

<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.				
Lernziel	The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.				

Inhalt	Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.				
Literatur	- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley & Sons, 2012 - Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017 - Further textbooks are introduced in the lecture				
<b>252-3900-00L</b>	<b>Big Data for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>G. Fourny</b>
Kurzbeschreibung	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i> This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.  The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.  This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".  Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.  The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.  After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.				
Inhalt	This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.  It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.  We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.  No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form. <ul style="list-style-type: none"> <li>- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores</li> <li>- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)</li> <li>- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)</li> <li>- data shapes and models (tables, trees)</li> <li>- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)</li> <li>- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)</li> <li>- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)</li> <li>- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)</li> <li>- resource management (YARN)</li> <li>- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)</li> <li>- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)</li> <li>- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)</li> <li>- applications.</li> </ul> Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.				
Skript	<a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a>				
Literatur	Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.  Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.  Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>363-1164-00L</b>	<b>Topics in Energy and Climate Policy</b> <i>Participation is limited to 20 students. A mandatory prerequisite is to attend the course "363-0514-00L Energy Economics and Policy".</i>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	This block seminar allows students to deepen their knowledge of energy and climate policy issues by presenting and discussing some scientific papers that analyze the economic aspects of energy and climate policy instruments.				
Lernziel	After taking this course, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>Engage in, participate and learn from discussion on the design, implementation and effectiveness of energy and climate policy instruments.</li> <li>Read, present and discuss scientific papers that analyse issues in energy and climate policy critically.</li> </ul>				
Inhalt	<p>During the course of Energy Economics and Policy, which is a prerequisite for this course, the students will be learning the basic principles and ideas in a frontal instruction-oriented style. This course is additionally offered to those interested students who want to further deepen their knowledge of topics in energy economics and policy. This block seminar will take place on a Friday afternoon and Saturday, and it will adopt a more participatory approach where students will actively present and discuss some topics in energy and climate policy. This block course will take place at the end of the spring semester.</p> <p>We will be discussing papers dealing with the following topics:</p> <p>Participation in the course will be limited to 20 students.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Economics of market-oriented policy measures such as taxes and subsidies</li> <li>Economics of non-market-oriented policy instruments such as standards, regulations, information policies, nudges, etc.</li> <li>Application of energy and climate policy instruments with a focus on developing countries including topics related to mobility, electrification, and pollution.</li> </ul> <p>The students will receive a proposal of a series of scientific papers at the beginning of the semester, during an introductory meeting, from which to choose one to present to the participants of the seminar. The presentation can be individual or in groups, depending on the number of participants. The student assessment will be based on their presentation as well as on their discussion of the other papers that are presented.</p> <p>Participation in the course will be limited to 20 students, and a mandatory prerequisite is to attend the Energy Economics and Policy course offered by MTEC in FS2022.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Kommunikation			gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken		
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahe Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können... <ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	<p>In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Variablen und Datentypen</li> <li>Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>Klassen und Objekte</li> </ol> <p>Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.</p>				



Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.		
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	

<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				
Inhalt	The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society. The course provides an introduction to the following themes: 1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events 2) methods to optimize and constrain model parameters using observations 3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer) 4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.				
	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Medien und digitale Technologien				gefördert
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				geprüft
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>103-0428-02L</b>	<b>Urban Design Studio for Planners</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>		<b>A. Kuitenbrouwer, C. Sinatra</b>
	<i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>					
Kurzbeschreibung	The course Urban Design Studio for Planners is an introduction to urban design through design workshops supported by tutorials and input lectures. What added value can the tools and concepts of urban design give to planning approaches? In this course students will learn how to observe, analyse, and design functional, desirable, equitable, sustainable urban spaces.					
Lernziel	The overall aim of the course is to develop design skills for planners, from design thinking to project creation, in an urban context.					
	On completion of the course a student should be able to					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the multidisciplinary nature of urban design and implement it</li> <li>• autonomously conduct analysis and learn from case studies</li> <li>• create proposals in view of a particular objective and develop an urban design project</li> </ul>					
Inhalt	Planners are responsible for developing urban areas that meet the needs of communities and prepare territories, cities, towns and villages for the challenges of the future. This practice draws from many disciplines: architecture, engineering, economics, sociology, political science, public health, finance and many others. As planning seeks to address numerous elements of city life, it is intrinsically linked to design understanding and design thinking.					
	Urban design is the process of shaping the physical setting for life in cities, towns and villages. It involves the design of buildings, public spaces and landscapes, among others, and establishing the processes that make successful spatial development possible. Urban design is essential in making places that are successful both socially and economically, good to live in, and attractive to visit. It is effective planning in the widest sense, helping to deliver better public services, achieve value for money in new developments, and to make good use of scarce resources					
	The course focuses on both design principles and design methodologies. This is mirrored in the hybrid structure of the course made of both of workshops, tutorials and input lectures applied in a studio setting.					
	The design workshops will focus design methodologies in a step-by-step process, learning through tutorials how to use computer based drawing and mapping tools to develop and illustrate design proposals.					
	The tutorials will provide the setting to learn technical skills and cover following tools:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Drawing Tutorials</li> <li>• Project Storytelling and Graphics</li> </ul>					
	The input lectures will focus on design principles and design processes through presentations. They will introduce necessary key concepts on the design process and cover following theme packages:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Context Analysis</li> <li>• Case Studies</li> <li>• Developing Scenarios</li> <li>• Design Proposal</li> </ul>					
	In a studio setting, students will collaborately follow an iterative and reflective process to build design skills and graphic approaches. Through synthesis of collective learning, they will develop a project-based exchange and application of interdisciplinary ideas and techniques. This work will use a site in Switzerland as a context for exploring the complex interactions between users, program, buildings, public spaces, infrastructure, and environmental systems, and ultimately reach a multilayered outcome - the urban design project. During studio time students will therefore have the opportunity to apply concepts and tools for developing their final urban design project.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				gefördert
		Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Problemlösung				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
		Verhandlung				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>151-9904-00L</b>	<b>Applied Category Theory for Engineering II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>		<b>A. Censi, J. Lorand</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Applied Compositional Thinking for Engineers I"</i>					

Kurzbeschreibung	This course is an introduction to advanced topics in Applied Category Theory focused on concepts beyond basic category theory and on the needs of applications. The course favors a computational, constructive, and compositional approach targeted to applications in engineering.																																																														
Lernziel	In many domains of engineering and applied sciences, it would be beneficial to think explicitly about abstraction and compositionality, to improve both the understanding of problems and the design of solutions. Applied Category Theory is a field of mathematics that can help in thinking about precisely such topics. A problem, however, is that this type of mathematics is not traditionally taught -- to date, there exists no easy path for engineers to learn category theory that is approachable and emphasizes engineering applications. This course will fill this gap, extending the efforts proposed in the first part of the class (ACT4E I).  This course's goal is not to teach category theory for the sake of it, but to teach the "compositional way of thinking". Category theory will just be the means towards this end. This implies that the presentation of materials sometimes diverges from the usual way to teach category theory, and some common concepts might be de-emphasized in favor of more obscure concepts that are more useful for applications.  The applications shown in the class will be mainly in the domains of autonomous robotics and mobility.																																																														
Inhalt	<p>Categories</p> <p>Functors</p> <p>Co-design problems</p> <p>Natural transformations</p> <p>Adjunctions</p> <p>Traced monoidal categories</p> <p>Computation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From mathematical models to algorithms</li> <li>- Solving finite co-design problems</li> <li>- Monads</li> <li>- Modeling uncertainty</li> </ul> <p>Enriched category theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profunctors</li> <li>- Enriched categories</li> <li>- Negative category theory</li> </ul> <p>Operads</p> <p>Linear logic and resources</p>																																																														
Skript	Slides and notes will be provided.																																																														
Literatur	<p>Censi, Lorand, Zardini, "Applied Compositional Thinking for Engineers" (Link: <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a>)</p> <p>B. Fong, D.I. Spivak, Seven Sketches in Compositionality: An Invitation to Applied Category Theory (<a href="https://arxiv.org/pdf/1803.05316">https://arxiv.org/pdf/1803.05316</a>)</p> <p>Censi, Lorand, Zardini, Applied Compositional Thinking for Engineers (<a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a>)</p>																																																														
Voraussetzungen / Besonderes	<p>There will be no exam; there will be weekly theory homework sheets, and these will constitute the grade for the course.</p> <p>The course is essentially self-contained and can be taken, in principle, without ACT4E I. We assume this preliminary knowledge:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Basics of logic &amp; mathematical thinking, ability to write mathematical proofs.</li> <li>2) Basic algebra (sets, posets, relations, semigroups, groups).</li> </ol>																																																														
Kompetenzen	<p>Students who took the course Applied Category Theory for Engineering I in the Fall Semester are sufficiently proficient in (1) and (2).</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 40%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 30%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verhandlung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>			Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	gefördert		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Kundenorientierung	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		Verhandlung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																													
	Verfahren und Technologien	geprüft																																																													
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																													
	Entscheidungsfindung	gefördert																																																													
	Medien und digitale Technologien	gefördert																																																													
	Problemlösung	geprüft																																																													
	Projektmanagement	gefördert																																																													
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																																													
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																													
	Kundenorientierung	gefördert																																																													
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																																													
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert																																																													
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																																													
	Verhandlung	gefördert																																																													
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																													
	Kreatives Denken	geprüft																																																													
	Kritisches Denken	geprüft																																																													
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																																													
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																																													
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																													

---

**102-0348-00L**      **Prospective Environmental Assessments**      **3 KP**      **2G**      **S. Hellweg, N. Heeren, A. Spörri**

*Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.*

Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.</li> <li>- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.</li> <li>- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.</li> <li>- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies</li> <li>- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)</li> </ul>		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scenario analysis</li> <li>- Dynamic material flow analysis</li> <li>- Temporal differentiation in LCA</li> <li>- Systems dynamics tools</li> <li>- Agent based models</li> <li>- Assessment of future and present environmental impact</li> <li>- Case studies</li> </ul>		
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft geprüft

<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				
Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects				
Skript	Handouts Exercises based on literature				
Literatur	Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.				
Voraussetzungen / Besonderes	More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> ) There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature				

<b>103-0570-00L</b>	<b>Urban Planning and Urban Policy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations by making use of planning approaches and policy instruments.				
Lernziel	Overall learning goal: Students can describe and explain the problems that arise in dense urban settings and they can analyze and compare how cities plan for and react to these urban problems through planning and policy-making Learning objective 1: Students can explain and infer what kind of problems emerges in cities Learning objective 2: Students discover and analyze different urban policy sectors Learning objective 3: Students can compare and evaluate different types of urban planning and policy-making approaches				

Inhalt	<p>Description of content (max 4000 characters):          In this course, we cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Urbanization and urban governance</li> <li>- Urban planning and policy</li> <li>- Densification and urban development</li> <li>- Gentrification</li> <li>- Affordable Housing</li> <li>- Public spaces</li> <li>- Gender-sensitive planning</li> <li>- Transportation</li> <li>- Smart cities</li> <li>- Climate change</li> <li>- Economic development</li> <li>- Platform economies</li> <li>- Security</li> <li>- Migration policies</li> <li>- Urban sustainable development</li> </ul> <p>We approach each topic by a mix of in-class discussions of one mandatory reading, inputs from the lectures, oral presentations of students as well as written reflections by students.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement		geprüft geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung		geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft	
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>151-0254-00L</b>	<b>Environmental Aspects of Future Mobility</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>Y. Wright, P. Dimopoulos Eggenschwiler</b>
Kurzbeschreibung	The course describes and assesses the environmental performance of current and future mobility/transportation and transformation pathways towards sustainability. It focuses in particular on the future role of renewable synthetic chemical energy carriers from a technology point of view.				
Lernziel	The students understand the systemic nature of current and future mobility/transportation systems and are able to elaborate solutions for the defossilization of the sector. At the end of the course they should be capable to assess alternative technologies for the different subsectors for transport of people and freight including the "upstream" energy supply processes for different energy carriers.				
Inhalt	<p>Mobility system structure, future demand trends for the various sectors (people, freight, off-road, marine, aviation) and appropriate energy carriers per application.</p> <p>Basic characteristics of the currently most promising energy carrier concepts: Li-Ion Batteries, Hydrogen and synthetic fuels. Methods for producing renewable energy carriers (electrolysis, methanation/synthesis of higher hydrocarbons etc.) and related infrastructure requirements.</p> <p>For internal combustion engines (ICE), which will continue to be used in sectors difficult to electrify (marine, off-road, heavy-duty long-haul freight transport), different combustion modes and their respective pollutant emission formation mechanisms are presented and in-cylinder emission minimization methods for conventional and renewable fuels are discussed. Exhaust gas aftertreatment for combustion engines and atmospheric emissions are finally presented in view of near-zero emission powertrain concepts. Basic environmental assessment of the introduced concepts.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Due to the wide range of material covered, this course requires basics of thermo-dynamics/cycles, turbulent flows as well as combustion concepts (laminar and turbulent premixed and non-premixed flames). Ideally a combination of 151-0293-00L "Combustion and Reactive Processes in Energy and Materials Technology", where background on reactive processes is provided, and, 151-0251-00L "Principles, efficiency optimization and future applications of IC engines", where thermo-dynamic cycles and combustion modes in internal combustion engines are discussed.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				
Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	<p>Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction into Nonlinear Optimization</li> <li>- Design of Experiments DoE</li> <li>- Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis</li> <li>- Optimization based on Meta Modeling Techniques</li> <li>- Shape and Topology Optimization</li> <li>- Robustness and Sensitivity Analysis</li> <li>- Fundamentals of Machine Learning</li> <li>- Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines</li> <li>- Supervised and unsupervised learning</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>851-0371-00L</b>	<b>Coaching Students</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The course "Coaching Students" enhances Student Teaching Assistants and other participants in their roles as student coaches, acquiring basic knowledge about coaching methodology and the mindset of a coach. The course is focusing on participants that are coaching student groups or teams or individuals with open tasks without model solution, where nondirective support plays an important role.				
Lernziel	<p>In this course Student Teaching Assistants will ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basics of coaching and the role as student coaches.</li> <li>• develop the mindset of a coach and reflect on their attitude towards guiding student learning processes.</li> <li>• acquire coaching skills and build knowledge and know-how about coaching methods.</li> <li>• design the coaching session and feel confident to use coaching methods.</li> <li>• give and get feedback from peers and self-reflect on their coaching practice.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The course starts with a Kick-off meeting in the first lesson to provide an overview of the role as student coach and the course in general. Participation in the Kick-off is essential, since during this session the groups are formed in which the students will work throughout the semester.</p> <p>The further 5 live sessions will provide a range of relevant topics for developing coaching competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview about coaching: Based on this, participants reflect on their role as student coaches in order to develop the mindset of a coach,</li> <li>• Introduction into coaching methodology,</li> <li>• Coaching skills training: active listening, asking questions and giving/getting feedback.</li> </ul> <p>During the last live session, course participants will be able to apply their knowledge and the coaching skills learned during the course in a role play.</p> <p>Further, the course also consists of an online part. The online part offers a short theoretical overview of each live session and the possibility to conduct a learning journal.</p> <p>Dates for the live sessions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kick-off (mandatory): 5th of March, 16-18</li> <li>- live session 2: 12th of March, 16-18</li> <li>- live session 3: 19th of March, 16-18</li> <li>- live session 4: 26th of March, 16-18</li> <li>- live session 5: 9th of April, 16-18</li> <li>- final session (mandatory): 16th of April, 16-18</li> </ul>				
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0370-00L</b>	<b>Didactic Basics for Student Teaching Assistants</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Lehner, B. Volk, Noch nicht bekannt</b>
Kurzbeschreibung	The course "Didactic Basics for Student Teaching Assistants" enhance Student Teaching Assistants (Student TAs) to develop knowledge, capability and confidence to effectively plan and teach courses and exercises. Participants get trained to think critically about students' learning and create learning situations in which students are actively engaged.				
Lernziel	<p>In this course Student Teaching Assistants will ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reflect on their approach to teaching as well as their attitude towards teaching.</li> <li>• understand the basics of teaching and learning in the context of their subject.</li> <li>• consciously design the introduction of their course as well as the introduction of single teaching units.</li> <li>• apply classroom assessment techniques as formative assessments to measure the current status of their students.</li> <li>• develop a didactic concept according to the learning objectives.</li> <li>• conduct interactive sequences as learning activities.</li> <li>• give and get feedback from peers and self-reflect on their teaching practice.</li> <li>• feel confident to use methods for active learning scenarios in their classes.</li> </ul>				

Inhalt	<p>The online phase with 4 chapters will provide a range of relevant topics for developing the teaching competence of Student Teaching Assistants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chapter 1 presents an overview about how learning works. Based on these fundamentals of learning participants reflect on their role as Student TAs to feel comfortable in their new role as a teacher.</li> <li>• In chapter 2 Student TAs start planning an own lesson by introducing a class and locate it in the larger topic (methods: portal and informative introduction).</li> <li>• In chapter 3 Student TAs learn to plan learning activities in order to activate students (active learning methods).</li> <li>• Chapter 4 is about giving and also getting feedback. The participants integrate this topic also in their lesson plan.</li> </ul> <p>While working through the four chapters, Student TAs have the chance to reflect, exchange ideas with peers and plan their own teaching accordingly so that they feel confident in their role.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Self-paced online course in Moodle				
Kompetenzen	<p>Consolidation Workshops will take place on the beginning of April. You can choose between workshops online (11th of April 24) or in presence (12th of April 24). You only need to attend one workshop (online or in presence).</p>				
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	<p>This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.</p> <p>After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).</p> <p>The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>363-1077-00L</b>	<b>Entrepreneurship</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the various elements important to start an innovative business. These are: insights into how technology as a context shapes opportunities to start a business, assessing opportunities, protecting one's idea and technology, market testing and feedback, how to form a team, raising investment and deal evaluation, use of novel financing sources, development of term sheets.				
Lernziel	<p>This course enables to understand:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>How technologies develop from science to commercial products</li> <li>What kind of entrepreneurial opportunities emerge from this cycle</li> <li>How assumptions are tested in the market and evolve into business plans</li> <li>What the importance is of founding teams and how they are fit together</li> <li>How to raise money from various sources such as crowd funding, ICO, business angels and venture capitalists</li> <li>How to develop a business case</li> <li>How to negotiate and structure a funding deal</li> </ul>				

Inhalt	<p>The course consists of theory sessions and coaching sessions. The latter are meant to give individual feedback to the students' business case they develop during the course.</p> <p>The course is structured as follows:</p> <p>In session 1, we discuss how science develops into technologies that are eventually commercialized into products ...We discuss how technology entrepreneurs can create ventures based upon the technology they work on, the demand they see in their environment or just through the mere aspiration of creating a company. We specifically focus on how these companies can create value in the absence of clear customer revenues and what the eventual outcome is of such a venture.</p> <p>In Session 2, we look at how entrepreneurs do market research and how different types of market research help them to develop their business. The focus is on understanding customer behaviour and needs using tools and techniques drawn from the design thinking community.</p> <p>In Session 3, we introduce the concept of "appropriability". For entrepreneurs, especially in a technology environment, it is very important to think about how they can appropriate value from the ideas they develop and the products they introduce in the market. Such appropriation can be enabled through legal mechanisms such as IP or might be facilitated through the way in which the company is set up. We also discuss how value can be delivered in an industry, how negotiation power can be assessed, what different actors need to be taken into consideration when determining the value flow in a network and, eventually, how to think of a business model annex business plan.</p> <p>Session 4 touches upon a number of HR questions and managerial challenges for the budding entrepreneur: Is it better to go alone or in a team? Are there more or less successful compositions of an entrepreneurial team and if so, where to find the right co-conspirators? We also introduce the basic elements of making a financial plan.</p> <p>Session 5 introduces you in the world of raising capital. You get an overview of the various sources of capital including business angels, accelerators, crowd funding, venture capital and corporate capital. Guest speakers from the financing industry will answer your questions with regards to getting finance.</p> <p>Session 6 deals with the legal side of making a deal between an investor and a company. We also explain how to make an elevator pitch and how to pitch for money (including business plan competitions)</p> <p>Session 7 consists of a Dragon's Den. Each student team has 8' to present their case and 7' for a Q&amp;A. The Dragon's are qualified jury members from the Zürich entrepreneurial ecosystem.</p>
Skript	<p>The Theory Session are supported by a set of Powerpoint Slides which includes all the main elements covered.</p>
Literatur	<p>A script is provided for the Exercise Sessions, during which the students have to develop their own business case.</p> <p>Clarysse, B. &amp; S. Kiefer The Smart Entrepreneur (Elliott &amp; Thompson, 2011) is used as core reading material.</p> <p>In addition, each session also has "advanced reading" papers, which are useful to deepen your knowledge about the specific subject under discussion. It is sufficient to read the introduction and the conclusions of the papers to get the core idea.</p> <p>The papers are uploaded through Moodle, the book is available for sale at Amazon.com or can be ordered from any book store.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>No special background is needed.</p>

<b>363-1080-00L</b>	<b>Power and Leadership</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Schmid, T. Noll</b>
Kurzbeschreibung	Students will learn about different leadership styles and how power and leadership play out in social interactions. Emphasis is placed on personal development and the implementation and application of topics to the workplace context.				
Lernziel	This course will enhance students' understanding of the complexity of hierarchical relationships in the workplace in weekly lessons that include lectures, analyses of leadership situations (e.g., case studies), exercises, and group discussions. More specifically, students will be informed about how power shapes people's behaviors and decision-making processes. They will learn to analyze the different elements that make a good leader such as personality traits, behavior, and skills. With case studies and small group exercises, students will learn to evaluate different types of social and emotional skills related to leadership. Students will be encouraged to reflect upon their own communication skills and leadership potential and will be given the opportunity to train their leadership skills. The course further addresses integrity and ethics in leadership.				
Inhalt	<p>Lectures will include</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the course and the topic of power and leadership, definitions</li> <li>- Leadership styles and theories: Universalist theories, behavioral theories, contingency theories, "new leadership" theories</li> <li>- Leadership, communication, and interpersonal skills (3 sessions): 1. Effective communication: Listening and speaking, running effective meetings, delegating effectively, giving performance feedback, 2. Hierarchy and communications: Pitfalls and solutions, communication training, 3. Importance of social skills for leadership effectiveness</li> <li>- Agility in teams: Overview of the Scrum Framework in the context of software development, leadership in agile teams, the role of motivation, training: experiencing first-hand how to develop a product in an agile way</li> <li>- Power abuses, ethics in leadership: Why do leaders behave unethically? Destructive leadership: theories, examples, and consequences</li> <li>- Diversity and discrimination in relation to power and leadership: Expectations, bias, and discrimination the workplace, sources of bias, how to reduce bias and discrimination</li> <li>- Leadership and innovation: Which are the particular paradoxes and trade-offs leaders face when they are leading for innovation? How could they successfully manage those challenges?</li> </ul>				
Literatur	<p>Homework</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Writing a leadership skills training report (~20 hours)</li> <li>- Mandatory readings and exercises (~20 hours)</li> </ul> <p>Mandatory readings:</p> <p>Riggio &amp; Reichard (2008). The emotional and social intelligences of effective leadership: An emotional and social skill approach. Journal of Managerial Psychology, 23, 169-185.</p> <p>Jost, J. T., Rudman, L. A., Blair, I. V., Carney, D. R., Dasgupta, N., Glaser, J., Hardin, C. D. (2009) The existence of implicit bias is beyond reasonable doubt: A refutation of ideological and methodological objections and executive summary of ten studies that no manager should ignore. Research in Organizational Behavior, 29, 39-69.</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>363-1095-00L</b>	<b>Entrepreneurial Competencies</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>This course is open to students from all ETH departments.</i> <i>No prerequisites.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	What are success-driving skills entrepreneurs bring to the table? In this seminar-style class, we will review the state of knowledge and explore case examples for relevant management, decision-making, and communication styles useful to manage uncertainty and novel contexts. Apart from general intellectual enrichment, you will find room for reflection on your own behaviors and thought patterns.				
Lernziel	This course is designed to provide insight into key behaviors and mindsets that enable human beings to deal with uncertainty and manage the often stressful, sometimes joyful, but for sure high-pressured entrepreneurial life.  At the end of this course, participants will:  #1 – Have developed a comprehensive understanding of key behaviors and skills useful in the entrepreneurial profession. #2 – Have been exposed to different behavioral concepts & methods relevant for entrepreneurial actors and draw their own conclusions for how to apply them to their own life. #3 – Have obtained a more comprehensive and critical appreciation for what it takes to be a successful professional in entrepreneurial settings (independent ventures or corporate innovation functions).				
Inhalt	The insights from this course will not only be useful if you consider starting your own company. Many of the themes we will discuss may be equally important for your career in other domains. <b>*COURSE PHILOSOPHY/MOTIVATION*</b> This course can be taken as an individual course but may also be a great complement or companion to the often more project-focused courses offered at ETH such as "The Lean Startup Academy" [363-1103-00L]. While project-based courses typically focus on skill-building around ideation, validation, pitching, and fundraising for entrepreneurial endeavors, I am adding the proposition there are many more behavioral and mental skills entrepreneurs need to bring to the table. Our goal in this class will be to review those.  <b>*GENERAL COURSE DESIGN*</b> This course is designed as a mix of conversations, provoked by the preparation material and by in-class activities. The materials and workshops are geared to help participants reflect on key challenges around entrepreneurship, and how to potentially tackle them. While we will spend quite some time discussing pop-culture opinions and reviewing evidence from scientific research, I also aspire to have participants critically reflect upon and experiment with their own behavioral approaches.  <b>*TYPICAL SESSION STRUCTURE*</b> A typical class in this course departs from a set of questions relevant to the entrepreneurial phenomenon. I ask students to come prepared by having reviewed the respective problem set(s) that motivate the session and having engaged with readings and/or other media material shared upfront. In the classroom, we will then review - typically in a dialogue form - what the academic literature and practitioners have to say. We may not always like the answers we find, and sometimes the knowledge about important questions is sketchy at best. That will provide room for debate and to build on the collective wisdom in the class.  <b>*COURSE THEMES*</b> Some of the questions we will explore in this course:  Session 01 (28.2.): What do entrepreneurs do? Can it be taught? Is entrepreneurship the rewarding career it is often made out to be? What do you need to learn as an entrepreneur?  Session 02 (14.3.): What are the enablers and impediments to getting started? What makes some people better perform under stress than others?  Session 03 (28.3.): What makes for an effective entrepreneurial team? Why do people contribute to uncertain endeavors and how to keep them motivated?  Session 04 (25.4.): What role does rhetoric have in entrepreneurial ventures? How do entrepreneurs communicate vision effectively?  Session 05 (16.5.): Apply your wisdom -- analyze and feedback another team on their pitch.  Session 06 (23.5.): How to make decisions under uncertainty? What are the key issues in running successful entrepreneurial experimentation programs?  Session 07 (30.5.): Resource Mobilization and ethics. Never let the truth get in the way of a good story: Where are the ethical boundaries in entrepreneurial companies?  Much of the current practice in entrepreneurship has emerged from practitioners rather than the academic environment and is subsequently infused with colorful stories and selective case examples. However, as we are at a university-level institution, in this class, I aspire to have us critically review what pop-culture wisdom has produced and mirror that against the scientific evidence we have from top-of-class research. We will be equally critical of both :-)				
Skript	Class slides and materials will be made available through Moodle.				
Literatur	Typical preparatory materials for a session consist of a collection of academic papers, blog posts, podcasts, or videos.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is open to students from all departments at ETH. While generally designed with MSc and Ph.D. students in mind, we welcome any student. No prior knowledge is required.				
	Note, a lot of the learning in this class occurs through the focused study and review of the preparation materials and through the active participation in the class dialogue and in-class activities. For best learning outcomes, you will want to make sure that you can participate in the majority of the class sessions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung		geprüft geprüft gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung		gefördert geprüft gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft	
<b>363-0561-00L</b>	<b>Climate Economics and Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Barrage</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to both conceptual foundations and empirical evidence on the economics of climate change, climate policy design, and financial market responses thereto. It seeks to address questions such as: What are the costs and benefits of competing responses to the climate challenge? What roles can/do financial markets play in facing climate risks?				
Lernziel	After taking this course, students should: - Understand integrated assessment modelling/thinking about the climate, energy markets, and the macroeconomy and be able to run simplified versions of such models in Excel - Know benchmark estimates of the economic impacts of climate change - Understand the trade-offs between different policy and societal responses both conceptually and empirically based on policy practice - Understand how financial markets should be vs. are empirically responding to climate and policy risks				
Inhalt	This course teaches both the core analytic tools and surveys new empirical evidence on the economics of climate change, climate policy, and financial market responses thereto. The first half of the course presents an integrated assessment of the climate, energy markets, and the economy. We build a framework for analyzing the economic impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice. The second part of the course focuses on financial markets. We review relevant core concepts in finance with a focus on asset pricing and use this framework as a basis for thinking about how markets should be responding to climatic and policy risks. We then review empirical evidence on how financial markets appear to be responding in reality with examples such as from housing, equity, and bond markets. At the end of the course, students should have stronger foundations in economics and finance and broad knowledge of the economic and financial risks and opportunities posed by climate change.				
Skript	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course. Lecture slides will be available on the site of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended (but not required) that students have completed introductory micro- and macroeconomics before taking this class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>052-1204-24L</b>	<b>Seminarwoche Frühjahrssemester 2024 ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3A</b>	<b>Dozent/innen</b>
	<i>Vorherige interne Einschreibung vom 5.2-9.2.2024 nötig. Weitere Infos s. Kursbeschreibung.</i>				
Kurzbeschreibung	Mit verschiedenen Lehrinhalten, obligatorisch für Studierende aller Semester. Programme werden jeweils am ersten Semestertag publiziert.				
Lernziel	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, eng umschriebene Sachfragen in kleinen Unterrichtsgruppen und in direktem Kontakt mit den Dozierenden an spezifischen Orten zu diskutieren.				
Inhalt	Mit verschiedenen Lehrinhalten, obligatorisch für Studierende aller Semester. Programme werden jeweils am ersten Semestertag publiziert.				
<b>063-0640-24L</b>	<b>Advanced Computational Design</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>B. Dillenburger</b>
	<i>ITA Pool information event on the offered courses: x.x.24, 10-11 am, ONLINE link will follow</i>				
Kurzbeschreibung	In this course we will discuss how strategies of Artificial Intelligence such as Machine Learning or Evolutionary Strategies can be used in the design process. Principal concepts of computational geometry for architecture will be connected with methods to automatically generate, evaluate and search for design solutions.				
Lernziel	Students will understand programming basics, and will learn how to control geometry using code. They will learn to translate a design concept into an algorithmic approach - or vice versa - and will obtain an awareness of potentials and limitations of AI in the design phase. Students will deepen their knowledge in customizing existing CAD software such as Rhino using scripting.				
Inhalt	In this course we will discuss how concepts of Artificial Intelligence can be used in the design process. In tutorials and exercises, we will explore the use strategies such as Machine Learning or Evolutionary Strategies to turn the computer from a drawing instrument into an active partner in design, extending both the imagination and the intuition of the designer.				

Voraussetzungen / Besonderes	Successful completion of the course "Structural Design VI" (063-0606-00L), "Design III" (052-0541/43/45) or "Das Digitale in der Architektur" (063-0610-00L) are recommended				
	ITA Pool information event on the offered courses: 9.2.22, 10-11h, ONLINE <a href="https://ethz.zoom.us/j/61932735301">https://ethz.zoom.us/j/61932735301</a>				
<b>052-0640-24L</b>	<b>Climate Responsive Architecture with Hive</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Schlüter, C. Waibel</b>
	<i>ITA Pool information event on the offered courses: x.x.24, 10-11h, ONLINE, link will follow.</i>				
Kurzbeschreibung	This online course provides an introduction to climate responsive design using the Hive tool and its application in early building design stages. Hive allows architecture and building science students to understand the relationship between architectural design, climate, comfort, and energy. Hive is a plugin for the 3D modelling environment Rhino and its visual programming interface Grasshopper.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recall general principles of climate responsive design and examples.</li> <li>- Utilize 3D building geometries to perform simplified energy demand and supply simulations.</li> <li>- Observe relevant physical principles and interactions between climate, energy, and geometry.</li> <li>- Implement passive and active concepts for climate responsive design.</li> <li>- Apply Hive for building design analysis and integrate it into own designs or design courses.</li> <li>- Identify and harness synergies and trade-offs between climate, energy, and architectural design aspects.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The course can be taken individually or as a prerequisite for other courses, such as the master course Computational Methods of Energy and Climate Design or architectural design studios.</p> <p>There are nine modules covering the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M01: Course overview</li> <li>- M02: Introduction to Climate Responsive Design</li> <li>- M03: Introduction to Rhino Grasshopper (optional)</li> <li>- M04: Introduction to Hive</li> <li>- M05: Early Solar Analyses</li> <li>- M06: Passive Solar Design</li> <li>- M07: Active Solar Design</li> <li>- M08: Real-World Applications and Examples</li> <li>- M09: Project</li> </ul> <p>Kindly note that this is a self-paced blended-learning online course that can be started at any time. For submission deadlines, please refer to this course's Moodle page, which you can access at <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15054">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15054</a>.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A working Rhino 6 or 7 license is necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>063-0608-24L</b>	<b>Computational Methods of Energy- and Climate Design</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Schlüter, C. Waibel</b>
	<i>ITA Pool Introduction Event Wednesday xx.x.2024, 10-11 am (online).</i>				
Kurzbeschreibung	The course 'Energy- and Climate Systems III' introduces computational design and analysis methods and tools for climate responsive architectural design. Exercises throughout the semester allow applying new concepts learnt in exemplary architectural design tasks.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• compare and assess passive and active design strategies for bioclimatic buildings</li> <li>• analyze environmental site characteristics for its climate and (solar) energy potentials</li> <li>• apply computational simulation tools to support performance-driven designs</li> <li>• translate design ideas into parametric models and into optimization problems</li> <li>• synthesize learnt content of the course in exemplary architectural design tasks, serving as a basis for the students' future design studios and projects</li> </ul>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concepts of climate responsive design</li> <li>2. Computational analysis methods <ul style="list-style-type: none"> <li>- Climate and site analysis</li> <li>- Daylight, airflow and energy simulations</li> <li>- Energy supply systems optimization models (energy hub)</li> </ul> </li> <li>3. Computational methods for performance driven design <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parametric design</li> <li>- Sensitivity and uncertainty analysis</li> <li>- Single and multi-objective optimization</li> </ul> </li> <li>4. Exercises and walkthroughs</li> <li>5. Invited expert speakers and panel discussion</li> </ol>				

Voraussetzungen / ITA Pool - information event on the courses offered at the institute ITA: tbd  
Besonderes Room: tbd. Zoom link: tbd

Requirements MSc Architecture:  
- Successfully completed the online blended learning course 'Climate responsive architecture with Hive' beforehand (Requirement)

Recommendation MSc MIBS / Engineering:  
- Successfully completed the online blended learning course 'Climate responsive architecture with Hive' beforehand

All students need to be capable of working with 'Rhinceros 3D' & 'Grashopper' on 'Windows' or willing to acquire the necessary skills before or during the course.

## ► Projektkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
052-0656-00L	<b>Innovation Leadership ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>MIBS: This course must be taken in the first year of coursework.</i>  <i>Up to four slots are available for students in architecture or civil engineering (Master level) or for D-MTEC MAS/MSc students with architecture or civil engineering background.</i>  <i>If you are NOT a student in Integrated Building Systems, you need to apply with motivation letter (max. 1 page), CV and a transcript of records no later than xx.xx.2024.</i> <i>Please send your application to:</i>	W	8 KP	3S	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course provides participants with the challenging opportunity of working on an innovation project of a leading company in the Swiss building industry.				
Lernziel	Students work in teams, on a concrete innovation project that is currently affecting the strategic agenda of the top management team of a leading company in the Swiss building industry. Students conduct interviews with internal and external experts, as well as company clients. By doing so, students gain first-hand experience on the competitive dynamics of the construction industry and as a group, work on proposing a solution to the company's innovation project.  The course emphasizes the use and development of self-directedness, team-work and critical thinking abilities. In parallel to working on the innovation project, students work on their own learning goals. Students first define their very own learning goals and then are assessed and graded on whether they have progressed towards achieving these learning goals. Students learn to: - Reflect and explore personal learning goals and discover new aspects of their leadership abilities - Learn to work in an unknown direction with no certain outcome - Explore how a project with internal and external stakeholders works when people have conflicting interests, that might also vary according to the different time perspectives that are taken into account - Use design thinking and solution-oriented coaching techniques				
Inhalt	The course uses participant-centered tools that encourage students' reflection and boost their personal development, their creative output and help them to discover their own approach to leadership. The course offers multiple opportunities to learn about technical aspects in a real corporate environment. The setup is a social environment in which trial-and-error learning is encouraged. The course focuses on three areas of development: Project management, innovation and leadership.  Project Management: Students learn to self-manage their project while being supported by numerous project management techniques, coaching exercises, and individual feedback through learning diaries. An additional focus is given to design thinking methods and prototyping tools.  Innovation: Students learn about specific topics related to current innovation in the building sector in Switzerland. They learn to understand technology changes with an ecosystems view and think about the impact of new technologies in the building industry company (e.g. the commercialization of Building Information Modelling, BIM).  Leadership: Students conduct a project with diverse stakeholders requiring them to take managerial, technical, and personal responsibility for the company case. This high-pressure environment leads to an intense self-reflection journey, team experience and fosters proactive behaviors towards the client. - On the individual level, students have to identify and achieve their very own authentic learning goals. Coaching tools involve a learning diary, which questions evolve during the semester, and a self-assessment of individual abilities and traits, which complements the reflective journey. - On the team level, students are teamed up to deliver a solution proposal to the company's project. The teams are diverse and the students' work focuses on cooperativeness and how to be effective team members. Teaching tools involve peer-to-peer feedback, coaching and open space or digital workshops. - On the company level, students learn how to deal with different stakeholders and how to create impactful and sustainable solutions for their client.				
Voraussetzungen / Besonderes	Up to five slots are available for students in architecture or civil engineering (Master level) or for D-MTEC MAS/MSc students with architecture or civil engineering background.  If you are NOT a student in Integrated Building Systems, you need to apply with motivation letter (max. 1 page), CV and a transcript of records no later than 15 January 2022. Please send your application to Jan Richner (jrichner@ethz.ch). Incomplete or late applications will not be considered.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

<b>101-0531-00L</b>	<b>Digital Transformation for Circular Construction</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>7.5P</b>	<b>C. De Wolf</b>
	<p><i>All students who register go on a waiting list until 09.02.2024. To register:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enroll before 09.02.2024</li> <li>2. Send a short motivation letter (max. 300 words) and a 1-page CV to <a href="mailto:cea-course@ibi.baug.ethz.ch">cea-course@ibi.baug.ethz.ch</a> by 09.02.2024</li> <li>3. MIBS students: This course is mandatory and there is no need to send your application documents</li> </ol> <p><i>Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog), otherwise, you will deprive someone else of a place.</i></p>				
Kurzbeschreibung	The course is about digital innovation towards a circular economy in the built environment. How can we bring together two worlds that are often too distinct: low-impact construction and digital innovation? Bringing digital tools already used in other sectors into the construction sector, students will learn about circular construction (e.g., reuse of materials) through hands-on learning practices.				
Lernziel	<p>By the end of this course, students will be able to use digital technologies enabling circular design and construction, with a view to environmental implications. They will be able to assess the challenges and opportunities of low-carbon, circular construction and evaluate possible solutions using digital technologies to enable a circular built environment (more specifically, with reused building materials). To achieve this, they need to be able to do the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apply circular principles using recovered materials of the Huber Pavilions and/ or other structures.</li> <li>2. Compare different digital technologies applied in circular construction (e.g., material passports, LiDAR scanning, drone imagery, photogrammetry, tracking, tracing, blockchain technology, computational design, digital fabrication, AI, computer vision, extended reality, LCA tools etc.)</li> <li>3. Communicate the importance and urgency of circular construction.</li> <li>4. Assess the environmental impact implications of their design and technology decisions through a preliminary Life Cycle Assessment (LCA).</li> </ol>				
Inhalt	<p>Students will receive an introduction to circular principles by experts from the building industry and visit of (de-)construction sites where circular construction is exemplified. Flexibility, responsibility, and spontaneity is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• They will explore how to use digital technologies such as LiDAR scanning, photogrammetry, scan-to-BIM, computer vision, computational design, digital fabrication, blockchain technology and learn about the design implications using reclaimed building materials. This course is meant as an overview/introduction of many digital technologies that could be useful for circularity and gives the tools to students to further study the technologies they are most interested in on their own.</li> <li>• They will learn how to communicate the urgency of circular construction to their clients, government, and the public. Creativity in essay writing, design &amp; construction, and filmmaking is expected from the students.</li> <li>• They will learn how to evaluate the environmental impact savings of circular construction through simplified life cycle assessment methods. This course will give the tools to students to learn more on LCA if they wish to deepen their knowledge further.</li> </ul>				
Skript	<p>Language: English</p> <p>Courses are on Tuesday afternoons, but also require out-of-the-semester work and significant homework and site visits outside of class hours.</p>				
Literatur	<p>Çetin, S., De Wolf, C., Bocken, N. (2022) "Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework." Sustainability - Circular Economy in the Digital Age special issue, 13, 6348, DOI: 10.3390/su13116348 De Wolf, C. (2022) "4 promising digital technologies for circular construction." World Economic Forum, September 13, Link</p> <p>Raghu, D., Marengo, M., Markopoulou, A., Neri, I., Chronis, A., and De Wolf, C. (2022) "Enabling Component Reuse from Existing Buildings. Using Google Street View and Machine Learning to Enhance Building Databases." The Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Sydney, AU, April 5-9.</p> <p>Gorden, M., Batallé, A., De Wolf, C., Sollazo, A., Dubor, A., Wang, T. (2022) "Automating Building Element Detection for Deconstruction Planning and Material Reuse: A Case Study" Automation in Construction.</p>				

Voraussetzungen / Besonderes	Interest in Digitalisation and Construction. Flexibility: This is a hands-on course, where students explore digital technologies and opportunities/challenges of reuse. Flexibility (e.g. adapting to unforeseen circumstances), responsibility (e.g. arriving on time for safety briefing), and spontaneity (e.g. finding innovative solutions) is expected from the students to adapt to the contingencies from demolition and construction sites with reused materials.		
	The course is mandatory for MIBS students. If you are an MIBS student, please do not apply, you are automatically accepted. All other students from D-BAUG, D-ARCH, and other departments should apply. Please only register for the course if you really intend to participate on all course dates (see course catalog); otherwise, you will deprive someone else of a place. Please only register for the course if you are willing to send us a letter of motivation and really intend to participate; otherwise, you will deprive someone else of a place. All non-MIBS students who register go onto a waiting list until 13.02.2024 and up to 25 of them will be selected by the lecturer. To register: 1. Enroll before 09.02.2024. 2. Send a short letter of motivation (max. 300 words) and a 1-page CV to cea-course@ibi.baug.ethz.ch by 09.02.2024.		
	Collaborators: Wick upcycling GmbH baubüro insitu ag		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

### ► Semesterprojekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
066-0431-00L	<b>Semester Project MIBS ■</b> <i>The semester project can commence only after the first year of coursework is completed.</i>	O	6 KP	13A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The semester project focuses in solving specific research questions in the field of integrated building systems.				
Lernziel	The semester project is designed to train students in solving specific research questions in the field of integrated building systems. The goal is to apply acquired knowledge which is gained throughout the first year of the master's program. The semester project is advised by a professor who is affiliated with one of the partner departments of the Master program "Integrated building systems".				
Inhalt	The semester project is designed to train students in solving specific research questions in the field of integrated building systems. The goal is to apply acquired knowledge which is gained throughout the first year of the master's program. The semester project is advised by a professor who is affiliated with one of the partner departments of the Master program "Integrated building systems".				

### ► Wissenschaft im Kontext

	<i>Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ARCH</i>
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH</i>
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten</i>

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
066-0434-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	O	30 KP	40D	Professor/innen
	<i>Master-Arbeiten werden von einem oder mehreren Professoren und Professorinnen und allfälligen weiteren Personen geleitet und bewertet. Mindestens ein Professor oder eine Professorin muss einem der am Studiengang beteiligten Departemente nach Art. 2 angehören. Dies gilt auch für Master-Arbeiten, die ausserhalb der ETH Zürich ausgeführt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	A 6-months Master thesis completes the Master's program of Integrated Building Systems. With the thesis project students are expected to demonstrate their ability to independent and structured scientific thinking.				
Lernziel	A 6-months Master thesis completes the Master's program of Integrated Building Systems. With the thesis project students are expected to demonstrate their ability to independent and structured scientific thinking.				

**Inhalt** A 6-months Master thesis completes the Master's program of Integrated Building Systems. With the thesis project students are expected to demonstrate their ability to independent and structured scientific thinking. The thesis can be performed either at ETH Zurich, an industrial enterprise, or in a research institution, but has to be advised by one or more professors affiliated with the Master program "Integrated building systems".  
The responsible supervisor defines the topic in consultation with the student, together with the scope of work, criteria of assessment, and dates of beginning and delivery of the work.

**Voraussetzungen / Besonderes** Only students who fulfil the following criteria are allowed to enrol for their master thesis:  
a. successful completion of the bachelor program;  
b. any additional requirements necessary to gain admission to the master program MBS have been successfully completed;  
c. successful completion of all courses from the categories (fundamental, core and project courses and the semester project). Courses from categories "GESS" and "Specialized" can still be completed during the master thesis project.

The 6 months thesis can be performed either at ETH Zurich, an industrial enterprise or in a research institution, but has to be advised by one or more professors affiliated with the Master program "Integrated building systems".

The thesis-supervisor defines the topic together with the student. Before the start of the thesis the topic must be approved by the tutor.

Registration in mystudies required!

### Integrated Building Systems Master - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Z	Zusatzangebot zum VLV	W	Wählbar für KP
Dr	Für Doktorat geeignet	O	Obligatorisch

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor

## ► Physikalisch-Chemischen Fachrichtung

### ►► 2. Semester (Physikalisch-Chemische Richtung)

#### ►►► Obligatorische Fächer Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-1262-07L</b>	<b>Analysis II: mehrere Variablen</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>6V+3U</b>	<b>J. Serra</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Differential- und Integralrechnung in mehreren reellen Veränderlichen, Vektoranalysis: Differential, partielle Ableitungen, Satz über implizite Funktionen, Umkehrsatz, Extrema mit Nebenbedingungen; Riemannsches Integral, Vektorfelder und Differentialformen, Wegintegrale, Oberflächenintegrale, Integralsätze von Gauss und Stokes.				
Inhalt	Mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung; Kurven und Flächen im $\mathbb{R}^n$ ; Extremalaufgaben; Mehrfache Integrale; Vektoranalysis.				
Literatur	<p>H. Amann, J. Escher: Analysis II  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/3-7643-7402-0">https://link.springer.com/book/10.1007/3-7643-7402-0</a></p> <p>J. Appell: Analysis in Beispielen und Gegenbeispielen  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88903-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88903-8</a></p> <p>R. Courant: Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-61973-1">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-61973-1</a></p> <p>O. Forster: Analysis 2  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02357-7">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02357-7</a></p> <p>H. Heuser: Lehrbuch der Analysis  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-96826-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-96826-5</a></p> <p>K. Königsberger: Analysis 2  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-35077-2">https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-35077-2</a></p> <p>W. Walter: Analysis 2  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-97614-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-97614-8</a></p> <p>V. Zorich: Mathematical Analysis II (englisch)  <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48993-2">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48993-2</a></p>				
<b>401-1152-02L</b>	<b>Lineare Algebra II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>S. Zerbes</b>
Kurzbeschreibung	Eigenwerte und Eigenvektoren, Jordan-Normalform, Bilinearformen, Euklidische und unitäre Vektorräume, Spektralsatz, Multilineare Algebra, Tensorprodukt				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten Grundlagen der Linearen Algebra.				
Literatur	Siehe Lineare Algebra I				
Voraussetzungen / Besonderes	Lineare Algebra I				
<b>402-1782-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>R. Wallny</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wellenlehre, Elektrizität und Magnetismus. Diese Vorlesung stellt die Weiterführung von Physik I dar, in der die Grundlagen der Mechanik gegeben wurden.				
Lernziel	Grundkenntnisse zur Mechanik sowie Elektrizität und Magnetismus sowie die Fähigkeit, physikalische Problemstellungen zu diesen Themen eigenhändig zu lösen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
<b>529-0012-01L</b>	<b>Physikalische Chemie I: Thermodynamik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Barnes, M. Ernst</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der chemischen Thermodynamik: Entropie, Chemische Thermodynamik, Zustandsummen, Hauptsätze der Thermodynamik, Zustandsumme, chemische Reaktionen, Reaktionsgrößen, Gleichgewichtsbedingungen, chemisches Potential, Standardbedingungen, ideale und reale Systeme und Gase, Phasengleichgewichte, kolligative Eigenschaften, mit Applikationen zu aktueller Forschung an der ETHZ.				
Lernziel	Verständnis der Entropie und thermodynamischen Grundlagen.				
Inhalt	Zustandsgrößen und Prozessgrößen, das totale Differential als mathematische Beschreibung von Zustandsänderungen. Modelle: Das ideale und das reale Gas. Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Empirische Temperatur und thermodynamische Temperaturskala, innere Energie, Enthalpie, Entropie, thermisches Gleichgewicht. Mischphasenthermodynamik: Das chemische Potential. Ideale Lösungen und Mischungen, reale Lösungen und Mischungen, Aktivität, kolligative Eigenschaften. Tabellierung thermodynamischer Standardgrößen. Reaktionsthermodynamik: Reaktionsgrößen und Gleichgewichtsbedingungen, Gleichgewichtskonstante und deren Druck- und Temperaturabhängigkeit. Phasengleichgewichte und Phasendiagramme.				
Skript	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Literatur	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Allgemeine Chemie I, Grundlagen der Mathematik				

### ►► 4. Semester (Physikalisch-Chemische Richtung)

#### ►►► Obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0431-00L</b>	<b>Physikalische Chemie III: Molekulare Quantenmechanik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Merkt, U. Hollenstein</b>



Kurzbeschreibung	Postulate der Quantenmechanik, Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte, Matrixdarstellung von Operatoren, das Teilchen im Kasten, Tunnelprozess, harmonischer Oszillator, molekulare Schwingungen, Drehimpuls und Spin, verallgemeinertes Pauli Prinzip, Störungstheorie, Variationsprinzip, elektronische Struktur von Atomen und Molekülen, Born-Oppenheimer Näherung.
Lernziel	Es handelt sich um eine erste Grundvorlesung in Quantenmechanik. Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und führt den mathematischen Formalismus ein. Im Folgenden werden die Postulate und Theoreme der Quantenmechanik im Kontext der experimentellen und rechnerischen Ermittlung von physikalischen Grössen diskutiert. Die Vorlesung vermittelt die notwendigen Werkzeuge für das Verständnis der elementaren Quantenphänomene in Atomen und Molekülen.
Inhalt	Postulate und Theoreme der Quantenmechanik: Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte. Lineare Bewegungen: Das freie Teilchen, das Teilchen im Kasten, quantenmechanisches Tunneln, der harmonische Oszillator und molekulare Schwingungen. Drehimpulse: Spin- und Bahnbewegungen, molekulare Rotationen. Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen: Pauli-Prinzip, Drehimpulskopplung, Born-Oppenheimer Näherung. Grundlagen der Variations- und Störungstheorie. Behandlung grösserer Systeme (Festkörper, Nanostrukturen).
Skript	Ein Vorlesungsskript in Deutsch wird erhältlich sein. Das Skript ersetzt allerdings NICHT persönliche Notizen und deckt nicht alle Aspekte der Vorlesung ab.

## ►► Wahlfächer

*Im Bachelor-Studiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften können die Studierenden prinzipiell alle Lehrveranstaltungen wählen, die in einem Bachelor-Studiengang der ETH angeboten werden.*

*Zu Beginn des 2. Studienjahrs legt jede/r Studierende in Absprache mit dem Studiendelegierten für Interdisziplinäre Naturwissenschaften sein/ihr individuelles Studienprogramm fest. Siehe Studienreglement 2018 für Details.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0230-00L</b>	<b>Anorganische und Organische Chemie I ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>12P</b>	<b>B. Morandi</b>
Kurzbeschreibung	Praktikum in Anorganischer und Organischer Chemie I				
Lernziel	Schulung in experimenteller Arbeitstechnik. Verständnis organisch-chemischer Reaktionen durch Experimente.				
Inhalt	Teil I: (ca. 1. Semesterdrittel): Grundoperationen: Erlernen der wichtigsten Grundoperationen in der Reinigung, Trennung, Isolierung und Analytik organischer Verbindungen: Fraktionierende Destillation; Extraktive Trennverfahren; Chromatographie; Kristallisation; IR- (evtl. UV-, 1 H-NMR)-spektroskopische Verfahren zur Strukturermittlung.  Teil II: (2. Semesterdrittel): Organisch-chemische Reaktionen: Herstellung organischer Präparate. Anfänglich ein-, später mehrstufige Synthesen. Präparate beinhalten breite Palette an klassischen und modernen Reaktionstypen.  Teil III: (3. Semesterdrittel): Synthese eines chiralen, enantiomerenreinen Liganden fuer die asymmetrische Katalyse (zusammen mit AOCF II)				
Literatur	- R. K. Müller, R. Keese: "Grundoperationen der präparativen organischen Chemie"; J. Leonard, B. Lygo, G. Procter: "Praxis der Organischen Chemie" (Übersetzung herausgegeben von G. Dyker), VCH, Weinheim, 1996, ISBN 3-527-29411-2.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: - Praktikum Allgemeine Chemie (1. Semester, 529-0011-04/05) - Vorlesung Organische Chemie I (1. Semester, 529-0011-03)  Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen.				
<b>529-0058-00L</b>	<b>Analytische Chemie II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Günther, D. Bleiner, T. Bucheli, M.-O. Ebert, G. Schwarz</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung in den wichtigsten elementaranalytischen und spektroskopischen Methoden sowie ihrer Anwendung in der Praxis, aufbauend auf der Vorlesung Analytische Chemie I. Vorstellung der wichtigsten Trennmethoden.				
Lernziel	Praxisnahe Anwendung und Vertiefung des spektroskopischen und elementaranalytischen Grundwissens der Vorlesung Analytische Chemie I.				
Inhalt	Praxis des kombinierten Einsatzes spektroskopischer Methoden zur Strukturaufklärung und praktischer Einsatz elementaranalytischer Methoden. Komplexere NMR-Methoden: Aufnahmetechnik, analytisch-chemische Anwendungen von Austauschphänomenen, Doppelresonanz, Spin-Gitter-Relaxation, Kern-Overhauser-Effekt, analytisch-chemische Anwendungen der experimentellen 2D- und Multipuls-NMR-Spektroskopie, Verschiebungsreagenzien. Anwendung chromatographischer und elektrophoretischer Trennverfahren: Grundlagen, Arbeitstechnik, Beurteilung der Qualität eines Trennsystems, van-Deemter-Gleichung, Gaschromatographie, Flüssigchromatographie (HPLC, Ionenchromatographie, Gelpermeation, Packungsmaterialien, Gradientenelution, Retentionsindex), Elektrophorese, elektroosmotischer Fluss, Zonenelektrophorese, Kapillarelektrophorese, isoelektrische Fokussierung, Elektrophorese, 2D-Gelelektrophorese, SDS-PAGE, Field Flow Fractionation, Vertiefung in Atomabsorptions-Spektroskopie, Atomemissions-Spektroskopie und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie, ICP-OES, ICP-MS.				
Skript	Ein Skript zur Vorlesung wird den Studierenden digital zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Literaturlisten werden in der Vorlesung verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Übungen zur Spektreninterpretation und zu den Trennmethoden erfolgen im Rahmen der Vorlesung. Zusätzlich wird die Veranstaltung 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" (4. Semester) empfohlen.  Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)"				
<b>529-0122-00L</b>	<b>Inorganic Chemistry II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Kovalenko, K. Kravchik</b>
Kurzbeschreibung	The lecture is based on Inorganic Chemistry I and addresses an enhanced understanding of the symmetry aspects of chemical bonding of molecules and translation polymers, i.e. crystal structures.				
Lernziel	The lecture follows Inorganic Chemistry I and addresses an enhanced understanding of the symmetry aspects of chemical bonding of molecules and translation polymers.				
Inhalt	Symmetry aspects of chemical bonding, point groups and representations for the deduction of molecular orbitals, energy assessment for molecules and solids, Sanderson formalism, derivation and understanding of band structures, densities of states, overlap populations, crystal symmetry, basic crystal structures and corresponding properties, visual representations of crystal structures.				
Skript	see Moodle				
Literatur	1. I. Hargittai, M. Hargittai, "Symmetry through the Eyes of a Chemist", Plenum Press, 1995; 2. R. Hoffmann, "Solids and Surfaces", VCH 1988; 3. U. Müller, "Anorganische Strukturchemie", 6. Auflage, Vieweg + Teubner 2008				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Inorganic Chemistry I				
<b>529-0222-00L</b>	<b>Organic Chemistry II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Morandi, J. W. Bode</b>

Kurzbeschreibung	This course builds on the material learned in Organic Chemistry I or Organic Chemistry II for Biology/Pharmacy Students. Topics include advanced concepts and mechanisms of organic reactions and introductions to pericyclic and organometallic reactions. The basics of retro- and forward synthesis are also introduced.
Lernziel	Goals of this course include a deeper understanding of basic organic reactions and mechanisms as well as advanced transformations. Reactive intermediates including carbenes and nitrenes are covered, along with methods for their generation and use in complex molecule synthesis. Frontier molecular orbital theory (FMO) is introduced and used to rationalize pericyclic reactions including Diels Alder reactions, cycloadditions, and rearrangements (Cope, Claisen). The basic concepts and key reactions of catalytic organometallic chemistry, which are key methods in modern organic synthesis, are introduced, with an emphasis on their catalytic cycles and elementary steps. All of these topics are combined in an overview of strategies for complex molecule synthesis, with specific examples from natural product derived molecules used as medicines.
Inhalt	Redox neutral reactions and rearrangements, advanced transformations of functional groups and reaction mechanisms, carbenes and nitrenes, frontier molecular orbital theory (FMO), cycloadditions and pericyclic reactions, introduction to organometallic chemistry and catalytic cross couplings, protecting groups, retrosynthetic analysis of complex organic molecules, planning and execution of multi-step reactions.
Skript	The lecture notes and additional documents including problem sets are available as PDF files online, without charge. Link: <a href="https://morandi.ethz.ch/education.html">https://morandi.ethz.ch/education.html</a>
Literatur	Clayden, Greeves, and Warren. Organic Chemistry, 2nd Edition. Oxford University Press, 2012.

---

<b>401-2334-00L</b>	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
---------------------	---	----------	-------------	--------------	-------------------------

Kurzbeschreibung	Gruppentheorie: Gruppen, Darstellungen von Gruppen, unitäre und orthogonale Gruppen, Lorentzgruppe. Lie Theorie: Lie Algebren und Lie Gruppen. Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, Darstellungen von Lie-Algebren und Lie-Gruppen, physikalische Anwendungen (Eigenwertprobleme mit Symmetrie).
Lernziel	Die Studierenden werden in der Lage sein: <p>(1) diverse Beispiele von Gruppen (endliche Gruppen, Matrixgruppen) zu benennen, Symmetriegruppen einfacher geometrischer Objekte zu bestimmen, und grundlegende Begriffe der Gruppentheorie anzuwenden (ist eine Gruppe abelsch, zusammenhängend? Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen?);</p> <p>(2) Darstellungen endlicher Gruppen zu definieren, Charaktertafeln zu bestimmen und zu interpretieren, und Darstellungen zu analysieren (Irreduzibilität, kanonische Zerlegung);</p> <p>(3) Matrix Lie-Gruppen und Lie-Algebren zu definieren und typische Beispiele benennen, und den Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren mittels der Exponentialabbildung und der Campbell-Baker-Hausdorff-Formel herstellen;</p> <p>(4) Darstellungen von typischen Lie-Algebren und Lie-Gruppen analysieren, insbesondere SU(2) und SO(3); Tensorprodukte von Darstellungen von SU(2) und su(2) in irreduzible Komponenten zerlegen (Clebsch-Gordan).</p>

---

<b>402-0275-00L</b>	<b>Quantum Electronics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>R. Grange, R. Chapman</b>
---------------------	----------------------------	----------	-------------	--------------	------------------------------

	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0275-10L Quantum Electronics" belegen.</i>
Kurzbeschreibung	Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.
Lernziel	Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.
Inhalt	Propagation of light in dispersive media Light propagation through interfaces Interference and coherence Interferometry Fourier Optics Beam propagation Optical resonators Laser fundamentals Polarization optics Waveguides Nonlinear optics
Skript	Scripts will be distributed in class (online) via moodle
Literatur	Reference: Saleh, B.E.A., Teich, M.C.; Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc., newest edition
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory lecture for physics students  Prerequisites (minimal): vector analysis, differential equations, Fourier transformation

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>252-0002-00L</b>	<b>Datenstrukturen &amp; Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Fischer, F. Friedrich Wicker</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt die Grundlagen für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen. Anhand klassischer Probleme werden gängige Datenstrukturen, Algorithmen und Paradigmen für den Algorithmenentwurf diskutiert. Der Kurs umfasst auch eine Einführung in die parallele und nebenläufige Programmierung und das Programmiermodell von C++ wird eingehend diskutiert.				
Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen. Wissen um die Chancen, Probleme und Grenzen der parallelen und nebenläufigen Programmierung. Vertiefter Einblick in ein modernes Programmiermodell anhand der Programmiersprache C++.				
Inhalt	<p>Datenstrukturen und Algorithmen: Mathematische Tools für die Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionenwachstum, Rekursionsgleichungen, Rekursionsbäume), informelle Beweise für die Korrektheit von Algorithmen (Invarianten und Codetransformation), Entwurfparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Induktion, Divide-and-Conquer, Sweep-Line-Methode, Backtracking und dynamische Programmierung), klassische algorithmische Probleme (Suche, Auswahl und Sortierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verkettete Listen, Hash-Tabellen, balancierte Suchbäume, Quad-Trees, Heaps, Union-Find), weitere Tools für die Laufzeitanalyse (z.B. amortisierte Analyse). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird anhand von geometrischen Problemen (konvexe Hülle, Linienschnitte, dichteste Punktepaare) und Graphenalgorithmen (Traversierungen, topologische Sortierung, transitive Hülle, kürzeste Pfade, minimale Spannbäume, maximaler Fluss) illustriert.</p> <p>Programmiermodell von C++: korrekte und effiziente Speicherbehandlung, generische Programmierung mit Templates, funktionale Ansätze mit Funktoren und Lambda-Ausdrücken.</p> <p>Parallele Programmierung: Konzepte der parallelen Programmierung (Amdahl/Gustavson, Task/Daten-Parallelität, Scheduling), Probleme der Nebenläufigkeit (data races, bad interleavings, memory reordering), Prozess-Synchronisation und Kommunikation in einem Shared-Memory-System (Mutual Exclusion, Semaphoren, Monitore, Condition-Variablen), Fortschrittsbedingungen (Deadlock-Freiheit, Starvation).</p> <p>Die im Kurs vermittelten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.</p> <p>Die Übungen werden in Code-Expert, einer Online-IDE und einem Übungsmanagementsystem, durchgeführt.</p> <p>Alle benötigten mathematischen Tools ausserhalb des Schulwissens werden im Kurs behandelt, einschliesslich einer Einführung zur Graphentheorie.</p>				
Literatur	(auf der Kurshomepage angegeben)				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: Vorlesung 252-0835-00L Informatik I 252-0835-00L oder äquivalente Kenntnisse in der Programmierung mit C++.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>529-0442-00L</b>	<b>Advanced Kinetics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Richardson</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers the theoretical and conceptual foundations of quantum dynamics in molecular systems. Particular attention is taken to derive and compare quantum and classical approximations which can be used to simulate the dynamics of molecular systems and the reaction rate constant used in chemical kinetics.				
Lernziel	The theory of quantum dynamics is derived from the time-dependent Schrödinger equation. This is illustrated with molecular examples including tunnelling, recurrences, nonadiabatic crossings. We consider thermal distributions, correlation functions, interaction with light and nonadiabatic effects. Quantum scattering theory is introduced and applied to discuss molecular collisions. The dynamics of systems with a very large number of quantum states are discussed to understand the transition from microscopic to macroscopic dynamics. A rigorous rate theory is obtained both from a quantum-mechanical picture as well as within the classical approximation. The approximations leading to conventional transition-state theory for polyatomic reactions are discussed. In this way, relaxation and irreversibility will be explained which are at the foundation of statistical mechanics.				
	By the end of the course, the student will have learned many ways to simplify the complex problem posed by quantum dynamics. They will understand when and why certain approximations are valid in different situations and will use this to make quantitative and qualitative predictions about how different molecular systems behave.				
Skript	Wird online zur Verfügung gestellt.				

Literatur	D. J. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective R. D. Levine, Molecular Reaction Dynamics S. Mukamel, Principles of Nonlinear Optical Spectroscopy				
Voraussetzungen / Besonderes	529-0422-00L Physikalische Chemie II: Chemische Reaktionskinetik				
<b>701-0401-00L</b>	<b>Hydrosphäre</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, R. Kipfer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung beschreibt die Prozesse, welche den Wasserkreislauf der Erde bestimmen. Hierzu werden die Energieflüsse sowie die Mischungs- und Transportprozesse in aquatischen Systemen beschrieben. Inhaltliche und methodische Zusammenhänge zwischen Hydrosphäre, Atmosphäre und Pedosphäre werden aufgezeigt.				
Lernziel	Qualitatives und quantitatives Verständnis der physikalischen (und geochemischen) Prozesse, welche die natürliche Dynamik im Grundwasser, Seen und Ozeanen bestimmen und den Austausch von Stoffen und Energie steuern.				
Inhalt	Themen der Vorlesung. Physikalische Eigenschaften des Wassers (Dichte und Zustandsgleichung) - Globale Wasserressourcen Prozesse an Grenzflächen - Energieflüsse (thermisch, kinetisch) - Verdunstung, Gasaustausch Stehende Oberflächengewässer (Meer, Seen) - Wärmebilanz - vertikale Schichtung und globale thermohaline Zirkulation / grossskalige Strömungen - Turbulenz und Mischung - Mischprozesse in Fließgewässern Grundwasser und seine Dynamik. - Grundwasser als Teil des hydrologischen Kreislaufs - Einzugsgebiete, Wasserbilanzen - Grundwasserströmung: Darcy-Gesetz, Fließnetze - hydraulische Eigenschaften Grundwasserleiter und ihre Eigenschaften - Hydrogeochemie: Grundwasser und seine Inhaltsstoffe, Tracer - Wassernutzung: Trinkwasser, Energiegewinnung, Bewässerung Fallbeispiele: 1. Wasser als Ressource, 2. Wasser und Klima				
Skript	Ergänzend zu den empfohlenen Lehrmitteln werden Unterlagen abgegeben.				
Literatur	Die Vorlesung stützt sich auf folgende Lehrmittel: a) Park, Ch., 2001, The Environment, Routledge, 2001 b) Fitts, C.R., 2013. Groundwater Science. 2nd ed., Academic Press, Amsterdam.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fallbeispiele und die selbständig zu bearbeitende Uebungen sind ein obligatorischer Bestandteil der Lehrveranstaltung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-0245-00L</b>	<b>Evolutionary Analysis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Wielgoss</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces important questions about the evolutionary processes involved in the generation and maintenance of biological diversity across all domains of life and how evolutionary science investigates these questions.				
Lernziel	Students will learn about several major different approaches to investigating evolutionary questions and how these approaches are applied to a wide variety of topics. Topics covered include different forms of selection, phylogenetic analysis, population genetics, life history theory, the evolution of sex, social evolution and human evolution. These topics are important for the understanding of a number of evolutionary problems in the basic and applied sciences.				
Inhalt	Topics likely to be covered in this course include research methods in evolutionary biology, adaptation, evolution of sex, evolutionary transitions, human evolution, infectious disease evolution, life history evolution, macroevolution, mechanisms of evolution, phylogenetic analysis, population dynamics, population genetics, social evolution, speciation and types of selection.				
Skript	Lecture slides, Papers, and Online Tools				
Literatur	Main Textbook: Evolutionary Analysis Scott Freeman and Jon Herron 5th Edition, English.  Minor resource: Evolutionary Parasitology Paul Schmid-Hempel 2nd edition, English.				
Voraussetzungen / Besonderes	The exam is based on lecture, textbook, and provided papers.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>529-0012-02L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (AC)</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>H. Grützmaker, J. Cvangros</b>
Kurzbeschreibung	1) Allgemeine Definitionen 2) VSEPR Model 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme 4) Kugelpackungen, Metallstrukturen 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Strukturen, Eigenschaften und Reaktivitäten der Hauptgruppenelemente (Gruppen 1, 2 und 13 bis 18).				

Inhalt	Die Vorlesung ist in 14 Teile gegliedert, in denen grundlegende Phänomene der Chemie der Hauptgruppenelemente diskutiert werden: 1) Einführung in die periodischen Eigenschaften und allgemeine Definitionen 2) VSEPR Modell 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme für einfache anorganische Molekülverbindungen 4) Dichteste Kugelpackungen und Strukturen der Metalle 5) Strukturen der Hauptgruppenmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie		
Skript	Die Folien der Vorlesung sind auf dem Internet unter <a href="http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html">http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html</a> zugänglich.		
Literatur	Der Vorlesungsstoff kann in folgendem Lehrbuch, das auch in Englisch erhältlich ist, nachgelesen werden: J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 3. Auflage, deGruyter, 2003.  C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4th edition, Pearson Prentice Hall, 2010.		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen zum Verständnis dieser Vorlesung ist die Vorlesung Allgemeine Chemie 1.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert

<b>529-0012-03L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (OC)</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Chen</b>
Kurzbeschreibung	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN <sup>1</sup> -/SN <sup>2</sup> -Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Reaktivitätsprinzipien und der Beziehung zwischen Struktur und Reaktivität. Kenntnis der wichtigsten Reaktionstypen und ausgewählter Stoffklassen.				
Inhalt	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN <sup>1</sup> -/SN <sup>2</sup> -Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Skript	als pdf bei Vorlesungsbeginn erhältlich				
Literatur	[1] P. Sykes, "Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie", VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988. [2] Carey/Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A and B, 3rd ed., Plenum Press, New York, 1990/1991. Deutsch: Organische Chemie. [3] Vollhardt/Schore, Organic Chemistry, 2th ed., Freeman, New York, 1994 Deutsche Fassung: Organische Chemie 1995, Verlag Chemie, Weinheim, 1324 S. Dazu: N. Schore, Arbeitsbuch zu Vollhardt, Organische Chemie, 2. Aufl. Verlag Chemie, Weinheim, 1995, ca 400 S. [4] J. March, Advanced Organic Chemistry; Reactions, Mechanisms, and Structure, 5th ed., Wiley, New York, 1992. [5] Streitwieser/Heathcock, Organische Chemie, 2. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim, 1994. [6] Streitwieser/Heathcock/Kosower, Introduction to Organic Chemistry, 4th ed., MacMillan Publishing Company, New York, 1992. [7] P. Y. Bruice, Organische Chemie, 5. Auflage, Pearson Verlag, 2007.				

## ►►► Praktika, Semesterarbeiten, Proseminare, Exkursionen

Weitere Praktika ergeben sich aus den Wahlfächerpaketen, die individuell beim Studiendelegierten zu beantragen sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0054-01L</b>	<b>Physikalische Chemie</b>	<b>W+</b>	<b>6 KP</b>	<b>8P</b>	<b>T. Segawa</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in wichtige Methoden der physikalischen Chemie.				
Lernziel	Durchführung ausgewählter physikalisch-chemischer Experimente und Auswertung von Messdaten. Abfassen von Versuchsberichten.				
Inhalt	Kurze Rekapitulation der Statistik und Auswertung von Messdaten. Abfassen von Versuchsberichten im Hinblick auf das Publizieren von wissenschaftlichen Arbeiten. Grundlegende physikalisch-chemische Versuche (7 Versuche aus folgenden Themenkreisen): 1. Phasendiagramme (Siede- und Schmelzdiagramme, Kryoskopie); 2. Elektrochemie und Elektronik; 3. Quantenchemische Untersuchungen; 4. Kinetik; 5. Thermochemie; 6. Schallgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten; 7. Oberflächenspannung.				
Literatur	Erich Meister, "Grundpraktikum Physikalische Chemie: Theorie und Experimente", 3. Auflage, vdf Hochschul-Verlag an der ETH, Zürich, 2022. Als e-Book erhältlich.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: 529-0011-04 "Praktikum Allgemeine Chemie (1. Semester)"  Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>529-0289-00L</b>	<b>Instrumentalanalyse organischer Verbindungen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Zenobi, M.-O. Ebert, L. Hagmann, N. Kumar, Y. Yamakoshi</b>
Kurzbeschreibung	Übungen zur Interpretation von Molekülspektren				
Lernziel	Beherrschung der Praxis der Interpretation von Molekülspektren.				
Inhalt	Anhand von Übungsaufgaben können die Teilnehmenden mit Hilfe der Dozenten und Assistenten den selbständigen Umgang mit den Massen-, 1H-NMR-, 13C-NMR-, IR-, und UV/VIS-Spektren erlernen. Zwei Probleme werden dann jeweils von einem Dozenten besprochen.				
Skript	Die Aufgabenstellungen werden abgegeben				

Literatur E. Pretsch, P. Bühlmann, M. Badertscher, Spektroskopische Daten zur Strukturaufklärung organischer Verbindungen, 5. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2010.

Voraussetzungen / Die Lösungen sind in der darauffolgenden Woche auf dem Internet verfügbar

Besonderes

Voraussetzung:

529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)"

529-0058-00 "Analytische Chemie II (4. Semester)" parallel zu diesem Kurs oder in einem früheren Semester abgeschlossen

551-0130-00L

**Grundlagen der Biologie II**

W

8 KP

8P

**M. Gstaiger**, N. Aceto,

J. A. Antunes Pereira,

M. Cangkrama, H. Gehart,

Z. Kontarakis, W. Kovacs, A. Leitner,

S. L. Masneuf, P. Picotti, U. Sauer,

E. B. Truernit, A. Wutz, N. Zamboni

*Belegungen über myStudies bis spätestens 01.02.2024.*

*Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.*

Kurzbeschreibung

Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in den gesamten Bereich der klassischen und modernen Biowissenschaften. Im zweiten Jahr (Praktikum GL Bio II) führt jeder Student drei Kurstage in:

- Tiermodelle
- Pflanzenbiologie
- Genomik
- Molekulare System Biologie durch.

(Total 12 Experimente)

Jeder Versuch dauert einen ganzen Tag.

Lernziel

Einführung in die Biologie und Erfahrung mit experimentellem Arbeiten.

Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien: Moodle.

Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list, Instructions and Schedule & Performance Sheet).

Inhalt

Es werden vier Blöcke angeboten: Zellbiologie, Pflanzenbiologie, Genomik UND Molekulare System Biologie. Jeder diese Blöcke dauert 3 Wochen

TIERMODELLE:

- Tissue structure and biology
- Mouse anatomy and histology
- Tissue repair and cancer

GENOMIK:

- Chromosomenpräparation aus Säugerzellen
- Genome Editing
- Krebs Genomanalyse

MOLEKULARE SYSTEMBIOLOGIE:

- Herstellung von Proben für die Proteom- und Metabolom-Analyse
- Analyse von Proteom- und Metabolom-Daten
- Interpretation von Proteom- und Metabolom-Daten

PFLANZENBIOLOGIE:

- Phytohormone und weitere Wachstumsfaktoren
- Molekularbiologie des systemischen Gensilencing
- Langstreckentransport und Speicherung
- Literaturarbeit und Präsentation

Skript

Versuchsanleitungen

Alle Unterlagen für das Praktikum können von der Moodle Seite geladen werden.

Voraussetzungen /  
Besonderes

BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN:

Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.

Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.

SEHR WICHTIG!!

1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 2.2.2024 belegen.

2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!

3. Die Semestereinschreibung für FS24 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.

Über myStudies können die Studierenden sich in eine Übungsgruppe eintragen. Sobald die Lerneinheit in myStudies belegt wird, erscheint eine Textbox mit dem Hinweis, dass eine Gruppe ausgewählt werden kann. Entsprechend können die Studierenden im nächsten Schritt eine Gruppe auswählen. Falls sich mehr als 180 Studierende anmelden werden die Überzähligen auf eine Warteliste gesetzt und danach vom Praktikumsleiter eingeteilt.

Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an den folgenden Praktikumstagen haben:

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Montag):

19.02.; 26.02.; 04.03.; 11.03.; 18.03.; 25.03.; 08.04.; 22.04.; 29.04.; 06.05.; 13.05.; 27.05.

In den Osterferien findet kein Praktikum statt: 26.03.-05.04.2024

## ►► 6. Semester (Physikalisch-Chemische Richtung)

## ▶▶▶ Praktika, Semesterarbeiten, Proseminare, Exkursionen

Weitere Praktika ergeben sich aus den Wahlfächerpaketen, die individuell beim Studiendelegierten zu beantragen sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0450-00L</b>	<b>Semesterarbeit</b>	<b>W</b>	<b>18 KP</b>	<b>18A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden von den Studierenden individuell nach ihren Fächerpaketen gewählt.				
Lernziel	Die Studierenden werden mit der wissenschaftlichen Arbeit vertraut gemacht und vertiefen ihr Wissen in einem Fachgebiet.				

## ▶▶▶ Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0400-00L</b>	<b>Bachelor-Arbeit</b>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>15D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelorarbeit stellt den Abschluss des Bachelorstudiums dar. Sie ist eine wissenschaftliche und selbständige Arbeit unter der Leitung einer Dozentin oder eines Dozenten des gewählten Fachgebietes.				
Lernziel	Die Bachelor-Arbeit soll dazu dienen, das Wissen in einem bestimmten Fachgebiet zu vertiefen und die Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit fördern.				

## ▶ Biochemisch-Physikalischen Fachrichtung

### ▶▶ 2. Semester (Biochemisch-Physikalische Richtung)

#### ▶▶▶ Obligatorische Fächer Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0044-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>L. P. Gallmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Student/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.				
Inhalt	Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen) Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung) Kurze Einführung in die Quantenphysik				
Skript	Die Vorlesung richtet sich nach dem Lehrbuch "Physik" von Paul A. Tipler				
Literatur	Paul A. Tipler and Gene Mosca Physik Springer Spektrum Verlag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

<b>551-0126-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie II: Zellen</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>K. Weis, F. Allain, Y. Barral, W.-D. Hardt, U. Kutay, M. Peter, I. Zemp</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen.				
Lernziel	Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung vermittelt ein grundlegendes Verständnis von der Struktur, Organisation, Funktion und Regulation der Zelle. Die Vorlesung ist in zwei Hauptteile gegliedert: Teil 1: Zellbiologie der Prokaryonten, Evolution, Populationen Dieser Abschnitt erläutert die generellen Prinzipien des Aufbaus und der Regulation von prokaryontischen Zellen, und erklärt die Genetik und Evolution von Bakterien. Teil II: Vereinheitlichende Konzepte in Eukarya Dieser Vorlesungsteil gibt eine breite Einführung in die generelle Struktur von eukaryontischen Zellen, und vermittelt wichtige Konzepte, die den intrazellulären Aufbau und Transport und der Regulation der Genexpression in Eukaryonten betreffen.				
Skript	Die neu konzipierte Vorlesung wird durch Skripte unterstützt.				
Literatur	Die Vorlesung wird durch Skripte unterstützt. Ausserdem kann das Lehrbuch "Molecular Biology of the Cell", Alberts et al. 6th edition, Taylor and Francis, und "Brock Biology of Microorganisms", Madigan et al. 15th edition, Pearson, als Unterstützung für den Vortrag verwendet werden. "				

<b>401-0272-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik I (Analysis B)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Kobel-Keller</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Vertiefte Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Lernziel	Anwendungsorientierte Einführung in die mehrdimensionale Analysis. Einfache Modelle kennen und selber bilden und mathematisch analysieren können. Kenntnisse der grundlegenden Konzepte.				
Inhalt	Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis. Differentialgleichungen als mathematische Modelle zur Beschreibung von Prozessen. Numerische, analytische und geometrische Aspekte von Differentialgleichungen.				
Literatur	- G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass: Analysis 2, Lehr- und Übungsbuch, Pearson-Verlag - D. W. Jordan, P. Smith: Mathematische Methoden für die Praxis, Spektrum Akademischer Verlag - M. Akveld/R. Sperr: Analysis I, Analysis II (vdf) - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Bde 1,2,3. (Vieweg) Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik		gefördert gefördert gefördert	

<b>401-0622-00L</b>	<b>Grundlagen der Mathematik II (Lineare Algebra und Statistik)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Auer</b>
Kurzbeschreibung	Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Vektorgeometrie, Matrix-Rechnung, Lineare Abbildungen, Orthogonale Abbildungen, Spur & Determinante, Eigenwerte & Eigenvektoren, Vektorräume				
	Stochastik: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Statistik				
Lernziel	Kenntnisse in Mathematik sind eine wesentliche Voraussetzung für einen quantitativen, und insbesondere für einen computergestützten Zugang zu den Naturwissenschaften. In einem zweisemestrigen 11 Semesterwochenstunden umfassenden (Intensiv-)Kurs werden die wichtigsten mathematischen Grundlagen der Mathematik, nämlich ein- und mehrdimensionale Analysis, Lineare Algebra und Statistik, erarbeitet.				
Inhalt	Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Vektorgeometrie, Matrix-Rechnung, Lineare Abbildungen, Orthogonale Abbildungen, Spur & Determinante, Eigenwerte & Eigenvektoren, Vektorräume				
	Stochastik: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeit, Wahrscheinlichkeitsdichte, Statistik				
Skript	Es steht ein Skript vom Dozenten zur Verfügung.				
Literatur	Für Lineare Algebra: K. Nipp/D. Stoffer: "Lineare Algebra", vdf, 5. Auflage, 2002. Für Statistik: W. Stahel, "Statistische Datenanalyse", Vieweg, 5. Auflage, 2008.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0012-02L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (AC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>H. Grützmacher, J. Cvengros</b>
Kurzbeschreibung	1) Allgemeine Definitionen 2) VSEPR Model 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme 4) Kugelpackungen, Metallstrukturen 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Strukturen, Eigenschaften und Reaktivitäten der Hauptgruppenelemente (Gruppen 1, 2 und 13 bis 18).				
Inhalt	Die Vorlesung ist in 14 Teile gegliedert, in denen grundlegende Phänomene der Chemie der Hauptgruppenelemente diskutiert werden: 1) Einführung in die periodischen Eigenschaften und allgemeine Definitionen 2) VSEPR Modell 3) Qualitative Molekülorbitaldiagramme für einfache anorganische Molekülverbindungen 4) Dichteste Kugelpackungen und Strukturen der Metalle 5) Strukturen der Hauptgruppenhalbmetalle 6) Strukturen der Nichtmetalle 7) Darstellungen der Elemente 8) Reaktivität der Elemente 9) Ionische Verbindungen 10) Ionen in Lösung 11) Wasserstoffverbindungen 12) Halogenverbindungen 13) Sauerstoffverbindungen 14) Redoxchemie				
Skript	Die Folien der Vorlesung sind auf dem Internet unter <a href="http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html">http://www.gruetzmacher.ethz.ch/education/lectures/lecture-material-allgemeine-chemie---general-chemistry.html</a> zugänglich.				
Literatur	Der Vorlesungsstoff kann in folgendem Lehrbuch, das auch in Englisch erhältlich ist, nachgelesen werden: J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 3. Auflage, deGruyter, 2003.  C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4th edition, Pearson Prentice Hall, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen zum Verständnis dieser Vorlesung ist die Vorlesung Allgemeine Chemie 1.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-0012-03L</b>	<b>Allgemeine Chemie II (OC)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Chen</b>
Kurzbeschreibung	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN <sup>1</sup> /SN <sup>2</sup> -Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Lernziel	Verständnis der grundlegenden Reaktivitätsprinzipien und der Beziehung zwischen Struktur und Reaktivität. Kenntnis der wichtigsten Reaktionstypen und ausgewählter Stoffklassen.				
Inhalt	Klassifizierungen organischer Reaktionen, reaktive Zwischenprodukte: Radikale, Carbokationen, Carbanionen, Säuren und Basen, elektrophile aromatische Substitution, elektrophile Addition an Doppelbindungen, HSAB-Konzept, nukleophile Substitution an sp <sup>3</sup> -hybridisierten Zentren (SN <sup>1</sup> /SN <sup>2</sup> -Reaktionen), nukleophile aromatische Substitutionen, Eliminierungen, Oxidationen, Reduktionen.				
Skript	als pdf bei Vorlesungsbeginn erhältlich				



- Literatur [1] P. Sykes, "Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie", VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988.  
 [2] Carey/Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A and B, 3rd ed., Plenum Press, New York, 1990/1991. Deutsch: Organische Chemie.  
 [3] Vollhardt/Schore, Organic Chemistry, 2th ed., Freeman, New York, 1994 Deutsche Fassung: Organische Chemie 1995, Verlag Chemie, Weinheim, 1324 S. Dazu: N. Schore, Arbeitsbuch zu Vollhardt, Organische Chemie, 2. Aufl. Verlag Chemie, Weinheim, 1995, ca 400 S.  
 [4] J. March, Advanced Organic Chemistry; Reactions, Mechanisms, and Structure, 5th ed., Wiley, New York, 1992.  
 [5] Streitwieser/Heathcock, Organische Chemie, 2. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim, 1994.  
 [6] Streitwieser/Heathcock/Kosower, Introduction to Organic Chemistry, 4th ed., MacMillan Publishing Company, New York, 1992.  
 [7] P. Y. Bruice, Organische Chemie, 5. Auflage, Pearson Verlag, 2007.

<b>529-0012-01L</b>	<b>Physikalische Chemie I: Thermodynamik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Barnes, M. Ernst</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der chemischen Thermodynamik: Entropie, Chemische Thermodynamik, Zustandfunktionen, Hauptsätze der Thermodynamik, Zustandsumme, chemische Reaktionen, Reaktionsgrößen, Gleichgewichtsbedingungen, chemisches Potential, Standardbedingungen, ideale und reale Systeme und Gase, Phasengleichgewichte, kolligative Eigenschaften, mit Applikationen zu aktueller Forschung an der ETHZ.				
Lernziel	Verständnis der Entropie und thermodynamischen Grundlagen.				
Inhalt	Zustandsgrößen und Prozessgrößen, das totale Differential als mathematische Beschreibung von Zustandsänderungen. Modelle: Das ideale und das reale Gas. Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Empirische Temperatur und thermodynamische Temperaturskala, innere Energie, Enthalpie, Entropie, thermisches Gleichgewicht. Mischphasenthermodynamik: Das chemische Potential. Ideale Lösungen und Mischungen, reale Lösungen und Mischungen, Aktivität, kolligative Eigenschaften. Tabellierung thermodynamischer Standardgrößen. Reaktionsthermodynamik: Reaktionsgrößen und Gleichgewichtsbedingungen, Gleichgewichtskonstante und deren Druck- und Temperaturabhängigkeit. Phasengleichgewichte und Phasendiagramme.				
Skript	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Literatur	Beachten Sie die Homepage zur Vorlesung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Allgemeine Chemie I, Grundlagen der Mathematik				

### ►►► Übrige Fächer des Basisjahrs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0128-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie I</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. Gstaiger, A. Cléry, E. Dultz, C. H. Giese, R. Kroschewski, M. Künzler</b>
Kurzbeschreibung	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in die Grundlagen des experimentellen Arbeitens in den klassischen und modernen Biowissenschaften. Im ersten Jahr (Praktikum GL Biol) absolviert jeder Student 12 Kurstage in denen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Mikrobiologie, Biochemie und Molekularbiologie vermittelt werden.				
Lernziel	Einführung in die Biologie einzelliger Organismen und praktische Erfahrung mit biochemischen und molekularbiologischen Experimenten.				
Inhalt	<p>Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien findet man unter Moodle</p> <p>Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list and Instructions).</p> <p>Dieses Praktikum gibt eine Einführung in grundlegende und essentielle Techniken der klassischen und modernen Biologie. Studenten nehmen an allen 12 Kurstagen teil. Das Praktikum findet jeweils Donnerstag und Freitag in zwei Schichten (1. Schicht 8:00-13:00 und 2. Schicht 13:30-18:30) statt und erfordert ein zusätzlich eine Vorbereitung auf den jeweiligen Praktikumstag im Selbststudium via Moodle.</p> <p>Tag 1: Arbeiten mit und Nachweis von Mikroorganismen            Tag 2: Morphologische, biochemische und genetische Differenzierung von Mikroorganismen            Tag 3: Biotische Interaktionen und Genetik von Bakterien            Tag 4: Metabolismus und Physiologie von Bakterien            Tag 5: Werkzeuge I: Aufreinigung von DNA, genetische Modifikation von Mikroorganismen            Tag 6: Werkzeuge II: Aufreinigung von RNA, Lebenszyklus der eukaryontischen Zelle            Tag 7: Werkzeuge III: Ionenaustausch-basierte Reinigung der TAQ polymerase aus E. coli            Tag 8: Werkzeuge IV: Charakterisierung der Fraktionen der TAQ polymerase-Reinigung (SDS-PAGE, WB)            Tag 9: Werkzeuge V: mRNA-Analyse mittels RT-PCR und gereinigter Taq Polymerase            Tag 10: Affinitätschromatographie von Proteinen, Proteinkristallisation            Tag 11: Enzymkinetik            Tag 12: Proteinfaltung, Proteinstabilität und Proteinstruktur</p>				
Skript	Versuchsanleitungen können von der Moodle Seite geladen werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN</p> <p>Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.</p> <p>Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.</p> <p>SEHR WICHTIG!!</p> <p>1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 26.1.2024 belegen.</p> <p>2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!</p> <p>3. Die Semestereinschreibung für FS 2024 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.</p> <p>Die 12 Kurstage des Praktikum Grundlagen Biologie I finden jeweils am Donnerstag oder Freitag während des Frühjahrssemesters 2024 statt. Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an diesen Tagen haben. Die genaue Kurseinteilung wird vor Beginn des Semesters mitgeteilt.</p> <p>PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Donnerstags):            22.02.; 29.02.; 07.03.; 14.03.; 21.03.; 11.04.; 18.04.; 25.04.; 02.05.; 16.05.; 23.05.; 30.05.</p> <p>PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Freitag):            23.02.; 01.03.; 08.03.; 15.03.; 22.03.; 12.04.; 19.04.; 26.04.; 03.05.; 17.05.; 24.05.; 31.05.</p> <p>Kein Praktikum während der Osterferien: 25.03-05.04.2024</p>				

## ►► 4. Semester (Biochemisch-Physikalische Richtung)

### ►►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0431-00L</b>	<b>Physikalische Chemie III: Molekulare Quantenmechanik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Merkt, U. Hollenstein</b>
Kurzbeschreibung	Postulate der Quantenmechanik, Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte, Matrixdarstellung von Operatoren, das Teilchen im Kasten, Tunnelprozess, harmonischer Oszillator, molekulare Schwingungen, Drehimpuls und Spin, verallgemeinertes Pauli Prinzip, Störungstheorie, Variationsprinzip, elektronische Struktur von Atomen und Molekülen, Born-Oppenheimer Näherung.				
Lernziel	Es handelt sich um eine erste Grundvorlesung in Quantenmechanik. Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und führt den mathematischen Formalismus ein. Im Folgenden werden die Postulate und Theoreme der Quantenmechanik im Kontext der experimentellen und rechnerischen Ermittlung von physikalischen Grössen diskutiert. Die Vorlesung vermittelt die notwendigen Werkzeuge für das Verständnis der elementaren Quantenphänomene in Atomen und Molekülen.				
Inhalt	Postulate und Theoreme der Quantenmechanik: Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte. Lineare Bewegungen: Das freie Teilchen, das Teilchen im Kasten, quantenmechanisches Tunneln, der harmonische Oszillator und molekulare Schwingungen. Drehimpulse: Spin- und Bahnbewegungen, molekulare Rotationen. Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen: Pauli-Prinzip, Drehimpulskopplung, Born-Oppenheimer Näherung. Grundlagen der Variations- und Störungstheorie. Behandlung grösserer Systeme (Festkörper, Nanostrukturen).				
Skript	Ein Vorlesungsskript in Deutsch wird erhältlich sein. Das Skript ersetzt allerdings NICHT persönliche Notizen und deckt nicht alle Aspekte der Vorlesung ab.				
<b>529-0222-00L</b>	<b>Organic Chemistry II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Morandi, J. W. Bode</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on the material learned in Organic Chemistry I or Organic Chemistry II for Biology/Pharmacy Students. Topics include advanced concepts and mechanisms of organic reactions and introductions to pericyclic and organometallic reactions. The basics of retro- and forward synthesis are also introduced.				
Lernziel	Goals of this course include a deeper understanding of basic organic reactions and mechanisms as well as advanced transformations. Reactive intermediates including carbenes and nitrenes are covered, along with methods for their generation and use in complex molecule synthesis. Frontier molecular orbital theory (FMO) is introduced and used to rationalize pericyclic reactions including Diels Alder reactions, cycloadditions, and rearrangements (Cope, Claisen). The basic concepts and key reactions of catalytic organometallic chemistry, which are key methods in modern organic synthesis, are introduced, with an emphasis on their catalytic cycles and elementary steps. All of these topics are combined in an overview of strategies for complex molecule synthesis, with specific examples from natural product derived molecules used as medicines.				
Inhalt	Redox neutral reactions and rearrangements, advanced transformations of functional groups and reaction mechanisms, carbenes and nitrenes, frontier molecular orbital theory (FMO), cycloadditions and pericyclic reactions, introduction to organometallic chemistry and catalytic cross couplings, protecting groups, retrosynthetic analysis of complex organic molecules, planning and execution of multi-step reactions.				
Skript	The lecture notes and additional documents including problem sets are available as PDF files online, without charge. Link: <a href="https://morandi.ethz.ch/education.html">https://morandi.ethz.ch/education.html</a>				
Literatur	Clayden, Greeves, and Warren. Organic Chemistry, 2nd Edition. Oxford University Press, 2012.				

### ►►► Wahlfächer

*Im Bachelor-Studiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften können die Studierenden prinzipiell alle Lehrveranstaltungen wählen, die in einem Bachelor-Studiengang der ETH angeboten werden.*

*Zu Beginn des 2. Studienjahrs legt jede/r Studierende in Absprache mit dem Studiendelegierten für Interdisziplinäre Naturwissenschaften sein/ihr individuelles Studienprogramm fest. Siehe Studienreglement 2018 für Details.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0058-00L</b>	<b>Analytische Chemie II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Günther, D. Bleiner, T. Bucheli, M.-O. Ebert, G. Schwarz</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung in den wichtigsten elementaranalytischen und spektroskopischen Methoden sowie ihrer Anwendung in der Praxis, aufbauend auf der Vorlesung Analytische Chemie I. Vorstellung der wichtigsten Trennmethode.				
Lernziel	Praxisnahe Anwendung und Vertiefung des spektroskopischen und elementaranalytischen Grundwissens der Vorlesung Analytische Chemie I.				
Inhalt	Praxis des kombinierten Einsatzes spektroskopischer Methoden zur Strukturaufklärung und praktischer Einsatz elementaranalytischer Methoden. Komplexere NMR-Methoden: Aufnahmetechnik, analytisch-chemische Anwendungen von Austauschphänomenen, Doppelresonanz, Spin-Gitter-Relaxation, Kern-Overhauser-Effekt, analytisch-chemische Anwendungen der experimentellen 2D- und Multipuls-NMR-Spektroskopie, Verschiebungsreagenzien. Anwendung chromatographischer und elektrophoretischer Trennverfahren: Grundlagen, Arbeitstechnik, Beurteilung der Qualität eines Trennsystems, van-Deemter-Gleichung, Gaschromatographie, Flüssigchromatographie (HPLC, Ionenchromatographie, Gelpermeation, Packungsmaterialien, Gradientenelution, Retentionsindex), Elektrophorese, elektroosmotischer Fluss, Zonenelektrophorese, Kapillarelektrophorese, isoelektrische Fokussierung, Elektrophorese, 2D-Gelelektrophorese, SDS-PAGE, Field Flow Fractionation, Vertiefung in Atomabsorptions-Spektroskopie, Atomemissions-Spektroskopie und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie, ICP-OES, ICP-MS.				
Skript	Ein Skript zur Vorlesung wird den Studierenden digital zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Literaturlisten werden in der Vorlesung verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Übungen zur Spektreninterpretation und zu den Trennmethode erfolgen im Rahmen der Vorlesung. Zusätzlich wird die Veranstaltung 529-0289-00 "Instrumentalanalyse organischer Verbindungen" (4. Semester) empfohlen.  Voraussetzung: 529-0051-00 "Analytische Chemie I (3. Semester)"				
<b>401-1152-02L</b>	<b>Lineare Algebra II</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>S. Zerbes</b>
Kurzbeschreibung	Eigenwerte und Eigenvektoren, Jordan-Normalform, Bilinearformen, Euklidische und unitäre Vektorräume, Spektralsatz, Multilineare Algebra, Tensorprodukt				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten Grundlagen der Linearen Algebra.				
Literatur	Siehe Lineare Algebra I				
Voraussetzungen / Besonderes	Lineare Algebra I				
<b>529-0440-00L</b>	<b>Physical Electrochemistry and Electrocatalysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Schmidt</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes and introduction into the technologies (e.g., fuel cell, electrolysis), electrochemical methods (e.g., voltammetry, impedance spectroscopy), mass transport.				

Lernziel	Providing an overview and in-depth understanding of Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes (fuel cell, electrolysis), electrochemical methods and mass transport during electrochemical reactions. The students will learn about the importance of electrochemical kinetics and its relation to industrial electrochemical processes and in the energy sector.
Inhalt	Review of electrochemical thermodynamics, description electrochemical kinetics, Butler-Volmer equation, Tafel kinetics, simple electrochemical reactions, electron transfer, Marcus Theory, fundamentals of electrocatalysis, elementary reaction processes, rate-determining steps in electrochemical reactions, practical examples and applications specifically for electrochemical energy conversion processes, introduction to electrochemical methods, mass transport in electrochemical systems. Introduction to fuel cells and electrolysis
Skript	Will be handed out during the Semester
Literatur	Physical Electrochemistry, E. Gileadi, Wiley VCH Electrochemical Methods, A. Bard/L. Faulkner, Wiley-VCH Modern Electrochemistry 2A - Fundamentals of Electroics, J. Bockris, A. Reddy, M. Gamboa-Aldeco, Kluwer Academic/Plenum Publishers

<b>701-0401-00L</b>	<b>Hydrosphäre</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, R. Kipfer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung beschreibt die Prozesse, welche den Wasserkreislauf der Erde bestimmen. Hierzu werden die Energieflüsse sowie die Mischungs- und Transportprozesse in aquatischen Systemen beschrieben. Inhaltliche und methodische Zusammenhänge zwischen Hydrosphäre, Atmosphäre und Pedosphäre werden aufgezeigt.				
Lernziel	Qualitatives und quantitatives Verständnis der physikalischen (und geochemischen) Prozesse, welche die natürliche Dynamik im Grundwasser, Seen und Ozeanen bestimmen und den Austausch von Stoffen und Energie steuern.				
Inhalt	Themen der Vorlesung. Physikalische Eigenschaften des Wassers (Dichte und Zustandsgleichung) - Globale Wasserressourcen Prozesse an Grenzflächen - Energieflüsse (thermisch, kinetisch) - Verdunstung, Gasaustausch Stehende Oberflächengewässer (Meer, Seen) - Wärmebilanz - vertikale Schichtung und globale thermohaline Zirkulation / grossskalige Strömungen - Turbulenz und Mischung - Mischprozesse in Fließgewässern Grundwasser und seine Dynamik. - Grundwasser als Teil des hydrologischen Kreislaufs - Einzugsgebiete, Wasserbilanzen - Grundwasserströmung: Darcy-Gesetz, Fließnetze - hydraulische Eigenschaften Grundwasserleiter und ihre Eigenschaften - Hydrogeochemie: Grundwasser und seine Inhaltsstoffe, Tracer - Wassernutzung: Trinkwasser, Energiegewinnung, Bewässerung Fallbeispiele: 1. Wasser als Ressource, 2. Wasser und Klima				
Skript	Ergänzend zu den empfohlenen Lehrmitteln werden Unterlagen abgegeben.				
Literatur	Die Vorlesung stützt sich auf folgende Lehrmittel: a) Park, Ch., 2001, The Environment, Routledge, 2001 b) Fitts, C.R., 2013. Groundwater Science. 2nd ed., Academic Press, Amsterdam.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fallbeispiele und die selbständig zu bearbeitende Uebungen sind ein obligatorischer Bestandteil der Lehrveranstaltung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>701-0245-00L</b>	<b>Evolutionary Analysis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Wielgoss</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces important questions about the evolutionary processes involved in the generation and maintenance of biological diversity across all domains of life and how evolutionary science investigates these questions.				
Lernziel	Students will learn about several major different approaches to investigating evolutionary questions and how these approaches are applied to a wide variety of topics. Topics covered include different forms of selection, phylogenetic analysis, population genetics, life history theory, the evolution of sex, social evolution and human evolution. These topics are important for the understanding of a number of evolutionary problems in the basic and applied sciences.				
Inhalt	Topics likely to be covered in this course include research methods in evolutionary biology, adaptation, evolution of sex, evolutionary transitions, human evolution, infectious disease evolution, life history evolution, macroevolution, mechanisms of evolution, phylogenetic analysis, population dynamics, population genetics, social evolution, speciation and types of selection.				
Skript	Lecture slides, Papers, and Online Tools				
Literatur	Main Textbook: Evolutionary Analysis Scott Freeman and Jon Herron 5th Edition, English.  Minor resource: Evolutionary Parasitology Paul Schmid-Hempel 2nd edition, English.				
Voraussetzungen / Besonderes	The exam is based on lecture, textbook, and provided papers.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

## ▶▶ 6. Semester (Biochemisch-Physikalische Richtung)

### ▶▶▶ Praktika, Semesterarbeiten, Proseminare, Exkursionen

Weitere Praktika ergeben sich aus den Wahlfächerpaketen, die individuell beim Studiendelegierten zu beantragen sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0450-00L	<b>Semesterarbeit</b>	<b>W</b>	<b>18 KP</b>	<b>18A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden von den Studierenden individuell nach ihren Fächerpaketen gewählt.				
Lernziel	Die Studierenden werden mit der wissenschaftlichen Arbeit vertraut gemacht und vertiefen ihr Wissen in einem Fachgebiet.				

### ▶▶▶ Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0400-00L	<b>Bachelor-Arbeit</b>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>15D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelorarbeit stellt den Abschluss des Bachelorstudiums dar. Sie ist eine wissenschaftliche und selbständige Arbeit unter der Leitung einer Dozentin oder eines Dozenten des gewählten Fachgebietes.				
Lernziel	Die Bachelor-Arbeit soll dazu dienen, das Wissen in einem bestimmten Fachgebiet zu vertiefen und die Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit fördern.				

### ▶ Übrige Fächer des Bachelor-Studiums

*Im Bachelor-Studiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften können die Studierenden prinzipiell alle Lehrveranstaltungen wählen, die in einem Bachelor-Studiengang der ETH angeboten werden.*

*Zu Beginn des 2. Studienjahrs legt jede/r Studierende in Absprache mit dem Studiendelegierten für Interdisziplinäre Naturwissenschaften sein/ihr individuelles Studienprogramm fest. Siehe Studienreglement 2018 für Details.*

### ▶▶ Weitere Wahlfächer

*Weitere Wahlfächer ergeben sich aus den Wahlfächerpaketen, die beim Studiendelegierten individuell zu beantragen sind.*

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETH, gemäss Fächerpaket*

### ▶ Wissenschaft im Kontext

#### ▶▶ Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

#### ▶▶ Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### Interdisziplinäre Naturwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Interdisziplinäre Naturwissenschaften Master

Im Master-Studiengang Interdisziplinäre Naturwissenschaften können die Studierenden prinzipiell alle Lehrveranstaltungen wählen, die in einem Master-Studiengang der ETH angeboten werden.

Zu Beginn des Master-Studiums legt jede/r Studierende in Absprache mit dem Studiendelegierten für Interdisziplinäre Naturwissenschaften sein/ihr individuelles Studienprogramm fest. Siehe Studienreglement 2007/2020 für Details.

## ► Vertiefungen

Es können verschiedene Vertiefungen (Majors) gewählt werden. Die Liste der Vertiefungen finden Sie in der Wegleitung: <https://www.chab.ethz.ch/en/studies/master/msc-interdisciplinary-sciences.html>

Ausserdem können auch weitere individuelle Vertiefungen (Majors) nach Massgabe des Studienreglementes Art. 19, Absatz 3, gewählt werden.

Angebot aus allen Lehrveranstaltungen der ETH, gemäss individuellem Studienprogramm.

## ► Allgemeine Fächer

Angebot aus allen Lehrveranstaltungen der ETH, gemäss individuellem Studienprogramm.

## ► Proseminare, Praktika, Projektarbeiten und Semesterarbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0020-00L	<b>Research Project</b>	W+	20 KP	20A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	In a research project students extend their knowledge in a particular field, get acquainted with the scientific way of working, and learn to work on an actual research topic. Research projects are carried out in a core or elective subject area as chosen by the student.				
Lernziel	Students get accustomed to scientific work and get to know one specific research field.				

Angebot aus allen Lehrveranstaltungen der ETH, gemäss individuellem Studienprogramm.

## ► Wissenschaft im Kontext

Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-1000-00L	<b>Master's Thesis</b>	O	20 KP	43D	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.  Dauer der Masterarbeit 4 Monate. In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master thesis is usually carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

529-1000-30L	<b>Master's Thesis</b>	W	30 KP	64D	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.  Dauer der Masterarbeit 6 Monate, darf nur in Absprache mit dem Studiendirektor belegt werden. In the Master thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working. The Master thesis is usually carried out in a core or optional subject area as chosen by the student.				
Lernziel	In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

## Interdisziplinäre Naturwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Interdisciplinary Brain Sciences Master

## ► Core Modules

Die Core Modules werden an der Universität Zürich angeboten: <https://www.neuroscience.uzh.ch/en/Master-Studies/Program/Core-Modules.html>

## ► Elective Core Modules

Hier werden nur Fächer aufgelistet, die an der ETH Zürich angeboten werden.

Eine vollständige Liste der Elective Core Modules und der dazugehörigen Fächer finden Sie hier: <https://www.neuroscience.uzh.ch/en/Master-Studies/Program/Elective-Core-Modules.html>

ETH-Kurse bitte an der ETH belegen, UZH-Kurse an der UZH.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1414-01L</b>	<b>Current Topics in Brain Research (FS)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1.5K</b>	<b>I. Mansuy</b> , weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Es werden verschiedene wissenschaftliche Gäste aus dem In- und Ausland eingeladen, um ihre aktuellen Forschungsdaten zu präsentieren und diskutieren.				
Lernziel	Es soll der Austausch von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Daten sowie die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Forschenden gefördert werden. Studierende, welche den Kurs belegen, besuchen während eines Semesters alle Seminare und schreiben einen kritischen Report über ein Seminar ihrer Wahl. Die Anleitung dazu erhalten eingeschriebene Studierende von Prof. Isabelle Mansuy / Dr. Alberto Corcoba 1 Woche vor Semesterbeginn.				
Inhalt	Verschiedene wissenschaftliche Gäste aus den Bereichen Neuroepigenetik, Neurochemie, Neuromorphologie und Neurophysiologie berichten über ihre neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse.				
Skript	kein Skript				
Literatur	keine Literatur				
<b>376-1719-00L</b>	<b>Statistics for Experimental Research</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Students will learn the necessary statistical concepts and skills to independently (1) design experiments (2) analyse experimental data and (3) report analyses and results in a scientifically appropriate manner.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: 1. Determine appropriate experimental designs and choose, justify and perform the appropriate statistical analyses using R. 2. Report analyses and results in a scientifically appropriate manner, as laid out by the Publication Manual of the American Psychological Association (APA, sixth edition).				
Inhalt	We will cover basic statistical concepts (e.g., central tendency, variability, data distribution), the t-test (dependent and independent), ANOVA (univariate, factorial and repeated measures), correlation, multiple regression, nonparametric techniques, validity and reliability tests, effect size, data transformation, power and sample size estimation.				
Skript	Lecture notes will be delivered in the form of commented presentations in Microsoft Powerpoint (i.e. pptx) format. R practical session assignments will be delivered in pdf-format.				
Literatur	Both in the lectures and in the tutorials and practical sessions, we will refer students to the following publication:  Field A, Miles J, Field Z (2013) Discovering Statistics Using R. Sage Publications Ltd, London, UK				
<b>551-0364-00L</b>	<b>Functional Genomics</b> <i>Information for UZH students: Enrolment to this course unit only possible at ETH. No enrolment to module BIO 254 at UZH.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Mering</b> , B. Bodenmiller, M. Gstaiger, H. Rehrauer, R. Schlapbach, K. Shimizu, N. Zamboni, weitere Dozierende
	<i>Please mind the ETH enrolment deadlines for UZH students: <a href="https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html">https://www.ethz.ch/en/studies/non-degree-courses/special-students/special-students-university-of-zurich.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data.				
Lernziel	Functional genomics is key to understanding the dynamic aspects of genome function and regulation. Functional genomics approaches use the wealth of data produced by large-scale DNA sequencing, gene expression profiling, proteomics and metabolomics. Today functional genomics is becoming increasingly important for the generation and interpretation of quantitative biological data. Such data provide the basis for systems biology efforts to elucidate the structure, dynamics and regulation of cellular networks.				
Inhalt	The curriculum of the Functional Genomics course emphasizes an in depth understanding of new technology platforms for modern genomics and advanced genetics, including the application of functional genomics approaches such as advanced sequencing, proteomics, metabolomics, clustering and classification. Students will learn quality controls and standards (benchmarking) that apply to the generation of quantitative data and will be able to analyze and interpret these data. The training obtained in the Functional Genomics course will be immediately applicable to experimental research and design of systems biology projects.				
Voraussetzungen / Besonderes	The Functional Genomics course will be taught in English.				
<b>376-1400-00L</b>	<b>Transfer of Technologies into Neurorehabilitation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Bruno</b> , M. Altermatt, R. Riener, H. Van Hedel
Kurzbeschreibung	The course focuses on clinical as well as industrial aspects of advanced technologies and their transfer into neurorehabilitation from both theoretical and practical perspectives. The students will learn the basics of neurorehabilitation and the linkage to technologies, gain insight into the development within the medtech field and learn applications of technologies in clinical settings.				
Lernziel	The students will: - Learn basics and principles of clinical neuroscience and neurorehabilitation. - Gain insight into the technical basics of advanced technologies and the transfer into product development processes. - Gain insight into the application, the development and integration of advanced technologies in clinical settings. This includes the advantages and limitations according to different pathologies and therapy goals. - Get the opportunity to test advanced technologies in practical settings. - Learn how to transfer theoretical concepts to actual settings in different working fields.				

Inhalt	Main focus: - Neurobiological principles applied to the field of neurorehabilitation. - Clinical applications of advanced rehabilitation technologies. - Visit medical technology companies, rehabilitation centers and labs to gain deeper insight into the development, application and evaluation of advanced technology		
Skript	Teaching materials will be provided for the individual events and lectures. - Slides (pdf files) - Information sheets and flyers of the visited companies, labs and clinics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

### ► Internship

Weitere Informationen: <https://www.neuroscience.uzh.ch/en/Master-Studies/Program/Internship.html>

### ► Master's Thesis and Exam

Weitere Informationen: <https://www.neuroscience.uzh.ch/en/Master-Studies/Program/MSc-Thesis-and-Exam.html>

#### Interdisciplinary Brain Sciences Master - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Z	Zusatzangebot zum VLV	W	Wählbar für KP
Dr	Für Doktorat geeignet	O	Obligatorisch

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Landschaftsarchitektur Master

## ► Obligatorische Grundlagenfächer

Obligatorische Grundlagenfächer werden nur im Herbstsemester angeboten.

## ► Kernfächer

Die Kernfächer bauen auf den Grundlagenfächern auf und vermitteln grundlegendes, breites Wissen in den Kernbereichen der Landschaftsarchitektur in Relation zum Entwurfsunterricht. Die Kernfächer sind teils obligatorisch zu absolvieren, teils frei wählbar. Weitere Einzelheiten, namentlich über das Belegen dieser Fächer, für die Leistungskontrollen und zur Kompensation nicht bestandener Fächer, sind in Art. 27 und Art. 31 Abs. 4 geregelt.

## ►► Obligatorische Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>061-0106-00L</b>	<b>Plant Systematics II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Hassold</b>
Kurzbeschreibung	The knowledge of plant species is at the core of most designs in landscape architecture. This course will introduce basic knowledge about the following topics: biotopes of Switzerland (phytosociology, plant societies, habitat conditions), expanding plant knowledge of native herbs.				
Lernziel	The students will be able to recognize and determine around fifty native herbs and implement them in their designs. They will understand the greater biogeographic connections in Switzerland and know the most important biotopes with their characteristics. They will further expand their knowledge about botanical terms and vocabulary which allow them to use botanical literature for their designs.				
Inhalt	Expansion of the plant knowledge of native species is at the core of this course. The course builds up on "Plant Systematics I". Theoretical and conceptual lectures are supporting the students to expand their knowledge. They will broaden their botanical knowledge which will allow them to professionally integrate plants in their designs. The concepts will be illustrated and discussed with fresh material to tie the theoretical basics with practical experience.				
	The course is structured into three topics: 1) The understanding of biogeographic connections in relation to climate, soil, altitude, exposure, etc. is essential to implement a design in architecture landscapes successfully. 2) We use the most important biotopes of Switzerland to explain plant societies and phytosociology. This knowledge is essential to find the most appropriate planting in the designs. 3) The knowledge plants will be expanded to ca. fifty native herbs using fresh plant material during the lecture. A one day excursion will be organized to observe the plant species in their natural habitat. The students will learn how to use a plant identification key in order to be able to identify plants on their own. Thereby they will also expand their knowledge about botanical terms.				
Skript	Literature and slides will be provided on the student server.				
Literatur	The relevant literature and content for the examination will be indicated during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	There is one full day excursion for the plant knowledge. The amount on lectures on Thursday is therefore reduced. The date will be discussed at the beginning of the semester.				
	It is also highly recommended to visit the lecture series D-ARCH, LV-063-0502-00 (no credits).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>061-0108-00L</b>	<b>Materials &amp; Construction II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Voss</b>
Kurzbeschreibung	The course discusses current constructive problems in landscape architecture as part of the complex and multi-faceted urban space that is cultivated and animated by humans.				
Lernziel	The students learn comprehensive skills in dealing with questions of construction and landscape materials. The goal is to promote a value-based critical and research-based thinking that is the prerequisite for discovering new questions and developing independent solutions.				
Inhalt	In the spring semester, the course Materials and Construction II deals with constructive questions on the topics of "Mineral and Fluid Surface", "Water and Soil", "Transfer", "Operating With Time", "Measures and References", "Use of Vegetation in the House and the City" (tree in the city, the green house). The lecture uses concrete examples to illustrate how thinking about constructive possibilities and conditions determine and permeate the design process. The lectures are accompanied by on-site visits. The relevant data will be communicated at the beginning of the semester. The weekly schedule is published on the degree program's website (or is included in the reader).				
Skript	The reader will be distributed in the first lecture of the semester.				
Literatur	The reader contains all relevant literature (also relevant for the exam).				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is aimed exclusively at the students of the master's programme in landscape architecture.				
	It is also highly recommended to visit the lecture series D-ARCH, LV-063-0502-00 (no credits).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
<b>061-0114-00L</b>	<b>Digital Design Methods II ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Häusler, M. Vollmer</b>



Kurzbeschreibung	This course continues to introduce digital design methods in landscape architecture from data acquisition and modelling, to simulation, and visualization and consolidates already learned techniques.		
Lernziel	Essential large-scale design tools are introduced and expand the students' knowledge of digital design methods. By the end of the semester the students have mastered the introduced survey methods, landscape modelling tools as well as simulation and visualization techniques. They are able to use those methods independently in the following semesters and in practice.		
Inhalt	<p>Based on a case study, the students work on the entire workflow of a landscape architectural project:  From data collection in the field to 2D and 3D modelling in the Landscape Visualization and Modelling Lab (LVML), analysis and simulation with various software solutions to visualizations and physical prototypes, this course covers the most important digital methods in landscape architecture.</p> <p>The course is divided into three parts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Survey</li> <li>2. Modelling</li> <li>3. Analysis, Simulation, Visualization</li> </ol> <p>The case study will serve as a synthesis project where the students can apply their acquired skills. During the course, students are supported by an interdisciplinary team in the development of their case study. The case study will be conducted individually.</p>		
Skript	Digital and physical learning material is provided throughout the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	It is also highly recommended to visit the lecture series D-ARCH, LV-063-0502-00 (no credits).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft

<b>061-0112-00L</b>	<b>Law as a Design Factor</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Bonzanigo, O. Streiff Gnöppf</b>
Kurzbeschreibung	State structure, legal system and negotiation processes related hereto shape the dynamics in the production of space and the image of landscapes, infrastructures and settlements. Spatially relevant legal provisions can provide impulses as design factors when planning spaces and territories at different scales and with different degrees of urbanization.				
Lernziel	Students understand key principles and spatially relevant aspects of the legal system and gain insight into formal and informal planning and participation processes. They are able to situate public and private law regulations at different planning scales and to consider them from a multiscale perspective as limitations and possible guidelines for landscape design.				
Inhalt	<p>After introducing law as a system and the structure of the multilevel state, the most important classifications and the central principles of law are introduced.</p> <p>In further steps, knowledge on different levels of planning from supra-local to local to object-related scales (structure plans, land use plans, urban development and building regulations) is imparted. The focus here is on design-relevant and spatially effective content (areas, lines, volumes and density specifications). Further focal points are the cultural heritage and the temporal transformation (sites, inventories and objects of protection) as well as environmental law, financial and operational aspects, in particular formal and informal planning and participation processes.</p> <p>The contents and the resulting interpretations and design perspectives are deepened and critically reflected in the context of a field trip. In the graded semester performance spatially relevant aspects on a specific project site are analyzed and used to develop a landscape project.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Additional information at the beginning of the semester on moodle</p> <p>Course start: 01.03.2024  No class on 22.03.2024 (seminary week).  04.05.2024 field trip 9.00-17.00 (details on moodle)</p>				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>061-0104-00L</b>	<b>Urban Systems ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Galí-Izard</b>
Kurzbeschreibung	A combination of lectures and practical exercises will provide the tools to understand the landscape systems that structure and support the urban condition. Lectures will present global examples of urban systems related to soils, trees and forests, care, water evacuation, water supply, rivers and open waters.				
Lernziel	Students will learn how the territory, climate and geology create potentials and constraints for the development of cities around the world. By looking closely at the condition of the city, students will produce knowledge about the state of urban landscape systems. Lastly, students will understand how this methodology informs the design process.				
	The course emphasizes the importance of collaboration between landscape architects and other disciplines as a necessity to address the complex issues that face our cities today. By providing examples of successful and unsuccessful collaborations, the course models how students can be effective collaborators in practice.				

Inhalt	The course is organized around core landscape systems: soil and geology, vegetation and water.		
	These lectures provide a coherent series of examples of urban systems throughout the world organized around key landscape themes. This framework provides a methodology for analyzing contemporary projects in relation to landscape systems and the urban condition. Students will develop this methodology through exercises that will be reviewed throughout the course.		
Skript	Course material will be provided.		
Literatur	The course material includes a reading list.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>061-0120-00L</b>	<b>Digital Design Methods III ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Galí-Izard, P. Urech</b>
Kurzbeschreibung	This course builds on the introduction of digital design methods in landscape architecture, and encompasses data acquisition and modelling to simulation and visualization. The final semester of this series focuses on consolidating the techniques previously learned.				
Lernziel	Essential large-scale design tools that were introduced in the previous semesters will be applied to individual design tasks. By the end of the semester the students have mastered the introduced survey methods, landscape modelling tools as well as simulation and visualization techniques. They are able to use those methods independently in the following semesters and in practice.				
Inhalt	Based on an individual case study, the students work on the entire workflow of a landscape architectural project. From data collection to 2D and 3D modelling in the Landscape Visualization and Modelling Lab (LVML), analysis and simulation with various software solutions to visualizations and physical prototypes, this course covers the most important digital methods in landscape architecture. The course is divided into three parts: 1. Survey, Analysis 2. Modelling 3. Simulation, Visualization The case study will serve as a synthesis project where the students can apply their acquired skills. During the course, students are supported by an interdisciplinary team in the development of their case study. The case study will be conducted individually.				
Skript	Digital and physical learning material is provided throughout the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► Wählbare Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>061-0110-00L</b>	<b>History and Theory of Landscape Architecture II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bucher</b>
Kurzbeschreibung	Landscape architecture connects different scientific disciplines, epistemological standpoints and different practices. This lecture series discusses relevant theories and concepts of landscape in their respective contexts of thought as well as by means of case studies and exemplary projects.				
Lernziel	The course provides an overview of currently relevant understandings and theories of landscape. Students learn about different theoretical perspectives and case studies and how to relate them to their own work. The goal is to develop a sustainable basis for thinking and acting for a context-sensitive design practice that is embedded in larger contexts/problem situations.				
Inhalt	Landscape as a multi-perspective subject has problematized the dichotomy of nature and culture/art/technology as well as existing disciplinary determinations. Landscape means many things at the same time and is basically in a state of change. The course discusses different assumptions and viewpoints that has shaped the understanding of landscape (and nature), as well as its planning and design, in recent decades. It starts from landscape as an expanded field in which not only specifically scientific, but also overarching aesthetic, ecological, global, indigenous, decolonial, feminist, participatory, hybrid and other conceptions of landscape and nature have become established. Along these different theoretical conceptions and landscape discourses and in view of significant case studies and landscape practices, an understanding of nature and landscape adapted to the problem situation shall be discussed.				
Literatur	A definitive reading list will be provided at the beginning of the course				
Voraussetzungen / Besonderes	1st priority: MScLA 2nd priority: MScARCH Student limit: 20				
	It is also highly recommended to visit the lecture series D-ARCH, LV-063-0502-00 (no credits).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft
<b>061-0116-00L</b>	<b>New Civic Landscapes and Public Health</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2V</b>	
Kurzbeschreibung	Public space is widely seen as a determining factor in people's health and well-being, particularly in densifying urban environments. How can we define a healthy city, and how do landscape architects contribute to it?		
Lernziel	Through the study of historical references, and the analysis of contemporary urban spaces and regulatory frameworks, this course will develop awareness, knowledge and practical tools to integrate health and well-being factors into the urban design.		
Inhalt	While the majority of people living in large cities say they would rather live elsewhere, health and well-being are becoming key criteria in residence and carrier choices. Not only the urban environment is globally perceived as polluted and stressful, its spatial framework is often experienced as unfit to provide the ingredients of a healthy life, for individuals and societies, such as physical activity, social interaction, and regular contact with natural elements. This course aims to enrich our vision of health in the city, with concepts and tools useful for designing civic spaces at all scales – neighbourhood, city, and larger metropolis.		
Skript	Course material will be provided.		
Literatur	The course material includes a reading list.		
Voraussetzungen / Besonderes	1st priority: MScLA 2nd priority: MScARCH Student limit: 18		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2V</b> <b>M. Gisler</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.		
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.		
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteufeln die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.		
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.		
Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.		
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft
		Persönliche Kompetenzen	geprüft
<b>103-0330-00L</b>	<b>Landscape Aesthetics</b>	<b>W</b> <b>2 KP</b> <b>2G</b> <b>R. Rodewald</b>	

Kurzbeschreibung	Landschaftsästhetik - Theorie und Praxis im Umgang mit der sinnlichen Wahrnehmung von Landschaftsqualitäten. Die Vorlesung umfasst Kurzexkursionen, Theorie- und Praxisvermittlung im Zusammenhang mit ästhetischen Landschaftsqualitäten und deren Entwicklungszielen.			
Lernziel	Kennenlernen der Konzepte der Landschaftsästhetik und Erarbeitung eines Überblicks über die Bedeutung, die Methoden und Anwendungsmöglichkeiten der ästhetischen Landschaftsbewertung und -entwicklung.			
Inhalt	Ästhetische Qualitäten der Landschaften sind schwer zu fassen. Dennoch spielen sie in der Beurteilung von Landschaftsveränderungen eine grosse Rolle. Seit einigen Jahren kommt den wahrnehmungstheoretischen und praktischen Methoden, welche das sinnliche Erfahrungspotenzial von Landschaften verständlich und erfassbar machen, ein wachsendes Interesse zu. Die praktische Auseinandersetzung mit Landschaften und ihren Entwicklungen erfordert ein Kennenlernen der Konzepte "Schönheit" und "ästhetische Wahrnehmung und Bewertung".			
Skript	Rodewald, R., Hangartner M., Bögli, N., Sudau, M., Switalski, M., Grêt-Regamey, A. 2020: Landscape Aesthetics: Theory and Practice of the Sensuous Cognition of Landscape Qualities – Lecture Script			
Literatur	Bourassa, S.C. 1991. The aesthetics of landscape, London Nohl, W. 2015. Landschaftsästhetik heute. Auf dem Wege zu einer Landschaftsästhetik des guten Lebens. Ausgewählte Aufsätze aus vier Jahrzehnten, München Rodewald, R., Gantenbein, K. 2016. Arkadien. Landschaften poetisch gestalten, Zürich Rodewald R, Liechti K. 2016. From Campagna to Arcadia: Changes in the reception of terraced landscapes in art and their practical implications. Annales Series Historia et Sociologia 26(3): 363-374. Wöbse, H. H. 2002. Landschaftsästhetik, Stuttgart			
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lektüre von Bourassa The aesthetics of landscape, 1991, wird erwartet.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
<b>052-0570-24L</b>	<b>Ringvorlesung Entwurf und Architektur: Ein Gebäude W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Fonteyne</b>
	<b>- Scheitern ist eine Option 4</b>			
Kurzbeschreibung	Die Vorlesungsreihe des Instituts für Entwurf und Architektur - im FS24 vermittelt Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Positionen der Lehrenden innerhalb des IEA (Institut Entwurf in der Architektur).			
Lernziel	Die Vorlesungsreihe des Instituts für Entwurf und Architektur - im FS23 vermittelt Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Positionen der Lehrenden innerhalb des IEA (Institut Entwurf in der Architektur).			
Voraussetzungen / Besonderes	Mittwoch 21.2 - HIL E1 18:00 - 19:30 Andrea Deplazes Mittwoch 13.3 - HIL E1 18:00 - 19:30 Florian Sauter Mittwoch 27.3 - ONA E 7 Fokushalle 12:30 - 16:30 Mittwoch 27.3 - HIL E1 18:00 - 19:30 Arno Brandlhuber Mittwoch 24.4 - HIL E1 18:00 - 19:30 Jan de Vylder			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
		Verfahren und Technologien	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
<b>063-0704-24L</b>	<b>Cartographies of Living Systems: A Critical Approach W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Galí-lzard</b>
Kurzbeschreibung	This course will be an introduction to essential aspects of designing with living systems. The lectures will cover a curated list of constructed landscapes that embody a high level of complexity in their composition, systems, and evolution.			
Lernziel	In class and through additional drawing exercises, the students will explore the components of the sites in great detail: their plant communities, infrastructure, management regimes, climatic and geologic contexts, and the larger systems and territories in which they are embedded. Students will be introduced to meaningful landscape projects, and will learn a methodology for understanding the field of landscape architecture and its potential in relationship to the dynamic performance of living things.			
Inhalt	In the lectures, the students will learn about a selection of significant built landscapes that span a range of sizes, ages, and places of origin. The projects will be taught through an analytical framework that prioritizes key landscape elements that are often overlooked in traditional representations of projects. The students will contribute to the course by translating this complexity through drawing exercises. Altogether, the work of the studio will be a critical and comparative study of significant landscape architecture projects, past and present.			
Skript	Course material will be provided.			
Literatur	The course material includes a reading list.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
<b>052-0716-24L</b>	<b>Topology ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>
	<b>P. Urech, M. Vollmer</b>			
Kurzbeschreibung	The elective course "Topology" in the Spring Semester of 2024 will investigate the hidden river Wolfbach in Hottingen, Zürich. We will embark the participants on a terrain between science and art that we will shape through spatial mapping and imagination, adopting different perceptual perspectives supported by technology, literature and history.			
Lernziel	This elective course gives architecture students the opportunity to further develop their perception of space through a site-specific approach in the field of landscape architecture. The students will learn to use 3D point cloud technology and other spatial sensing technologies in order to analyze complex urban landscape and develop new ways of editing and representing these intertwined spaces.			
Inhalt	This course enhances digital literacy for students at D-ARCH and D-BAUG. It builds on a long standing specialization in the spatial exploration of urban landscapes, and integrates digital methods continuously developed at the Landscape Virtualization and Modeling Lab (LVML).			
	Students will become acquainted to working with point cloud models produced with laser-scanning technology. They will learn to use a Terrestrial Laser Scanner to digitalize the site of investigation and reveal its place-specific character, sensory qualities and potential for change. Collected samples from the field will be assembled for interactive audiovisual use in the Laboratory. Through a series of steps, the students will learn how a laser-scanning survey is conducted, how the raw data is processed, how point cloud models are assembled, what qualities these models can provide to analyze, explore and represent space as an audiovisual experience.			
	This understanding will be gained through digital modeling and audiovisual composition. In particular, we will develop a new, comprehensive sectional model of a topologically interesting site situation. All software required is open source and can also be installed on private laptops, facilitating work from home if necessary.			
Literatur	Literature will be provided during the course.			

Voraussetzungen / Besonderes	- The course is limited to 20 students (based on available computer stations) - Students will work in groups of 2 - The lectures will be held in English, assistance in English and German			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
<b>052-0714-24L</b>	<b>Serendipity: Uetliberg Section ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Maximale Teilnehmerzahl: 16</i>			
Kurzbeschreibung	Der Kurs Serendipity: Uetliberg im Schnitt verbindet zwei Forschungsgebiete am Departement Architektur und vermittelt aktuelle Methoden zur Analyse und Dokumentation der bestehenden urbanen Umwelt in 3D Modellen und dem Workflow zur CAD Zeichnung.			
Lernziel	Die Studierenden reflektieren über die Wahrnehmung der städtischen Umwelt und die Methoden, die zur Abbildung und Modellierung des bestehenden Kontexts verwendet werden. Sie diskutieren, wie unterschiedliche Methoden die Art und Weise beeinflussen, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen. Daher werden 3D-Werkzeuge wie Laserscanning und Photogrammetrie vor Ort getestet. Ihre Anwendung im städtischen Kontext und der Arbeitsablauf vom Scan bis zur CAD Zeichnung werden den Studenten vermittelt.			
Inhalt	«Der Grundriss der Stadt Zürich ist gut bekannt. Er wird nicht nur laufend von offiziellen Stellen in Karten oder Plänen erfasst, sondern diente auch in der Vergangenheit immer wieder Architekten und Historikern als Grundlage für die Untersuchung der Stadtentwicklung. Doch wie sieht die Stadt im Schnitt aus? Und welche Erkenntnisse lassen sich daraus ableiten?»			
	Dieser Frage geht das Lehr- und Forschungsprojekt "Schnitt durch Zürich" des Lehrstuhls von Laurent Stalder nach. In diesem Kurs wird als Ergänzung zum bestehenden Material ein Schnitt durch den Uetliberg erstellt. Im Zuge der methodischen Weiterentwicklung werden Methoden des 3D-Laserscannings und der Punktwolkenmodellierung, die am Lehrstuhl von Christophe Girod entwickelt wurden, werden Topographie und Vegetation sowie Wege und Gebäude digital modelliert, in gängige CAD-Software übertragen und in einem topografischen Schnitt wiedergegeben. Die Studierenden werden mit Scannern die Hänge und Wälder des Uetlibergs in Feldarbeit aufnehmen und den Workflow vom Scan bis zur CAD-Zeichnung kennenlernen. Dies kann als Werkzeug für ein besseres Verständnis des bestehenden Kontextes in zukünftigen Projekten Anwendung finden und somit den methodischen Horizont der Studierenden erweitern.			
Skript	- Skripte und Software Tutorials werden während dem Kurs bereitgestellt. - Studierende werden grundsätzlich in Zweiergruppen arbeiten.			
Literatur	Literatur wird während des Kurses bereitgestellt.			
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesungen werden in Englisch gehalten, Diskussionen und Betreuung in Englisch und Deutsch			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	gefördert	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>052-0724-24L</b>	<b>Sociology: The Agrarian Question: From Colonialism to Urban Agriculture</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Schmid, N. Bathla</b>
Kurzbeschreibung	Under 21st-century extended urbanization, architecture and spatial practices are increasingly intertwined with agrarian concerns. This course delves into the intersections of urbanization, architecture, and the agrarian question. It covers historical aspects like land enclosure, colonialism, and primitive accumulation, as well as contemporary topics such as urban agriculture and green initiatives.				
Lernziel	Through this course, participants will cultivate a critical understanding of the agrarian question, its political economy, and urbanization in agrarian territories. Active engagement with recommended literature is expected, encouraging participants to present, discuss, and debate key concepts in urban and environmental humanities. The seminar aims to:				
	1. Foster a critical understanding of agrarian concepts, ecology, environmental humanities, and extended urbanization. 2. Enhance participants' skills in reading, presenting, and debating academic texts. 3. Inspire ideas for architectural and urban practices in agrarian territories.				

Inhalt	<p>The introductory sessions will provide a world-historical perspective on urbanization and the agrarian question by examining land settlement during colonialism, revolutions and counter-revolutions in the global countryside. Subsequent sessions will delve into food sovereignty, food regimes, urban farming, and the future of food. Land and labor will be explored through themes such as global depeasantization, migration, land enclosure, and primitive accumulation. The contemporary intersections of the agrarian question and urbanization will be investigated through global supply chains, carbon forestry, and urbanism in agrarian territories.</p> <p>Each thematic session will include recommended readings, podcasts, or lectures. Participants will present short group presentations based on these materials, followed by moderated discussions.</p> <p>Sessions:</p> <p>22.02 Urbanisation and the agrarian question in the 21st century What is agrarian question and how is it relevant under 21st century urbanisation.</p> <p>29.02 Colonial wastelands, settlement, and improvement This session will explore the colonial project of settling wastelands for agriculture in order to turn them productive and revenue generating. It will explore the infrastructures and ecological violence colonial wasteland settlement entailed.</p> <p>07.03 Nature? This session will explore the production of nature and its deep entanglement with agrarian metabolism and urbanisation.</p> <p>14.03 Food and the agrarian question: food sovereignty, hunger, and the future of food This session will explore the concept of agroecology which has been proposed as a solution to the intersectional food, climate, and biodiversity crisis. The session will explore and evaluate the diversity of paradigms that have emerged under the umbrella agroecology.</p> <p>28.03 More-than-human agrarianisms This session will explore the 'more-than-human' ecology of agriculture. How soils are made and unmade, how assuming a more-than-human lens can allow us to see and imagine landscapes otherwise. Guest lecture by Luke Harris</p> <p>11.04 Agrarian Urbanisms This session explores concepts of landscape urbanism that have been applied to the study of agrarian territories as hybrid or in-between, and surveys the long-legacy utopias of agrarian urbanism.</p> <p>18.04 Land enclosure, fallows, and human-non-human conflict This session surveys how agrarian land has been subjected to intense forms of enclosure historically and under 21st century urbanisation. It further explores how these enclosures often result in human-non-human conflict.</p> <p>25.04 Feminist agriurbanism This session explores the links between urbanisation and intense depeasantisation in the global countryside, and the historic and ongoing suppression of wages of women and migrants workers that has upheld this condition.</p> <p>02.05 Improvement: Energy, nature, and the climate This session explores historical and ongoing narratives around improvement of agriculture. From translocation and improvement of species to the ongoing enclosure of agrarian land and commons through greening programs and in the name of green-energy transition and climate action. Guest Lecture by Camila Medina Novoa</p> <p>16.05 Urban and regenerative agriculture This session explores the rise of the urban agriculture paradigm as a sustainable alternative for localising food production and urban metabolism and urban agriculture's inherent contradictions and limitations. Guest Lecture by Stefan Laxness</p>
Skript	<p>A seminar reader will be provided to the participants at the start of the semester.</p>

Literatur

Ecological crises and the agrarian question in world-historical perspective  
 JW Moore - Monthly review, 2008  
 Surveying the agrarian question (parts 1 & 2): current debates and beyond.  
 AH Akram-Lodhi, C Kay - The Journal of Peasant Studies, 2010  
 Chapter II - Improvement, in Wasteland: A history. Vittoria Di Palma - Yale University Press, 2014.  
 Nature and the extended city: Wasteland governmentality. Nitin Bathla

Infrastructures of "Legitimate Violence": The Prussian Settlement Commission, Internal Colonization, and the Migrant Remainder.  
 Hollyamber Kennedy - Grey Room, 2019  
 Cloud over Chicago: Nature's Metropolis. William Cronon.

Gridded Lives: Why Kazakhstan and Montana are nearly the same place. Kate Brown.

Agri-Food Systems and the Anthropocene. Emily Reisman & Madeleine Fairbairn

The Long Green Revolution. Raj Patel - The Journal of Peasant Studies, 2013.

"Without feminism, there is no Agroecology." Global Network for the Right to Food. Right to Food and Nutrition Watch: Women's Power in Food Struggles. Iridiani Graciele Seibert, Azra Talat Sayeed, Georgieva Zdravka, and Guerra Alberta. Germany: FIAN International 11 (2019).

Lenora Ditzler, and Driessen Clemens. "Automating Agroecology: How to Design a Farming Robot Without a Monocultural Mindset?." Journal of Agricultural and Environmental Ethics 35, no. 1 (2022): 1-31.

Mandatory reading: Caring for soil life in the Anthropocene: The role of attentiveness in more-than-human ethics, Anna Krzywoszyńska.

Dancing with wolves: Making legal territory in a More-than human world. Sanna Ojalampi, Nicholas Blomley.

Plantationocene: a vegetal geography. Maan Barua.  
 Agrarian urbanism and the aerial subject. Charles Waldheim

The Emergence of Desakota Regions in Asia: Expanding a Hypothesis  
 TG McGee, Implosions/Explosions, 2015.

Geographies of ruralization. Jamie Gillen, Tim Bunnell, Jonathan Rigg

Urbs in rure: Historical enclosure and the extended urbanization of the countryside.  
 Alvaro Sevilla-Buitrago. In Implosions/explosions (pp. 232-259). JOVIS Verlag GmbH.

The land question: special economic zones and the political economy of dispossession in India. M Levien - The Journal of Peasant Studies, 2012.

Transhumance urbanism: Inhabiting material incompleteness under extended urbanization. Nitin Bathla.

Colonization of women and nature: Social origins of the sexual division of labour. Maria Mies.

Food as an urban question, and the foundations of a repFood as an urban question, and the foundations of a reproductive, agroecological, urbanism. Chiara Tornaghi and Michiel Dehaene.

Feminism and the Politics of the Commons in an Era of Primitive Accumulation in Re-enchanting the World, Silvia Fedrici

"Wind parks in post-crisis Greece: Neoliberalisation vis-à-vis green grabbing." Zoi Christina Siamanta - Environment and Planning E: Nature and Space 2, no. 2 (2019): 274-303.

The sun and the scythe: energy dispossessions and the agrarian question of labor in solar parks. Ryan Stock & Trevor Birkenholtz.  
 Mandatory Reading: Ways of (un)knowing landscapes: Tracing more-than-human relations in regenerative agriculture. Galina Kallio, Will LaFleur.

Radical, reformist, and garden-variety neoliberal: coming to terms with urban agriculture's contradictions. N McClintock - Local Environment, 2014

Chapter 5 - City and Country, in Sitopia: How can food save the world. Carolyn Steel - Chatto & Windus, 2020

Podcasts and films:  
 Episode 177: Nathan McClintock on Urban Agriculture and gentrification by Heritage Radio Network  
 Vandana Shiva on the agroecology solution for climate change, the biodiversity crisis, and hunger. Mongabay Podcast. 2022  
 EP17 - The Agrarian Question in the 21st Century ft. A. Haroon Akram-Lodhi  
 Introduction to Political Economy.

Kompetenzen	Watch: <a href="https://vimeo.com/user17878023">https://vimeo.com/user17878023</a>			
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
	Kritisches Denken		gefördert	

<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann, M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.				

Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.		
	Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.		
Inhalt	Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.		
	Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.		
	Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

### ► Vertiefungsfächer

*Die Vertiefungsfächer sind frei wählbar und bieten den Studierenden die Möglichkeit, in bestimmten Bereichen der Landschaftsarchitektur vertiefte Kenntnisse zu erwerben.  
Die Einzelheiten für die Leistungskontrollen sind in Art. 27 geregelt.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>061-0118-00L</b>	<b>Landscape Acoustics ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. M. Schütz</b>
Kurzbeschreibung	Landscape Acoustics describes an integrated design practice linking acoustic qualities to spatial concepts and material elements of landscape architecture. Introduction to the physical, theoretical, social and ecological foundations of landscape acoustics. Application examples and practical introductions to the current techniques and methods of soundscape analysis and environmental sound design.				
Lernziel	This course covers basic theoretical and technical notions of sound as related to outdoor environments combining physical, perceptual, social and ecological knowledge. The course aims to raise awareness of acoustics as a multifaceted landscape perception and design constituent and empower students to become actors on acoustic landscape quality.				
Inhalt	Landscape Acoustics describes an integrated design practice linking acoustic qualities to spatial concepts and material elements of landscape architecture. It attaches equal importance to the production, propagation and perception of sound, considering a meaningful auditory relationship between people and their environment.				
	The course covers basic theoretical and technical notions of sound as related to outdoor environments. It introduces a holistic sonic landscape understanding combining physical, perceptual, social and ecological approaches. Through case studies from different epochs and cultures, the course raises awareness of acoustics as a multifaceted landscape perception and design constituent. Practice workshops and applied exercises – including field recording techniques and the use of the Audiovisual Room for spatial project elaboration and simulation – allow students to explore tools and methods for environmental sound analysis and design and become actors on acoustic landscape quality.				
	The course includes weekly theory and design inputs and a two-day hands-on workshop. Listening exercises and applied acoustics demos encourage students to dive into sonic landscape experience and adopt the theoretical course contents in an intuitive and empirical way. These observations are then processed into a site-specific semester thesis and sound design project. The final oral presentations take place on the day of the last course date.				
Skript	A handout with detailed information will be presented during the first course meeting. Handouts and a reading list will be provided.				
Literatur	During the semester, students will have access to audio recording equipment and to the AudioVisual Room workstations. The course material includes handouts with reading excerpts and a reading list.				



Voraussetzungen / Besonderes	The course includes weekly theory and design inputs and a two-day hands-on workshop.				
	Course structure - overview:				
	19.02.2024, 13h45-14h15: Introduction				
	26.02.2024, 13h45-14h15: Theory Input				
	04.03.2024, 13h45-14h15: Theory Input				
	09.-10.03.2024: Practice workshop: field recording & lab work				
	11.03.2024, 13h45-14h15: Design Input				
	08.04.2024, 13h45-14h15: Design Input				
	29.04.2024, 13h45-14h15: Feedback and support for semester work finalization				
	13.05.2024, 13h45-14h15: Final presentations (semester work submission)				
	The number of participants is limited to 18 students (due to the limited number of sound recording devices and the number of workstations in the AudioVisual Room).				
	Depending on the number of participants, students will work in groups of two or three.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.				
	They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.				
	They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another				
Inhalt	A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.				
	The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".				
	The lecture series is divided as follows:				
	- General presentation				
	- Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc.				
	- Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.				
Skript	For each lecture slides will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.				
	No lecture will be given during Seminar week.				
<b>101-0259-00L</b>	<b>River Restoration ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>V. Weitbrecht, S. Knecht-Hipp, M. Mende, J. van der Meer, C. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Based on enhanced understanding of river morphodynamics and the ecosystem of riverscapes, the course introduces different river engineering techniques. It copes with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection...) towards riverscapes in modern society.				
	The students work on a project study with the goal of restoring a given river section.				
Lernziel	During this course, the students learn how to				
	- describe the most important relations in river morphodynamics and their impact on the ecosystem of riverscapes				
	- elaborate solutions within river restoration, dealing with the different societal expectations towards riverscapes.				
	- deal with personal, social and technical obstacles in the planning of a river restoration project.				

Inhalt	River restoration aims to reestablish near natural processes in riverscapes to increase habitat quality and biodiversity. Based on enhanced understanding of river morphodynamics, the course introduces different engineering techniques with focus on sediment transport processes and flood protection. In addition, the course aims to cope with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection, nature protection...) towards riverscapes in modern society.				
	During the semester, the students work on a project study with the goal of restoring a river section with a certain focus topic. It follows a student-centered approach, with field trips, a role play and interactive coaching sessions together with river restoration experts from engineering practice.				
Skript	No lecture notes				
Literatur	Literature recommendations are given during the semester				
Voraussetzungen / Besonderes	Highly recommended as a technical preparation: River Engineering (Course 101-0258-00L, Autumn Semester)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>061-0122-00L</b>	<b>Entwerfen mit Pflanzen III</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Mehrheit der derzeit existierenden fremde Baumarten wurden zwischen dem 17. und dem 19. Jahrhundert in Europa eingeführt und haben somit neue landschaftsarchitektonische Typologien mitverursacht. Die Vorlesung bietet einen Überblick über diesen Pflanzenarten sowie einen Ausblick auf deren Potenziale in einer sich schnell verändernden klimatischen Situation.				
Lernziel	Die Ursprünge der aktuellen Vielfalt europäischer Pflanzenarten und ihre Zusammensetzung reichen weit zurück. Doch aufgrund des Klimawandels und der vom Menschen verursachten Prozesse haben viele Ökosysteme nicht mehr genügend Zeit sich den schnellen Veränderungen anzupassen, was ganze Ökosysteme gefährden kann.				
	Ziel der Vorlesung ist es, eine Bestandsaufnahme der häufigsten in europäischen Wäldern sowie in Arboreten und botanischen Gärten vorkommenden gebietsfremden Pflanzenarten durchzuführen sowie deren Bestandesumfang, geografische Verbreitung und geografische Herkunft zu analysieren.				
Inhalt	Im Mittelpunkt dieses Kurses steht die Erweiterung der Artenkenntnis zur nicht-heimischen Flora. Dieser Kurs baut auf dem Modul 5 „Entwerfen mit Pflanzen I und II“ auf. Daneben werden die Studierenden durch theoretische und konzeptionelle Vorlesungen unterstützt. Dadurch erweitern sie ihr botanisches Wissen, welches in den Entwürfen fachgerecht integriert werden kann. Die Konzepte werden anhand von umgesetzten Beispielen illustriert und diskutiert, damit die theoretischen Grundlagen ideal mit der Praxis verknüpft werden können.				
Skript	Die Notizen werden während des Kurses verteilt. Zusätzliche Unterlagen werden auf dem Studentenserver zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die für die Prüfung relevante Literatur und Inhalte werden während des Kurses angegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es wird eine Tagesexkursion am Samstag für die Pflanzenkenntnisse stattfinden. Entsprechend werden die Vorlesungstermine am Donnerstag reduziert.				
<b>103-0570-00L</b>	<b>Urban Planning and Urban Policy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations by making use of planning approaches and policy instruments.				
Lernziel	Overall learning goal: Students can describe and explain the problems that arise in dense urban settings and they can analyze and compare how cities plan for and react to these urban problems through planning and policy-making Learning objective 1: Students can explain and infer what kind of problems emerges in cities Learning objective 2: Students discover and analyze different urban policy sectors Learning objective 3: Students can compare and evaluate different types of urban planning and policy-making approaches				
Inhalt	Description of content (max 4000 characters): In this course, we cover the following topics: - Urbanization and urban governance - Urban planning and policy - Densification and urban development - Gentrification - Affordable Housing - Public spaces - Gender-sensitive planning - Transportation - Smart cities - Climate change - Economic development - Platform economies - Security - Migration policies - Urban sustainable development				
	We approach each topic by a mix of in-class discussions of one mandatory reading, inputs from the lectures, oral presentations of students as well as written reflections by students.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Problemlösung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement				gefördert
		Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				geprüft
		Sensibilität für Vielfalt				geprüft
		Verhandlung				geprüft
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft
<b>061-0124-24L</b>	<b>Landschaften und Gärten als kulturelles Erbe. Erforschen, Bewahren, Entwickeln ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>		<b>D. Richter</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung vermittelt Kenntnisse dazu, wie Landschaften und Gärten als kulturelles Erbe bewahrt sowie in Entwurf und Planung angemessen berücksichtigt werden können.					
Lernziel	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu Gegenstandsbereich, Zielen, Begriffen, Institutionen und gesetzlichen Grundlagen der Gartendenkmalpflege. Sie lernen aktuelle Problemstellungen sowie Methoden zur Erforschung, Bewahrung und Entwicklung von historisch bedeutsamen Freiräumen und Kulturlandschaften kennen. Ziel ist es, ein Verständnis für die Berücksichtigung von wertvollen Strukturen und Beständen der Landschaftsarchitektur im Entwurfs- und Planungsprozess zu entwickeln.					
Inhalt	Zeugnisse der Landschaftsarchitektur wie Parks, Gärten, Plätze und Alleen sind einem ständigen Wandel unterworfen. Da sie vornehmlich aus Pflanzen bestehen, sind sie im Vergleich zu Bauwerken besonders fragil. Ähnlich einem Pergament, von dem der Text immer wieder abgeschabt und überschrieben wird, können Gartenkunstwerke vielschichtige Bedeutungsträger sein. Ästhetische Paradigmen, gesellschaftliche Bedingungen, Wertvorstellungen, das Verständnis für Raum und Zeit oder die Vorliebe für bestimmte Pflanzenarten schreiben sich in sie ein.					
	Die Lehrveranstaltung führt in den Gegenstandsbereich, die Ziele, Begriffe, Institutionen und gesetzlichen Grundlagen der Gartendenkmalpflege ein. Anhand von Beispielen werden aktuelle Problemstellungen erörtert sowie Methoden zur Erforschung, Bewahrung und Entwicklung von historisch bedeutsamen Freiräumen und Kulturlandschaften vermittelt. Nach der Erarbeitung einer theoretischen Basis erforschen die Studierenden im Praxisteil des Kurses selbständig einen Park, Garten oder Platz. Sie lernen die verschiedenen Schichten eines Ortes zu lesen, seine Geschichte aufzudecken und seinen Wert in Hinblick auf die künftige Entwicklung darzustellen. Die Erkenntnisse dieser Spurensuche werden textlich, zeichnerisch und fotografisch dokumentiert und in einem Gutachten zusammengefasst.					
	Der Kurs bietet eine Plattform für den fachübergreifenden Austausch zwischen Studierenden des MSc in Landschaftsarchitektur und des MSc in Architektur. Gastbeiträge eröffnen einen Rahmen für den vertieften Diskurs.					
Skript	Unterrichtsmaterialien werden im Kurs zur Verfügung gestellt.					
Literatur	Die Unterrichtsmaterialien enthalten eine Literaturliste.					
Voraussetzungen / Besonderes	Exkursion (obligatorisch): Samstag, 04. Mai 2024, ganztags					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung				geprüft
		Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Sensibilität für Vielfalt				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft
<b>061-0154-24L</b>	<b>Regenerative Practices for Exhausted Landscapes</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>		<b>T. Galí-lzard, S. Breit, B. K. Walker</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to a range of landscape practices that regenerate soil health and enhance biological integrity through the research of five projects in a range of climatic and geographical conditions. Through the lens of each site, traditional and pioneering approaches in designing with living systems will be critically discussed.					
Lernziel	Through the lectures, students will learn about key parameters for designing landscapes with the goal of regeneration, as well as gain perspective on ecological topics including succession, disturbance, and management. Additionally, the course will examine the potentials and challenges of these practices to influence landscapes at a territorial scale. Through the design interventions, students will explore a methodology for exploring the potential of living systems in a particular context through the act of maintenance.					
Inhalt	The course will be composed in two parts: a series of lectures and a series of field sessions at the Garden of the 21st Century at Hönnggerberg. The lectures will introduce key regenerative practices for five sites in varying climatic and ecological contexts. Each site is a Garden of the 21st Century, a collection of projects within the Chair of Being Alive that are located in Switzerland, Spain, Chile, and the United States. In parallel to the lectures, students will design and maintain their experiments at the garden in Hönnggerberg and catalogue their investigations in a journal throughout the semester.					
Skript	The course material will be provided in the form of a reader. The reader includes a reading list.					
Voraussetzungen / Besonderes	Students of this course must be enrolled in the MScLA program					

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				
Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.				
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Major aspects of urban development</li> <li>•The Subsurface as the final frontier</li> <li>•Historical approaches to underground space development</li> <li>•Urban sustainability aspects</li> <li>•Modelling and mapping the underground</li> <li>•Policy building and urban planning</li> <li>•Design and architecture -creating a new urban tissue</li> <li>•Constructability of underground spaces</li> <li>•Future cities -resilient cities</li> <li>•Governance and legal challenges</li> <li>•Investment aspects and value capture</li> <li>•Future proofing our infrastructure</li> <li>•Best practice of underground space use</li> <li>•Excursion to underground facility (if possible)</li> <li>•Guest speakers on relevant topics</li> </ul>				
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentation slides</li> <li>•Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiraal, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3</li> <li>•Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos</li> <li>•Material from guest presenters</li> <li>•See also link "learning materials"</li> </ul>				
Literatur	various articles and books will be recommended during the course  please see also weblinks "learning materials"				
<b>102-0838-00L</b>	<b>Water Supply, Sanitation and Waste Infrastructure and W Services in Developing Countries</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Strande</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to water supply, excreta, wastewater and solid waste management in developing countries. Highlights links between infrastructure, services and health, resource conservation and environmental protection. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas.				
Lernziel	Students receive an introduction to issues of water supply, excreta, waste water and solid waste management in developing countries. They understand the connections between water, wastewater and waste management, health, resource conservation and environmental protection. Besides, they learn how water supply, wastewater and solid waste infrastructure and services can be combined and improved, in order to achieve the development policy goals in terms of disease prevention, resource conservation, and environmental protection.				
Inhalt	Overview of the global health situation, water supply, and liquid and solid waste management situation in developing countries. Technical and scientific fundamentals of water supply, sanitation and solid waste management. Material flows in water supply, sanitation and waste management. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas. Exercises: students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management.				
Skript	Course notes and further reading will be made available on the ETHZ Moodle portal.				
Literatur	The selected literature references will be made available on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management. The case study work will be marked (1/3 of final grade). Written Semesterendprüfung of 90 min (counts for 2/3 of final grade)				
<b>751-2102-00L</b>	<b>History of Food and Agriculture</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Aerni</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about the history of food and agriculture is crucial to understanding the emergence of modern agriculture and public resistance to industrial farming. The lecture discusses the evolution of agriculture and its impact on social structures, human health and the environment from an anthropological, a cultural, a political and a technological point of view.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to become familiar with the milestones of the history of food and agriculture</li> <li>- to understand innovation in agriculture as one of the major forces of change in the history of mankind</li> <li>- to learn how perceptions, politics and policies in food and agriculture are shaped by social, technological and environmental change</li> <li>- to be able to embed the current debate on the food crisis and climate change into a historical context</li> </ul>				

Inhalt	<p>This lecture starts with the Neolithic revolution and its cultural and environmental impact on humankind. In this context, it will discuss the transition from hunter-and-gatherer societies to societies that rely more upon the domestication of nature (agriculture and pastoralism) (Keeley 1996, Diamond 1999).</p> <p>The various forms of domestication of plants and animals and their economic, political and environmental implications for society will be discussed using examples from different parts of the world (Stone et al.2007).</p> <p>The emergence of civilization based on agrarian law will be discussed by using the example of the Roman Republic and later the Roman Empire (Weber 1891, Love, 1996).</p> <p>Subsequent innovations such as the three-field system in medieval times, the introduction of new plants and animals during the colonial period, and scientific and technological breakthroughs in plant breeding, agricultural practices and food preservation in the 19th century gave a major boost to agricultural productivity, food availability and agro-biodiversity. These prior developments also laid the foundation for industrial agriculture at the beginning of the 20th century (Kingsbury 2009). The global implications resulting from change in food preferences and agricultural innovation will be illustrated by using selected examples of innovations in food and agriculture (Braudel 2002, Pendergast 2010).</p> <p>Public resistance to industrial agriculture manifested itself in the early 1920s with counter-movements such as biodynamic farming (Kingsbury 2009) but also with organized lobbying groups that fought against change caused by refrigeration and cheap food (Freidberg 2009). Applying science to plant and animal breeding also caused a cultural divide in biology departments at universities between those who changed nature (plant breeders) and those who wanted to preserve it (botanists, ecologists).</p> <p>The period during and after the two World Wars changed the business of agriculture entirely. Food security became a matter of national security and thus justified state intervention on all levels in the production of food from farm to fork. This also helps explain why the Green Revolution was largely a public sector initiative that cared more for productivity increases on the supply side than for consumer preferences on the demand side (Aerni 2007). After the end of the Cold War, attention shifted from the supply side to the demand side and thus from food security to food safety.</p> <p>Food safety concerns were largely due to distrust of industrial agriculture and this led to major policy shifts in the way agricultural subsidies and resources were allocated and how food safety was managed and monitored. While the public sector largely withdrew from investing in productivity-related agricultural research, the private sector started to invest more. This led to the growing need to engage again in public-private partnership, as had been the case in the 19th century. Despite the Agreement on Agriculture of the World Trade Organization, agricultural trade remains highly restricted and the growing vertical integration of the food supply chain tends to concentrate market power with global retailers. They have designed private standards that are meant to protect consumers from unsafe food and promote good agricultural practices abroad, as well as ethical trade. Yet, the increasing importance of south-south trade in agriculture and the global food crisis might again shift more power back to producers (Aerni 2009).</p>		
Literatur	<p>Aerni P (2023) COP-27: A great opportunity to address the double crisis of food security and climate change—and for the EU to re-align its farm to fork strategy. <i>Frontiers in Environmental Economics</i>, 1082869.</p> <p>Aerni, P. (2021) 'The ethics of farm animal biotechnology from an anthropological perspective'. <i>Sustainability</i> 13(7), 3674.</p> <p>Aerni, P. (2021) Exploring the roots of the old GMO narrative and why young people have started to ask critical questions. A. Riccoch et al. (eds) <i>Plant Biotechnology</i>. Springer:277-304.</p> <p>Aerni, Philipp (2011) Food Sovereignty and its Discontents. <i>ATDF Journal</i> 8(1/2): 23-49.</p> <p>Aerni, Philipp (2009) What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. <i>Ecological Economics</i> 68(6): 1872-1882.</p> <p>Appiah, A. K. (2002) Digging for Utopia: A review of 'The Dawn of Everything by David Graeber and David Wengrow. <i>New York Review of Books</i>: 80-82.</p> <p>Boserup, E. (1981) <i>Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Braudel, Fernand (2002) <i>The Wheels of Commerce. Civilization and Capitalism 15th -18th, Volume II</i>. Phoenix Press, London.</p> <p>Cook, Harold (2008) <i>Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age</i>. Yale University Press, New Haven.</p> <p>Fagan, Brian (2001) <i>The Little Ice Age: How Climate Made History</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Diamond, Jared (1999) <i>Guns, Germs and Steel</i>. Norton, New York.</p> <p>Freidberg, Susanne (2009) <i>Fresh: A Perishable History</i>. Harvard University Press, Cambridge, MA.</p> <p>Freidberg, S. (2007). Supermarkets and imperial knowledge. <i>Cultural Geographies</i>, 14(3): 321-342.</p> <p>Herrlinger, C. and Kock. M. (2016) Biodiversity Laws: An Emerging Regulation on Genetic Resources or 'IP on Life' through the backdoor. <i>Bioscience Law Review</i> 13(4): 119-131.</p> <p>Kingsbury, N. (2009) <i>Hybrid: the History and Science of Plant Breeding</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Love, John (1986) <i>Max Weber and the Theory of Ancient Capitalism</i>. <i>History and Theory</i> 25(2): 152-172.</p> <p>Morgan, Dan (1979) <i>Merchants of Grain: The Power and Profits of the Five Giant Companies at the Center of the World's Food Supply</i>. iUniverse, Inc: Lincoln, NE</p> <p>Pendergast, M. (2010) <i>Uncommon Grounds: The History of Coffee and how it transformed our World</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Standage, T. (2009) <i>An Edible History of Humanity</i>. Walker &amp; Company, New York.</p> <p>Tauger, M. B. (2011) <i>Agriculture in World History</i>. Routledge, New York</p> <p>The Economist (2008) <i>Hunters and Gatherers: Noble or Savage</i>. Dec. 19th.</p> <p>The Economist (2021) <i>An Economic History of Restaurants</i>. Dec. 18th.</p> <p>The Economist (2022) <i>The Anthropocene Nitrogen Circle: The Wobbly-Wobbly Circle of Life</i>. Dec 14th</p> <p>Walter, J. and Schofield, R. (1991) <i>Famine, disease and social order in early modern society</i>: Cambridge University Press.</p> <p>Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>, 112(11), 3191-319</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The 2-hour course will be held as a series of lectures. The course materials will be available in form of an electronic Reader at the beginning of the semester.</p> <p>The class will be taught in English.</p> <p>Students will be asked to give a (a) presentation (15 Minutes) or write a review paper based on a article selected from the electronic script, and (b) they will have to pass a written test at the end of the course in order to obtain 3 credit points in the ECTS System. In the final mark (a) will have a weight of 40% and (b) 60%.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p>	<p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p>

<b>078-0203-00L</b>	<b>Urban Ecology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Küffer Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	<p>Green cities and nature-based solutions have become central themes of architecture and territorial planning. The course enables students to apply ecological thinking to urban design.</p>				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students get introduced to the thinking of ecologists and the basic concepts of ecology and evolution to be able to approach design and planning questions from an ecological perspective and to interact with ecologists.</li> <li>• The city is introduced as an ecological system and the key elements of urban ecology are discussed.</li> <li>• The relevance of ecological and evolutionary processes and patterns for urban design and planning are discussed based on contemporary real-world examples.</li> <li>• The intersections between ecological science and new philosophical concepts of relevance to urban design are explored, e.g. Anthropocene, biophilic design, species coexistence, or animal-aided design.</li> </ul>		
Inhalt	We will extensively discuss applications of ecological principles in urban planning and design projects, and highlight timely topics such as Anthropocene, biophilia, rhizomatous networks of plant roots and fungi hyphen, or wilderness vs. ecological design. Based on the fundamentals from ecological science and evolutionary biology we aim to understand the ecological characteristics of urban systems from city centres to metropolitan areas and across different land uses (agriculture, forestry, recreational, infrastructures, buildings, urban greenspaces). The module is structured along five levels of biological organisation: genes and populations (evolution), physiology and adaptations, species interactions and communities (biodiversity), ecosystem ecology, and landscape ecology.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ► Entwurfsstudios

*Die Entwurfsstudios behandeln problem- und praxisbezogene Aufgabenstellungen auf lokaler, regionaler, überregionaler, nationaler wie internationaler Ebene. Die Vermittlung digitaler Analyse-, Entwurfs- und Planungsmethoden.*

### ►► Grundlagenstudio I und II

- Grundlagenstudio I: Grundlagenkenntnisse

- Grundlagenstudio II: Entwurfsaufgaben im Kontext der zeitgenössischen Landschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
061-0142-24L	<b>Foundation Studio II ■</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>16U</b>	<b>M. Voser</b>
Kurzbeschreibung	<b>ENTWERFEN VON NEUEN LANDSCHAFTSSTRUKTUREN</b> Das Semester stellt die Frage nach exemplarischen Klimaadaptationen der Schweizer Kulturlandschaft und nach neuen Wegen im Umgang mit Infrastrukturprojekten.				
Lernziel	<b>LANDSCHAFTEN ENTWERFEN</b> Primäres Ziel des Studios ist das Projektieren von Landschaft. Dies bedingt das stete Oszillieren zwischen territorialen Beziehungen und lokalen Aktionen – zwischen Landschaftsraum und Ort.				
	<b>SYSTEMISCH DENKEN</b> Die Landschaft konstituierenden Elemente wie Boden, Wasser und Vegetation sind in sich systemisch und beeinflussen sich gegenseitig. Aufgrund der Dynamik dieser Ebenen verändern Landschaften ihre Dimension und ihren Charakter mit den Zyklen und der Zeit. Entwerfen von Landschaft bedeutet folglich auch das Denken in und das Entwerfen von Systemen und Prozessen.				
	<b>WEITERENTWICKLUNG EINES LANDSCHAFTSVOKABULAR</b> Das 'Lesen' einer Landschaft, ihrer raumbestimmenden Elemente und der sie formenden Prozesse und Kräfte steht ebenso im Fokus der Lehre wie das Entwerfen von Landschaftsräumen mittels Topografie, Wasser und Vegetation. Eine intensive Auseinandersetzung mit unserem Verständnis von Landschaft und unserem Verhältnis zur Natur geht mit dem Semester einher.				
	<b>METHODE ZUM ENTWERFEN VON UND MIT PROZESSEN</b> Um der Komplexität von Territorium und Aufgabe gerecht zu werden verfolgen wir die iterative Entwurfsmethode. Diese pendelt zwischen Entwerfen und Analysieren und zwischen grossen und kleinen Massstäben hin und her. Das Entwickeln einer Haltung, das Herauskrystallisieren der projektspezifischen Themen und das Wählen der entsprechenden Entwurfsmittel gehören dabei ebenso zum Arbeitsprozess wie das Entwerfen der Transformationsprozesse.				
Inhalt	<b>PROTOTYPISCHE FALLSTUDIEN ZUR KLIMAADAPTION DER SCHWEIZER LANDSCHAFT</b> Anhand von konkreten im Raum stehenden Fragestellungen wie z.Bsp. Bergsturzrisiken oder geplante Tunnelprojekte werden neue innovative Wege im Umgang mit Naturereignissen und Infrastrukturprojekten entworfen – immer auf der Suche nach vielschichtigen Mehrwerten für Mensch, Flora und Fauna. Parallel zum Landschaftsentwurf lernen die Studierenden, Landschaftsarchitektur als eines der Instrumente kennen, mit denen heutige Fragestellungen beantwortet werden können. Denn diese verlangen immer mehr nach unterschiedlichen Antworten - das systemische Denken, das Gestalten von Prozessen, das Annehmen von Veränderung und ein differenziertes Landschaftsvokabular sind Voraussetzungen dazu.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
				Kritisches Denken	gefördert
				Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ►► Vertiefungsstudio

*Komplexe Entwurfsaufgaben unter Einbezug gesellschaftlicher, topographischer, hydrologischer und ökologischer Fragestellungen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
061-0144-24L	<b>Advanced Studio ■</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>16U</b>	<b>F. Persyn</b>
Kurzbeschreibung	The studio will focus on developing new readings of the site, which we will approach through four abstract worlds: the house, the field, the tower and the mount, with the guidance of four experts. We will build imaginaries and mythologies around these, which will then be translated into physical artefacts and iconographies.				
Lernziel	Develop an understanding of complex territorial transformation processes and their implications for human and non-human entities.				
	Engage with a given site through a 1:1 approach. First-person research, which consists of carefully listening to and understanding a set of actors that are relevant to a given ecosystem.				
	Acquire critical thinking tools and an understanding of current critical discourses concerning issues such as resource extractivism, ecology, public space, gender and postcolonial theory. Develop language and communication tools that allow for precise argumentation and positioning.				
	Develop design tools and strategies to articulate agency, intervene within the entanglement of urban spaces and relations, and trigger change. Find powerful, clear and adequate means of representing the work through different media. Curate and present the outcome in a meaningful way, so that it acquires an agency of its own.				
	Contribute to establishing a vivid and stimulating collaborative studio culture. Learn how to take part and communicate in collective debates and discussions. Bring forward ideas, suggestions and inputs to the group. Take responsibility for organising collective studio endeavours, such as the Reading Club, the collective lunches or the Design in Dialogue Sessions.				
Inhalt	Work in four dimensions: understand the interplay between space and time and learn to navigate and activate different temporalities. Mountains have moved. The Winterslag coal mine is located in the Belgian town of Genk. It was the first of seven coal mines established in the region of Limburg shortly after the discovery of the first hard coal seam in 1901, which led to the start of a coal rush and almost 100 years of deep coal mining in the Kempen Plateau. It is an example of a large-scale and, in geological terms, fast resource extraction and displacement process. The human-led activities related to the extraction and processing of coal have had an enormous impact on the territory, altering geological layers, soils, bodies of water and vegetation in a relatively short period of time compared to the slower sedimentation processes that date back to the Carboniferous period, more than 300 million years ago. The extraction of coal drastically changed the landscape around Genk. A whole new city was built for the workers, transportation and communication networks were established, rivers were canalised, and entire landscapes were drained and made productive. Mining has not only left underground and above-ground traces but has also structured societies and cultures around its economy. In the 1950s, employment peaked with 44.000 workers in the Limburg region. Many migrants arrived from Italy, Greece, Portugal, Morocco, Turkey and other places, escaping the collapsing postwar economies in their home countries to work for a promising yet hazardous industry. The former non-productive landscape was thereby transformed into an urban one and integrated into a global capitalistic system of resource extraction that nevertheless brought wealth and development to the region and its new inhabitants as well. The "terril", a giant slag heap, arose then out of the coal processing waste. Today, the artificial mountain stands, together with the factory and the cité, as a silent monument to the earth's plundering and multigenerational trauma, as well as to the collective work and effort of the mine workers. Mountains might move again. Unearthing as a method. Almost two decades after the closure of the Winterslag mine in 1988, the vast complex, consisting of industrial and administrative structures, was converted into a hub for the creative industries, C-mine, an attempt to introduce other types of economies in the area. It brings together a theatre, cinema, gallery spaces, an art school, heritage organisations, and various companies. The question remains, however, of how to handle the site's legacy. Coal mines have ceased to operate in the entire Limburg region. However, coal-based energy still amounts to a fifth of Europe's energy production and is now fueled by the gas shortage and the closing down of nuclear power plants. Historically, the coal economy has had a significant impact on the continent's wealth and development and the early construction of the European project, which started as the European Coal and Steel Community. More generally, resource extraction is a colonial reality in many other places and a practice to which the construction of our cities is still indebted. This semester, we propose to unearth. To carefully reveal what might have been overlooked. Our practice could be a way to dig up and lay bare the structures that have contributed to a damaged world in need of rebalancing and repair and the histories that have been neglected along the way, thinking with and beyond extractive capitalism. Like this, we might start moving mountains. Further, we will review the role of C-Mine as a cultural actor and discover new potentials within it. We will unveil new ecological and cultural potentialities by looking at Winterslag not only as a cultural node but as a landscape, a territory, a settlement, and a community. We might start by being attentive and observing the site's delicate and intricate networks, not to overlook other potential emerging worlds.				
Literatur	A literature list will be made available at the beginning of semester.				

Voraussetzungen / Group work only  
Besonderes

Introduction: 20.02.2024, 9:00, DiD Lab, ONA  
Intermediate Crits: 26/27.3.2024; 30.4.2024  
Final Crits: 28/29.05.2024

Kompetenzen	Extra costs: CHF 150 per student. (Approximation, excl. Seminar Week)		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

### ► Seminarwoche und Praktikumsbericht

*Im Verlauf des Studiums MScLA muss mindestens eine einwöchige Seminarwoche absolviert werden.*

*Teil Studiums ist ein sechsmonatiges Praktikum im Bereich Landschaftsarchitektur, dessen Leistungen (Arbeitsphasen, Lernerfolge) in einem Praktikumsbericht dokumentiert werden müssen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>061-0153-00L</b>	<b>Internship Report ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>T. Galí-Izard</b>
Kurzbeschreibung	Teil des Studiums ist ein sechsmonatiges Praktikum im Bereich der Landschaftsarchitektur. Die Praxistätigkeit soll möglichst viele Arbeitsphasen der Tätigkeit einer Landschaftsarchitektin/eines Landschaftsarchitekten umfassen. Die Studierenden fertigen einen Praktikumsbericht an, in welchem sie die verschiedenen Praxistätigkeiten detailliert beschreiben und den Lernerfolg reflektieren.				
Lernziel	Der Bericht über die Praxistätigkeit soll möglichst viele Arbeitsphasen der Tätigkeit einer Landschaftsarchitektin/eines Landschaftsarchitekten umfassen.				
Inhalt	Teil des Studiums ist ein sechsmonatiges Praktikum im Bereich der Landschaftsarchitektur. Die Praxistätigkeit soll möglichst viele Arbeitsphasen der Tätigkeit einer Landschaftsarchitektin/eines Landschaftsarchitekten umfassen. Die Studierenden fertigen einen Praktikumsbericht an, in welchem sie die verschiedenen Praxistätigkeiten detailliert beschreiben und den Lernerfolg reflektieren.				
Voraussetzungen / Besonderes	Bericht über Praktikum, 6 Monate, im Bereich der Landschaftsarchitektur. Der Bericht kann in Deutsch oder Englisch verfasst werden.				
<b>061-0152-24L</b>	<b>Seminarwoche Frühjahrssemester 2024 ■</b> <i>Nur für Landschaftsarchitektur MSc. Weitere Informationen s. Kursbeschreibung.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Mit verschiedenen Lehrinhalte. Detailprogramm wird jeweils am ersten Semestertag publiziert.				
Lernziel	Die Studierenden diskutieren eng umschriebene Sachfragen in kleinen Unterrichtsgruppen und in direktem Kontakt mit den Dozierenden an spezifischen Orten.				
Inhalt	Mit verschiedenen Lehrinhalte. Detailprogramm wird jeweils am ersten Semestertag publiziert.				

### ► Master-Arbeit

*Die Master-Arbeit bildet den erfolgreichen Abschluss des Studiums. Sie bestätigt die Fähigkeit zu selbständiger Entwurfsarbeit im Bereich Landschaftsarchitektur und steht unter der Leitung von Professorinnen und Professoren des D-ARCH (Details s. Art. 30 des Studienreglements).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>061-0900-00L</b>	<b>Master-Arbeit ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Studiums. Sie zeigt die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger Entwurfsarbeit auf und ist Ausweis über den erfolgreichen Abschluss des Studiums. Sie steht unter der Leitung von Professorinnen und Professoren des D-ARCH.				
Lernziel	Die Bearbeitungsdauer für die Master-Arbeit beträgt vierzehn Wochen. Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Studiums. Sie zeigt die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger Entwurfsarbeit auf und ist Ausweis über den erfolgreichen Abschluss des Studiums. Sie steht unter der Leitung von Professorinnen und Professoren des D-ARCH. Die Bearbeitungsdauer für die Master-Arbeit beträgt vierzehn Wochen.				

### ► Wissenschaft im Kontext

*Es sind Lerneinheiten aus dem Kursprogramm "Wissenschaft im Kontext" zu Absolvieren (Details s. Studienreglement Art. 27).*

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ARCH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*



### Landschaftsarchitektur Master - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Lebensmittelwissenschaften Bachelor

## ► 2. Semester

### ►► Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-2002-02L	<b>Chemie II</b>	O	5 KP	2V+2U	J. Cvengros, J. E. E. Buschmann, P. Funck, R. Verel
Kurzbeschreibung	Chemie II: Redoxreaktionen, Chemie der Elemente, Einführung in die organische Chemie				
Lernziel	In dem Fach Chemie II werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				
Inhalt	<p>Erarbeiten der Grundlagen von anorganischer und organischer Stoffchemie</p> <p>1. Redoxreaktionen</p> <p>2. Anorganische Stofflehre Regeln und Beispiele anorganischer Nomenklatur: Verbindungen, Ionen, Säuren, Salze, Komplexverbindungen. Ein Gang durch die Elementgruppen, ihrer Typologie und ihrer wichtigen Verbindungen. Beschreibung einiger bedeutender industrieller Produktionsverfahren. Das Entstehen von Verbindungen als Konsequenz der Elektronenstruktur der Valenzschale.</p> <p>3. Einführung in die Organische Chemie Stofflehre: Beschreibung der wichtigsten Stoffklassen und funktionellen Gruppen, Einführung in deren Reaktivität. Stereochemie: Raumanordnung von Molekülbausteinen. Reaktionsmechanismen: SN1 und SN2- Reaktionen; Elektrophile aromatische Substitution; E1- und E2- Eliminationsreaktionen; Additionsreaktionen an C=C-Doppelbindungen; Chemische Reaktivität von Carbonyl- und von Carboxylgruppen.</p>				
Literatur	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMIE. 14. Auflage, Pearson Studium, 2018.				
Kompetenzen	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, PRINCIPLES OF MODERN CHEMISTRY, 8th Edition, Thomson, London, 2016.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
401-0252-00L	<b>Mathematik II: Analysis II</b>	O	7 KP	5V+2U	A. Cannas da Silva, S. Kalisnik Hintz
	<i>Am Mittwoch der ersten Semesterwoche findet die freiwillige Zwischenprüfung zur Leistungskontrolle als Jahreskurs statt. Die Raum-Aufteilung wird per E-Mail kommuniziert.</i>				
Kurzbeschreibung	Fortführung der Themen von Mathematik I mit Schwerpunkt auf der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung.				
Lernziel	Mathematik ist von immer grösserer Bedeutung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Grund dafür ist das folgende Konzept zur Lösung konkreter Probleme: Der entsprechende Ausschnitt der Wirklichkeit wird in der Sprache der Mathematik modelliert; im mathematischen Modell wird das Problem - oft unter Anwendung von äusserst effizienter Software - gelöst und das Resultat in die Realität zurück übersetzt.				
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesungen Mathematik I und II ist es, die einschlägigen mathematischen Grundlagen bereit zu stellen. Differentialgleichungen sind das weitaus wichtigste Hilfsmittel im Prozess des Modellierens und stehen deshalb im Zentrum beider Vorlesungen.</p> <p>- Mehrdimensionale Differentialrechnung: Funktionen von mehreren Variablen, partielle Ableitungen, Kurven und Flächen im Raum, Skalar- und Vektorfelder, Gradient, Rotation und Divergenz.</p> <p>- Mehrdimensionale Integralrechnung: Mehrfachintegrale, Linien- und Oberflächenintegrale, Arbeit und Fluss, Integralsätze von Gauss und Stokes, Anwendungen.</p> <p>- Einführung in Partielle Differentialgleichungen: Trennung der Variablen, Wärmeleitungs-, Wellen- und Potential-Gleichung.</p>				
Skript	Siehe Moodle-Webseite und Literatur				
Literatur	<p>- Thomas, G. B., M.D. Weir und J. Hass: Analysis 2, Pearson.</p> <p>- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Bd. 2 und 3.</p> <p>- Hungerbühler, N.: Einführung in partielle Differentialgleichungen, vdf.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathe-Lab (Präsenzstunden): Bitte entnehmen Sie der Moodle-Webseite den Zeitplan für das Mathe-Lab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
551-0002-00L	<b>Allgemeine Biologie II</b>	O	4 KP	4G	U. Sauer, K. Bomblies, O. Y. Martin
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Biochemie (Makromoleküle, Membranen, Zellstrukturen, Stoffwechsel) Molekulargenetik (Genexpression und Regulation, vom Gen zum Protein) Physiologie höherer Pflanzen (Struktur, Wachstum, Entwicklung, Nährstoffe, Transport und Reproduktion)				
Lernziel	Verständnis grundlegender Konzepte molekularer Biologie und Physiologie.				

Inhalt	<p>Zelluläre Funktionen auf der Ebenen von Molekülen und Strukturen. Molekulare Vorgänge in der Prozessierung vom Gen zum Protein. Pflanzenphysiologie.</p> <p>Die folgenden Campbell Kapitel werden behandelt:</p> <p>Woche 1-5: 5 Biological macromolecules and lipids 7 Cell structure and function 8 Cell membranes 10 Respiration: introduction to metabolism 10 Cell respiration 11 Photosynthetic processes</p> <p>Woche 6-9: 16 Nucleic acids and inheritance 17 Expression of genes 18 Control of gene expression 19 DNA Technology</p> <p>Woche 9-13: 35 Plant Structure and Growth 36 Transport in vascular plants 37 Plant nutrition 38 Reproduction of flowering plants 39 Plants signal and behavior</p>			
Skript	Kein Skript			
Literatur	Campbell, Reece et al: "Biologie" (12th global edition); Pearson 2021.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert
<b>751-0270-00L</b>	<b>Ökologie und Systematik von Algen und Pilzen</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>
	<b>M. Maurhofer Bringolf</b>			
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Morphologie, Systematik und Oekologie von Algen, Pilzen und Flechten			
Lernziel	Grundkenntnisse der Systematik und Morphologie von Algen und Pilzen und ihrer Bedeutung in Ökosystemen anhand praktischer Beispiele.			
Inhalt	Einführung in die Kryptogamen: systematische Einordnung der Algen, Protisten und Pilze; Entwicklungszyklen dieser Organismen in natürlichen und androgenen Ökosystemen und ihre Bedeutung dargestellt anhand von ausgewählten Beispielen. Die Gemeinsamkeiten resp die unterschiedlichen Eigenschaften zwischen verschiedenen systematischen Gruppen welche einerseits zur Klassifikation verwendet werden, andererseits zu unterschiedlichen oder gleichartigen Strategien zur Bekämpfung oder Förderung der Organismen in verschiedenen Ökosystemen (Agrar-, Forst- aquatische und Lebensmittel-Systeme) führen, sollten verstanden werden. Es werden Beispiele aus der Lehre der Pflanzen-Krankheiten, der Medizin, der Lebensmittelherstellung und Verwendung, der Biotechnologie, sowie der Meeres/Gewässerökologie verwendet um die Bedeutung für Mensch und Ökosysteme darzustellen.			
	Form: Vorlesung mit Demonstrationsmaterial			
	Kursinhalt: Prokaryotische Algen (Cyanophyta), Eukaryotische Algen, Pilzähnliche Protisten, Pilze, Flechten: Systematik, Lebenszyklen, Ökologie, Bedeutung.			
Skript	Ausführliches Skript wird in der ersten Vorlesungsstunde verkauft			
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Vorlesung findet ausschliesslich vor Ort statt und wird nicht aufgezeichnet werden			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert
<b>751-0280-00L</b>	<b>Kulturpflanzen im World Food System</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>
	<b>A. Walter, A. Lüscher</b>			
Kurzbeschreibung	Kulturpflanzen im World Food System stellt ausgewählte Kulturpflanzen im Kontext verschiedener Nutzungssysteme der Schweiz und der Tropen dar und zeigt gegenseitige Beziehungen auf. Am Beispiel dieser Pflanzen werden allgemeine Prinzipien des Anbaus und der Bedeutung im World Food System dargestellt.			
Lernziel	Die Lehrveranstaltung zielt darauf ab, unter den Studierenden das Verständnis zu fördern für die Herkunft unserer Nahrungsmittel und für die Grundlagen, Möglichkeiten und Einschränkungen bei deren Erzeugung. Am Beispiel ausgewählter Kulturpflanzen stärkt sie die Fähigkeit der Studierenden, Nutzungssysteme zu analysieren und Anbausysteme von Kulturpflanzen als Ausdruck ökologischer und ökonomisch-politischer Rahmenbedingungen zu verstehen.			
	Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage: a) Die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen der Schweiz zu erkennen. b) Nutzungssysteme im weltweiten Kontext und ihre Beziehungen untereinander zu analysieren. c) Anbausysteme von Kulturpflanzen und ihre Bedeutung im Ernährungssystem als Ausdruck ökologischer und betrieblicher Rahmenbedingungen zu verstehen d) Auswirkungen des Marktes (Inland, Export) und ökologisch-politischer Rahmenbedingungen auf Anbausystem und -intensität einiger ausgewählter Kulturpflanzen zu erfassen			

Inhalt	Die Veranstaltung gliedert sich in zwei Abschnitte, die von Dozierenden aus dem jeweiligen Fachgebiet unterrichtet werden.				
	<p>Im ersten Abschnitt von acht oder neun Doppelstunden werden vor allem zentrale Kulturpflanzen der Schweiz und angrenzender Länder behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei auf Weizen gelegt. Für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen werden zentrale Aspekte der Produktion, aber auch der Nutzung und Qualitätskriterien der Produkte vorgestellt. Auch Weiterentwicklungsmöglichkeiten für Anbau und Entwicklung neuer Sorten sowie Forschungsfelder werden angesprochen. Ferner werden ausgewählte tropische Nutzpflanzen in für sie typischen Nutzungssystemen dargestellt. Bei allen Kulturpflanzen werden folgende Themen in unterschiedlicher Intensität behandelt: Ihre Bedeutung im Ernährungssystem, daraus gewonnene Produkte, Botanik, Oekophysiologie, Anbautechnik, Züchtung sowie ernährungsphysiologische Aspekte.</p> <p>Im zweiten Abschnitt werden die Bedeutung der Wiesen und Weiden als Landnutzungsform und das Leitbild des Schweizerischen Futterbaus vorgestellt. Morphologische Eigenschaften und Ansprüche der wichtigsten Gräser- und Leguminosenarten zur Raufutterproduktion im gemässigten Klima werden dargestellt. Darauf aufbauend wird beispielhaft die Bewirtschaftung intensiv und extensiv genutzter Wiesen behandelt und aufgezeigt wie sich diese unterschiedliche Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung und die Leistungen der Wiese auswirkt.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>751-0282-00L</b>	<b>Nutztierwissenschaften im World Food System</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. E. Ulbrich</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung werden das natürliche Verhalten und Haltungssysteme verschiedener Nutztierarten und die verschiedenen Nahrungsmittel tierischer Herkunft vorgestellt.				
Lernziel	In dieser Vorlesung wird der Bedeutung der landwirtschaftlichen Nutztiere in der Lebensmittelwertschöpfungskette nachgegangen. Dabei lernen die Studierenden sowohl die physiologischen Grundlagen, Haltungsformen und Verbreitung verschiedener Nutztierarten im World Food System sowie deren Produkte und Produktionsverfahren kennen. Kritisch hinterfragt werden insbesondere der nutritive Wert von verschiedenen Lebensmitteln tierischer Herkunft, die ökonomische Beurteilung von Produktionsverfahren, die Diskussion um „Feed vs. Fork“, ökologische Fussabdrücke von Nutztieren im Zusammenhang mit standortangepasster Nutzung, kulturelle Hintergründe sowie das ethische Verständnis der Nutztierhaltung. Diese Spannungsfelder werden einzeln und verknüpft in Kontexte gestellt, um zu Beurteilungsansätzen nachhaltiger Produktion zu gelangen. Die Studierenden werden lernen, Zusammenhänge und Zielkonflikte zu verstehen und sich mit Fragen zur Sicherung der Welternährung auseinanderzusetzen, um zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten von Nutztieren in der Lebensmittelwertschöpfungskette einschätzen zu können.				
Literatur	<p>Nutztiere in der Lebensmittelkette (Reinhard Fries, UTB Verlag)</p> <p>Anatomie und Physiologie der Haustiere (Klaus Loeffler, UTB Verlag)</p> <p>Krankheitsursache Haltung (Thomas Richter Hrsg., Enke Verlag)</p> <p>Farbatlas Nutztierassen (Hans Hinrich Sambras, Ulmer Verlag)</p> <p>Domestic Animal Behaviour (Katherine A. Houpt, Wiley-Blackwell)</p> <p>Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger (Rimbach et al., Springer, Berlin 2010)</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremitzer</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				
Inhalt	<p>1. Privatrecht</p> <p>Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.</p> <p>2. Öffentliches Recht</p> <p>Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahrenrecht, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.</p>				
Literatur	<p>Moodle Link:</p> <p><a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a></p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
		Verfahren und Technologien	gefördert	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	gefördert	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
			Kundenorientierung	gefördert
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

## ►► Grundlagenfächer II: Prüfungsblock 1

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0062-00L</b>	<b>Physik I</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise der Physik mit Hilfe von Konzeptfragen, Demonstrationsexperimenten und Problemlösung. Wo immer möglich werden Anwendungen aus Mechanik, Fluidodynamik und Wärmelehre aus den Bereichen der Studiengänge vermittelt.				
Lernziel	Förderung des wissenschaftlichen Denkens. Es soll die Fähigkeit entwickelt werden, beobachtete physikalische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen.				
Inhalt	Mechanik des Massenpunktes, Mechanik starrer Körper, Arbeit, Energie, Leistung, Schwingungen und Einführung in die Wärmelehre.				
Skript	Skript wird verteilt				
Literatur	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2022.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-0019-00L</b>	<b>Exkursionen im World Food System ■</b> <i>Nur für Lebensmittelwissenschaften BSc</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>H. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	Auf den «Exkursionen im World Food System» erweitern und vertiefen die Studierenden der Lebensmittelwissenschaften Vorlesungsinhalte der ersten beiden Studiensemester und setzen sie in Bezug zur Praxis entlang der Nahrungsmittelwertschöpfungsketten.				
Lernziel	Die Studierenden - erweitern und vertiefen Themen aus den Vorlesungen «World Food System», «Kulturpflanzen im World Food System», «Nutztierwissenschaften im World Food System», «Agrarökonomie im World Food System» sowie «Diversität der Algen und Pilze» in der Praxis - erarbeiten sich anhand von Vorbereitungsmaterialien vor der Exkursion selbständig Wissen zu einem gegebenen Exkursionsthema - formulieren Fragen an die Exkursionsleitung und Exkursionsbeteiligten und diskutieren diese mit ihnen und untereinander - geben Feedback zu den besuchten Exkursionen				
Inhalt	Es werden mehrere eintägige Exkursionen angeboten, welche verschiedene Themenbereiche der Studiengänge Lebensmittelwissenschaften abdecken. Für jede Exkursion sind themenspezifische Lernziele formuliert.				
Skript	Exkursionsbeschreibungen und Vorbereitungsmaterial für die Exkursionen finden sich auf der Moodle Lehr-Plattform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Anmeldung zu den Exkursionen erfolgt gemäss separater Ausschreibung anfangs Februar 2024.  Dieser Kurs findet in diesem Semester zum letzten Mal statt, eine Wiederholung im Frühjahrssemester 2025 ist nicht möglich.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	

## ► 4. Semester

## ►► Grundlagenfächer II: Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-0014-00L</b>	<b>Agrarökonomie im World Food System</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E.-M. Meemken</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung widmet sich den grossen sozialen und umweltbezogenen Herausforderungen in globalen Ernährungssystemen. Wir vermitteln einen Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse sowie Konzepte und Theorien, um Problemursachen und politische Handlungsoptionen zu beleuchten. Fallstudien aus verschiedenen Regionen werden herangezogen, um Studierenden Einblicke in Forschungsmethoden zu geben.				
Lernziel	Der Kurs hat das Ziel, dass sich Studierende kritisch und unter Nutzung von grundlegenden Konzepten und Theorien mit Fragen auseinandersetzen, die in der Wissenschaft und besonders agrarökonomischen Forschung sowie in dem öffentlichen und politischen Diskurs diskutiert werden. Nach erfolgreichem Abschluss können Studierende die Hauptaussagen agrarökonomischer Forschungsartikel verstehen und einordnen sowie Erkenntnisse und Konzepte auch zur kritischen Einordnung von z.B. Medienbeiträgen heranziehen.				
Inhalt	Verschiedene Themen werden behandelt. Hier ist ein Kurzüberblick mit Beispielen: Armut und ländliche Entwicklung, die "wahren" Kosten von Lebensmitteln, Nachhaltigkeitsstandards, Arbeit in der Landwirtschaft, internationaler Agrarhandel, Gender in Ernährungssystemen, Ernte- und Nahrungsmittelverluste, Ressourcenkonflikte und Landwirtschaft in Krisenregionen, Landnutzung, und Klimawandelanpassung.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden im Laufe des Semesters zur Verfügung gestellt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0206-00L</b>	<b>Ausgewählte Kapitel der Physikalischen Chemie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Funck</b>
Kurzbeschreibung	1. Kinetik komplexer Reaktionssysteme 2. Thermodynamik von Mehrphasen-Mehrstoff-Systemen: Verteilung zwischen Phasen, kolligative Eigenschaften von Lösungen, Koexistenzbedingungen mehrerer Phasen, Gibbssche Phasenregel, Phasendiagramme 3. Phasengrenzflächen: Oberflächenspannung, Grenzflächenkonzentration, Adsorption, Kolloide				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, • die in der Lehrveranstaltung behandelten Prinzipien zur Lösung physikalisch-chemischer Probleme anzuwenden • physikalisch-chemische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen • die Annahmen, auf die sich solche Modellierungen stützen, zu analysieren und kritisch zu hinterfragen • die Grössenordnung und Genauigkeit der für ein System relevanten Variablen einzuschätzen • diese Kompetenzen auf konkrete Fragestellungen anzuwenden				
Inhalt	1. Kinetik komplexer Reaktionssysteme: Vorgelagertes Gleichgewicht, Bodenstein-Näherung, Enzymkinetik 2. Thermodynamik von Mehrphasen-Mehrstoff-Systemen: Chemisches Potential, Standardzustände und Aktivitäten, Verteilung zwischen Phasen, kolligative Eigenschaften von Lösungen, Koexistenzbedingungen mehrerer Phasen, Gibbssche Phasenregel, Phasendiagramme reiner Stoffe und binärer Gemische 3. Phasengrenzflächen: Oberflächenspannung, Grenzflächenkonzentration, Adsorption an Festkörperoberflächen, Stabilität von Kolloiden				
Skript	Ein Skript ist im Vorlesungs-Moodle erhältlich				
Literatur	- Wedler, G., Freund, H.-J., Lehr- und Arbeitsbuch Physikalische Chemie, 7. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2018 - Atkins, P., de Paula, J., Keeler, J., Physical Chemistry, 12th edition, Oxford University Press, 2022 - Shaw, D.J., Introduction to Colloid and Surface Chemistry, 4th ed., Butterworth-Heinemann 1992				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen aus „Chemie I + II“ (insbesondere Kinetik und Thermodynamik) Sicherer Umgang mit elementarer Differential- und Integralrechnung				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>752-6306-00L</b>	<b>Physiology and Anatomy II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Burdakov, D. Peleg-Raibstein</b>
Kurzbeschreibung	Imparts an advanced understanding of physiology, focusing on the link between nutrition and function of the mammalian organism. This is fostered by discussing all subjects from a viewpoint of health and disease. A major topic of the lectures is the link between nutrition and brain function, including mental health and neurodegenerative disorders.				
Lernziel	At the end of the course, the students are able to describe, explain, and apply the biological and nutritional principles of physiology including specific examples relating to brain functions.				
Skript	Handouts for each topic will be made available on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>551-1420-00L</b>	<b>Molecular Biology</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Santelia</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with (i) Structure and replication of DNA, transcription, RNA processing, translation, mutation and DNA repair, stability and variability of genomes, regulation of gene activities. (ii) Modern molecular methods by which these processes are examined. (iii) Practical applications in genetic engineering, plant breeding and food biotechnology.				
Lernziel	At the end of this course, students are able to (i) Define technical terms of molecular biology and apply them to biological phenomena. (ii) Understand the structure and function of the genetic material as well as the processes of its natural and artificial change. (iii) Describe standard methods of molecular biology and explain their applications.				

Literatur	"Molecular Biology, Principles of Genome Function", Second Edition (2014), Oxford N. Craig, O. Cohen-Fix, R. Green, C. Greider, G. Storz, C. Wolberger		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Lebensmittelwissenschaftliche Fachgrundlagen

Veranstaltungen in der Kategorie 'Lebensmittelwissenschaftliche Fachgrundlagen' werden im 3., 4. und 5. Semester Bachelor-Studiengang Lebensmittelwissenschaften angeboten.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1101-00L</b>	<b>Lebensmittelanalytik I</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>L. Nyström, S. Boulos, M. Erzinger</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung bietet den Studierenden einen Einblick in grundlegende Methoden der Lebensmittelanalytik (Titration, Spektroskopie/Spektrometrie, Chromatographie, enzymatische Analyse). Ausserdem wird das Analyseverfahren als Ganzes und wichtige Schritte des analytischen Prozesses behandelt.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen das Analyseverfahren als Ganzes und können wichtige Schritte des analytischen Prozesses erklären. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Lebensmittelanalytik und können diese systematisch miteinander vergleichen. Die Studierenden können analytische Methoden kritisch bewerten und argumentieren, wieso eine bestimmte Methode für einen bestimmten Analyten angewendet werden muss.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyseverfahren und wichtige Merkmale davon (Richtigkeit, Präzision, Nachweisgrenze, Empfindlichkeit, Spezifität/Selektivität)</li> <li>- analytischer Prozess (Probenahme, Probenvorbereitung, Kalibrierung, Messung, Auswertung, Gehaltsangaben etc.)</li> <li>- Fehler analytischer Messgrößen</li> <li>- Titration</li> <li>- Spektroskopie und Spektrometrie (UV-Vis, MS, IR, NMR, AAS)</li> <li>- Chromatographie (GC, HPLC)</li> <li>- Enzymatische Analyseverfahren</li> </ul>				
Skript	Es werden Beilagen zur Vorlesung abgegeben.				
Literatur	a) Georg Schwedt, Analytische Chemie, 2. vollständig überarbeitete Auflage 2008 b) R. Matissek, G. Steiner, M. Fischer, Lebensmittelanalytik, 5. Auflage 2014				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>752-2001-00L</b>	<b>Lebensmittel-Technologie ■</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Perren, S. Bolisetty, M. Li, G. Ufheil</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelqualität unter Einbezug von technologischen Verfahrensschritten ein. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Technologie der Verarbeitung von Rohstoff bis zum fertigen Produkt vorgestellt sowie Aspekte der Produktqualität und Charakterisierung materialwissenschaftlicher Eigenschaften diskutiert.				
Lernziel	Dieser Kurs führt die Studenten in lebensmittel-technologische Grundsätze und Methoden sowie deren Anwendung ein.				
Inhalt	Die Vorlesung führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmitteltechnologie ein und stellt diese anhand von Anwendungsbeispielen dar: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Vorstellung der Lebensmittelbausteine mit Herkunft und Eigenschaften</li> <li>* Struktur, Mikrostruktur, Zustände und Phasenübergänge</li> <li>* Lebensmittel-Qualität und Lebensmittelsicherheit</li> <li>* Haltbarmachung und Verderb</li> <li>* Sterilisationstechnologie und alternative mikrobiologische Inaktivierungstechnologien</li> <li>* Thermische (Koch-)Prozesse</li> <li>* Die Rolle von Wassergehalt und Wasseraktivität</li> <li>* Trocknungstechnologien</li> <li>* Gefrier- und Auftauvorgänge</li> </ul> Die Vorlesung baut auf den Fächern Lebensmittelchemie, -mikrobiologie, -verfahrenstechnik und Lebensmittelanalytik auf und bezieht diese Grundlagen ein.				
Skript	Es werden Beilagen zur Vorlesung, bzw. eine pdf-Version der Folien abgegeben.				
Literatur	Jochen Hamatschek, 2016, Lebensmitteltechnologie : die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen, Serie: UTB ; Nr. 4342, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN: 978-3-8252-4342-5.  R. Heiss, K. Eichner, 1995, Haltbarmachen von Lebensmitteln : chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 3-540-57883-8.  Owen R. Fennema, 1996, Food chemistry, 3. Auflage, Food science and technology 76, Dekker Verlag, NY, ISBN: 0-8247-9691-8.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Chemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik werden vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>752-3000-00L</b>	<b>Lebensmittel-Verfahrenstechnik I</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V</b>	<b>J. Dümpler</b>

Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt die physikalischen Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik, insbesondere die thermodynamischen und mechanischen Eigenschaften von Lebensmittelsystemen. Es werden die Grundprinzipien des Energie- und Stofftransports, der klassischen Mechanik, der Thermodynamik, der Fluidodynamik und der Dimensionsanalyse zur technischen Auslegung von Verarbeitungsprozessen eingeführt.
Lernziel	1. Verständnis der Grundprinzipien der Mechanik, Thermodynamik, Fluidodynamik und ingenieurtechnischen Apparateauslegung. 2. Anwendung dieser Prinzipien auf Prozesse der Lebensmittelverfahrenstechnik.
Inhalt	1. Einführung 2. Grundlagen des Stoff- und Energietransports 3. Grundlagen der Fluidodynamik 4. Grundlagen der Thermodynamik 5. Grundlagen der Mechanik 6. Austausch und Transportvorgänge 7. Grundlagen der ingenieurtechnischen Apparateauslegung 8. Grundlagen der Rheologie 9. Charakterisierung von Pulvern und Schüttgütern
Skript	Vorlesungsskriptum wird vor der ersten Vorlesung und Folien jeweils vor der Vorlesung bereitgestellt.
Literatur	P. Grassmann: Einführung in die thermische Verfahrenstechnik, deGruyter Berlin, 1997 H.D. Baehr: Thermodynamik, Springer Verlag, Berlin, 1984 H.-G. Kessler: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik – Molkereitechnologie, 1996, Kessler, A. (Verlag)

- [1] Grassmann, P. (1997) Einführung in die thermische Verfahrenstechnik. de Gruyter, Berlin  
[2] Baehr, H. D. (1996) Thermodynamik. Springer, Berlin  
[3] Weipert, D., Tscheuschner, H. D., Windhab, E. J. (1993) Rheologie der Lebensmittel. Behr's Verlag, Hamburg, ISBN 3-86022-161-2  
[4] Schulze, D. (2019) Pulver und Schüttgüter - Fließeigenschaften und Handhabung, 4. Auflage. Springer Vieweg, ISBN: 978-3-662-58775-1  
[5] Czichos, H., Habig K.-H. (2010) Tribologie-Handbuch - Tribometrie, Tribomaterialien, Tribotechnik, 3. Auflage. Vieweg+Teubner Verlag, Springer Fachmedien Wiesbaden, ISBN: 978-3-8348-9660-5  
[6] Fellows, P. J. (2016) Food Processing Technology - Principles and Practice, 4. Auflage. Woodhead Publishing, Sawston, UK, Hardcover ISBN: 9780081019078

Voraussetzungen /  
Besonderes Die Vorlesung erfordert während des Semesters wöchentliche Vor-/Nachbereitung. Im Unterricht wird aktive Mitarbeit erwartet.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

## ►► Lebensmittelwissenschaftliche Fächer

Angebot im 3. Bachelor-Jahr

## ►► Lebensmittelwissenschaftliche Laborpraktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
752-1004-00L	<b>Lebensmittelchemie-Praktikum ■</b> <i>Voraussetzung für die Belegung vom Lebensmittelchemie-Praktikum ist der Besuch der Lerneinheiten Lebensmittelchemie I (752-1000-00L) und Lebensmittel-Analytik I (752-1101-00L).</i>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>L. Nyström, M. Erzinger</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in wichtige Methoden der Lebensmittelanalytik. Methoden: Titrimetrie, Spektrometrie (UV/VIS), Chromatographie (DC, HPLC, GC), Enzymatik, Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl.				
Lernziel	Kennenlernen wichtiger Methoden der Lebensmittelanalytik.				
Inhalt	Analytik wichtiger Inhaltsstoffe (Kohlenhydrate, Fett, Protein, Wasser) von Lebensmitteln und ihren Rohstoffen.				
Skript	Methoden: Titrimetrie, Spektrometrie (UV/VIS), Chromatographie (DC, HPLC, GC), Enzymatik, Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl. Alle Unterlagen sind auf der Moodle-Plattform zum Praktikum erhältlich.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: 1. Besuch der Vorlesung Lebensmittelchemie I (752-1000-00L). 2. Besuch der Vorlesung Lebensmittelanalytik I (752-1101-00L) parallel zum Praktikum.				
	Die Leistungskontrolle des Praktikums besteht aus 5 Teilen: - Anwesenheit während den Einführungsvorlesungen in der ersten Semesterwoche (Montag und Dienstag) - Anwesenheit und aktive Teilnahme an den Laborexperimenten (auch in der letzten Semesterwoche) - Erfolgreiches Durchführen des Testexperiments am Ende des Semesters - Peer-review von Laborberichten anderer Studierenden - Fristgerechte Abgabe der Arbeitsblätter und Laborberichte (Durchschnitt der benoteten Berichte muss genügend sein)				
	Allgemeine organisatorische Informationen: Das Praktikum wird in zwei Gruppen und (normalerweise) im zwei-Wochen-Turnus durchgeführt. D.h. die Studenten müssen alle zwei Wochen (Montag und Dienstag) im Labor anwesend sein. In den Wochen dazwischen wird erwartet, dass die Studenten selbständig die nächsten Experimente vorbereiten und an den Laborberichten arbeiten sowie Berichte der Kollegen überprüfen.				
	Aufgrund von öffentlichen Feiertagen kann dieser zwei-Wochen-Rhythmus nicht immer regelmässig eingehalten werden, deshalb kann es sein, dass die Studenten auch in zwei aufeinanderfolgenden Wochen im Labor anwesend sein müssen. Die Studenten werden in der ersten Semesterwoche in die zwei Gruppen aufgeteilt und erhalten dann ihren definitiven persönlichen Stundenplan fürs Praktikum.				
	Absenzen während des Semesters wegen Militärdienst, Ferien usw. werden nicht akzeptiert.				

752-0400-00L	<b>Mikroskopieren ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	Noch nicht bekannt
--------------	---	----------	-------------	-----------	--------------------

Kurzbeschreibung In diesem Kurs soll den Studierenden das Instrumentarium der modernen mikroskopischen Lebensmitteluntersuchung vermittelt werden. Inhalts- und Fremdstoffe in verschiedene Lebensmitteln werden gemeinsam analysiert und diskutiert. Untersucht werden Produkte wie Joghurt, Käse, Trockenpilze und Honig. Zusätzliche werden die theoretischen Grundlagen der Lichtmikroskopie vertieft behandelt.



Lernziel	Die Studierenden kennen den Einsatzbereich des Mikroskops in der Lebensmitteluntersuchung wie sie in verschiedenen Regelwerken (z.B. ISO) beschrieben sind. Sie sind in der Lage, Präparations-, Färbe- und Kontrastierverfahren korrekt auszuwählen und zu kombinieren. Sie sollen digitaler Dokumentationsverfahren anwenden können. Die MikroskopikerInnen können selbst ein komplett verstelltes Mikroskop wieder in seinen Ausgangszustand versetzen und optimal einstellen. Im späteren Berufsleben sollten sie in der Lage sein, bei der Beschaffung von Mikroskopen und Zubehör die notwendige Sachkenntnis einzubringen.		
Inhalt	Köhlersche Beleuchtung Abbildungstheorie nach Abbe Grundlagen der optischen Kontrastierverfahren (Phasenkontrast, Dunkelfeld, Polarisationskontrast, Fluoreszenz) Mikroorganismen in Lebensmitteln (Bakterien, Hefen, Schimmel) Färbemethoden in der Lebensmittelmikrobiologie (z.B. Gram-, Sporen-, Pianesefärbung) Färbemethoden zur Strukturanalyse von Lebensmitteln (Fett, Stärke, Proteine) Probenvorbereitung und Dokumentationstechnik (inkl. Digitale Mikrofotografie) Quantitative Mikroskopie (Grössenbestimmung und Zählen) Anwendungen der Mikroskopie zur Lebensmittelanalyse (z.B. Schmutzprobe, Pollenanalyse in Honig)		
Skript	Lebensmittelmikroskopie (G. Dasen)		
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BAG. 2001. Schweizerisches Lebensmittelbuch (SLMB). Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale. Bern.</li> <li>2. Flint, O. 1994. Food microscopy : a manual of practical methods, using optical microscopy. Bios Scientific Publishers. Oxford.</li> <li>3. Gassner, G. 1989. Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.</li> <li>4. Gerlach, D. 1984. Botanische Mikrotechnik - eine Einführung. Thieme Verlag. Stuttgart.</li> <li>5. Hahn, H., Michaelson, I. 1996. Mikroskopische Diagnostik pflanzlicher Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, einschliesslich Gewürze. Springer Verlag. Berlin.</li> <li>6. Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert, J.E., Zinkernagel, R.M. 1998. Medizinische Mikrobiologie. Thieme Verlag. Stuttgart.</li> <li>7. Murphy, D.B. 2001. Fundamentals of light microscopy and electronic imaging. Wiley-Liss. New York.</li> <li>8. Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C. 2004. Introduction to food- and airborne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht.</li> </ol>		
Voraussetzungen / Besonderes	Kursmaterial: Licht- und Stereomikroskope  Kurs wird in 1 Gruppe beföhrt, maximal 25 Teilnehmende pro Gruppe		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-0020-00L</b>	<b>Exkursionen I ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>P. A. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	Es werden Fachexkursionen zu verschiedenen Themen der Lebensmittelwissenschaften angeboten.				
Lernziel	Die Exkursionen I verknüpfen das in der Theorie erlernte mit dem praktisch Erlebten und tragen dazu bei, dass die Studierenden ihre Fachkenntnisse in der Praxis anwenden können. Betriebsbesuche fördern das Fachverständnis und geben einen Einblick in potentielle Berufsfelder in der Lebensmittelproduktions- und Verarbeitungsindustrie.				
Inhalt	Im Rahmen von Betriebsbesuchen erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in lebensmittelwissenschaftlichen Fachgebiete und Themen.				
Skript	Zu jeder Exkursion wird ein separates Programm mit fachlichen und administrativen Hinweisen zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Anmeldung zu den Exkursionen gemäss separater Ausschreibung am Anfang des Semester.				

## ► 6. Semester

### ►► Lebensmittelwissenschaftliche Fachgrundlagen

*Veranstaltungen in der Kategorie 'Lebensmittelwissenschaftliche Fachgrundlagen' werden im 3., 4. und 5. Semester Bachelor-Studiengang Lebensmittelwissenschaften angeboten.*

### ►► Lebensmittelwissenschaftliche Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-3002-00L</b>	<b>Lebensmittel-Verfahrenstechnik III</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Grob, K. Mishra</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik (instationäre/stationäre, konduktive/konvektive, Wärmeübertragung). Es werden Methoden zur Auslegung von Wärmetauschern vorgestellt. Ferner werden die Kühlung und Trocknung im Lebensmittelbereich unter thermischen Gesichtspunkten behandelt.				
	Vorlesung und Übungen				

Lernziel	Ziel dieser Vorlesung eine Brücke zwischen den Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik und in der Praxis wichtigen Prozess wie Erhitzung, Kühlung und Trocknung von Lebensmitteln zu bauen.				
Inhalt	Thermische Verfahrenstechnik: Wärmetauscher (Grundlagen, Strömungsaspekte, erzwungene Konvektion, Filmabströmung laminare und turbulente Strömungen, Berechnung / Auslegung) Sieden von Fluiden (Arten des Siedens, Wärmeübertragung beim Sieden) Kälteerzeugung (Grundlagen, Kompressions-Kälteprozess, Adsorptionskälteprozess, ein- und mehrstufige Kälteanlagen, Anlagenberechnung/Auslegung, Steuerung von Kälteerzeugungsprozessen) Trocknung (Grundlagen, Charakterisierung der Trocknungsluft (Mollier-Diagramm), Wasserbindung im Produkt, Trocknungskinetik, Trocknungsarten, Bauarten von Trocknern, Trocknerauslegung (am Beispiel Sprühtrocknung) - Zu allen Themen Übungen				
Skript	125 Seiten, 95 Abbildungen; Vorlesungsunterlagen, Übungen - Online verfügbar				
Literatur	- B. Mc Kenna: Engineering and Food Elsevier Applied Science Publishers, Vol. 1,2 (1984) - G. Kessler: Lebensmittel - Verfahrenstechnik; Schwerpunkt Molkereitechnologie Verlag A. Kessler, Freising 1976 - H.D. Baehr Thermodynamik Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo; 1984 - VDI Wärmeatlas, Springer Verlag - E.U. Schlünder, Einführung in die Wärmeübertragung, Vieweg Verlag				
<b>751-1101-10L</b>	<b>Finanz- und Rechnungswesen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Buchhaltung und Kostenkalkulation verstehen				
Lernziel	Buchhaltung und Kostenkalkulation verstehen und anwenden können				
Inhalt	Die Bestandteile der Finanzbuchhaltung, die Bilanz und die Erfolgsrechnung, werden schrittweise erklärt und zur doppelten Buchhaltung zusammengeführt. Weiter bilden die Mittelflussrechnung und die Kennzahlenanalyse inhaltliche Schwerpunkte. Schliesslich werden die beiden Bereiche der Betriebsbuchhaltung, die Kostenkalkulation und die Kosten-/Leistungsrechnung (Deckungsbeitrag und Vollkostenrechnung) erläutert. Die Übungen machen rund ein Drittel der Vorlesung aus.				
Skript	steht zur Verfügung				
Literatur	Meyer, C., 2012, Betriebswirtschaftliches Rechnungswesen, 3. Überarbeitete Auflage, Schulthess, Zürich.				
<b>752-4006-00L</b>	<b>Lebensmittel-Mikrobiologie II</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung von (teilweise vertieften) Basiskonzepten über Methoden fuer Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; kurzer Ueberblick ueber gesetzliche Regelungen und Hygienemassnahmen.				
Lernziel	Der zweite Teil dieser 1 Jahres-Vorlesung vermittelt (teilweise vertiefte) Basiskonzepte ueber verschiedene Methoden (klassisch und molekularbiologisch) fuer den Nachweis und die Differenzierung von (nicht nur lebensmittelrelevanten) Mikroorganismen; die Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen; verschiedene Ansaetze zur Haltbarmachung und Lebensmittelsicherheit; und einen kurzen Ueberblick ueber gesetzliche Regelungen und Hygienemassnahmen.				
Inhalt	Nachweis und Differenzierung von Mikroorganismen Kulturmethoden, Mikroskopischer Nachweis, Anreicherung und Separation, Nachweis intrazellulärer Metaboliten und Enzyme, Immunologische Methoden, Gensonden und Microarrays, Nukleinsäureamplifikation, Expression von Reportergenen, Typisierungsmethoden  Herstellung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen Fermentierte pflanzliche Produkte, Brot und Sauerteig, Fermentierte (alkoholische) Getränke, Fermentierte Milchprodukte, Probiotika, Fermentierte Fleischprodukte, Traditionelle Fermentationsprodukte, Kaffee, Tee, Kakao, Tabak; Störungen der Fermentation (Viren, Antibiotika, Desinfektionsmittel)  Haltbarmachung I: Physikalische Verfahren Erniedrigung der Wasseraktivität, Erniedrigung der Temperatur, Hitzebehandlung, Hochdruckbehandlung, Bestrahlung  Haltbarmachung II. Chemische Verfahren Natürliche antimikrobielle Stoffe, Räuchern, Konservierungsstoffe, Erniedrigung des pH Wertes, Schutzgas- und Vakuumverpackung  Haltbarmachung III. Biologische Verfahren Zusatz von Enzymen, Schutzkulturen, Starter- und Reifungskulturen  Qualitätssicherung und Kontrolle Gesetzliche Kriterien & Verordnungen, Betriebs- & Personalhygiene, Reinigung & Desinfektion, GHP & HACCP				
Skript	Elektronische PDF Kopien der Praesentationsfolien werden an die Studenten abgegeben				
Literatur	Hinweise in der ersten Vorlesungsstunde				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung "Lebensmittelmikrobiologie I" (oder eine ähnliche Veranstaltung) wird inhaltlich vorausgesetzt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>752-6002-00L</b>	<b>Advanced Topics in Nutritional Science</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.				
Lernziel	The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:  1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons; 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health; 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health; 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health; 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.				
Skript	The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.				

Literatur	Any reading recommendations will be given per lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung		geprüft	
	Sensibilität für Vielfalt		geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft		
	Kritisches Denken		geprüft		
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.				
	This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>752-2101-00L</b>	<b>Lebensmittel-Sensorik ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Nuessli Guth</b>
Kurzbeschreibung	Sensorische Wahrnehmung von Lebensmitteln, Grundlagen der Anordnung, Durchführung und Auswertung von analytischen und Konsumenten orientierten sensorischen Prüfungen, Vorlesung und praktische Übungen				
Lernziel	- Kennen der wichtigsten analytischen sensorischen Methoden und ihre Anwendung. - Auswertung der erhobenen sensorischen Daten und ihre Interpretation.				
<b>551-0318-00L</b>	<b>Immunology II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Oxenius, M. Kopf, S. R. Leibundgut, E. Slack, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die zellulären und molekularen Grundlagen des Immunsystems und die Immunreaktionen gegen verschiedene Pathogene, Tumore, Transplantate, und körpereigene Strukturen (Autoimmunität)				
Lernziel	Die Vorlesung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln über: - die Interaktion der verschiedenen Immunzellen auf zellulärer und molekularer Ebene? - Erkennung und Abwehr ausgewählter Viren, Bakterien, und Parasiten. - Abwehr von Tumoren. - Mechanismen der Toleranz für körpereigene Moleküle. - Funktion des Immunsystems im Darm und warum kommensale Bakterien keine Immunantwort auslösen. - Immunpathologie und entzündliche Erkrankungen.				
Inhalt	Ziel dieser Vorlesung ist das Verständnis: > Wie Pathogene vom unspezifischen Immunsystem erkannt werden > Wie Pathogene vom Immunsystem bekämpft werden > Immunantworten der Haut, Lung, und Darms > Tumorummunologie > Migration von Immunzellen > Toleranz und Autoimmunität > das Gedächtnis von T Zellen				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen der Dozenten sind verfügbar in Moodle				
Literatur	Empfohlen: Kuby Immunology (Freeman)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>752-5003-00L</b>	<b>Food and Beverage Fermentation ■</b>	<b>5 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Bokulich, A. Greppi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an overview of the production processes for several important fermented foods, including cheese and dairy; bread; vinegar and non-alcoholic beverages; pulses; plant and meat; and alcoholic beverage fermentations. We will survey the microbial ecology, metabolism, and uses of microbial cultures in fermented foods, and their roles in food quality, nutrition, and safety.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluate the roles of microorganisms and ecosystems in the production, quality and safety of important fermented foods</li> <li>- Integrate knowledge in food microbiology, microbial physiology, biochemistry, technology and engineering for the production of fermented foods.</li> <li>- Critically analyze the process steps and conditions, quality, safety and potential health properties of fermented foods.</li> <li>- Identify the critical control points of the processes and products.</li> <li>- Presentation by the groups of their own selected topics</li> </ul>			
Inhalt	<p>Fermented foods comprise up to 50% of the human diet, providing an important source of nutrition worldwide. Food fermentation involves the use of beneficial microorganisms to improve the stability, safety, nutrition, and quality of various foodstuffs.</p> <p>This course will evaluate the roles of microorganisms together with production processes for production of fermented foods and beverages. This course will build on knowledge of food microorganisms and microbial mechanisms presented in the Food Biotechnology course. Emphasis will be placed on bioprocessing of raw materials into fermented foods and beverages (such as fermented dairy products, sauerkraut, sourdough, vinegar, soy products), effects of key process parameters for product quality and safety, biochemical processes, and the central role of microorganisms and microbial products in the production, quality, and preservation of fermented foods.</p> <p>Student groups will select, research, and present on topics to evaluate the diversity and functional applications of microorganisms in fermented foods (both traditional and novel).</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	Food Biotechnology (752-5001-00) and/or other equivalent courses.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ►► Lebensmittelwissenschaftliche Laborpraktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-5004-00L</b>	<b>Lebensmittel-Biotechnologiepraktikum ■</b> <i>Voraussetzungen: Besuch der Lehrinhalten Food Biotechnology (752-5001-00L).</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>A. Greppi, N. Bokulich, B. Pugin</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden führen Prozesse zur Herstellung von fermentierten Lebensmitteln und Bioingredienzen durch. Experimentelle Blöcke: Fermentation in modernsten Bioreaktoren; Mikrogen- und Metabolitenanalyse bei der Sauerteigerherstellung; Joghurtherstellung und Schutzkulturen; Auswirkung von funktionellen Lebensmittelzutaten auf die Darmmikrobiota (getestet in einem In-vitro-Darmmodell).				
Lernziel	Demonstration der Funktionsweise kompletter Fermentationsprozesse zur Herstellung ausgewählter fermentierter Lebensmittel und Bioingredienzen; Betrieb kleiner Fermenter zum Verständnis der Auswirkungen wichtiger Parameter von Fermentationsprozessen, einschließlich Rohstoffen, und deren Kontrolle; besseres Verständnis der Auswirkungen funktioneller Inhaltsstoffe auf die menschliche Darmmikrobiota in vitro; Analyse der Auswirkungen definierter Fermentationsbedingungen auf die Qualität der Endprodukte; wissenschaftliche Darstellung der experimentellen Ansätze und Daten in einem vollständigen Bericht.				
Inhalt	Dieser Laborkurs umfasst vier experimentelle Blöcke:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentation in hochmodernen Bioreaktoren: Vorbereitung der Ausrüstung, der Medien und der Starterkultur, Überwachung und Kontrolle der produktiven Phase, Analyse der Proben auf Biomasse und Stoffwechselprodukte, Interpretation der Daten und Berechnung der Kinetik, Vergleich verschiedener Fermentationsbedingungen;</li> <li>- Sauerteigerherstellung: Überwachung der Bakterien- und Hefepopulation während der Sauerteigerherstellung durch kulturabhängige und -unabhängige molekulare Methoden, Vergleich verschiedener Fermentationsbedingungen und Analyse der Endprodukte</li> <li>- Joghurtherstellung im kleinen Maßstab mit verschiedenen Starterkulturen, Prüfung des Prinzips der Biokonservierung durch Verwendung von Schutzkulturen gegen Hefe- und Schimmelpilzwachstum und mikrobiologische Analyse ihrer Wirksamkeit während der Lagerung der fermentierten Produkte.</li> <li>- Auswirkung verschiedener Probiotika und Präbiotika auf die menschliche Darmmikrobiota in einer in vitro-Darmmodellfermentation im kleinen Maßstab.</li> </ul>				
Skript	Eine vollständige Kurs-Dokumentation wird verteilt.				
Literatur	Referenzen sind im Kursmanuskript angegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Absolvierung der Vorlesung "Food Biotechnology" (752-5001-00).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>752-3004-00L</b>	<b>Lebensmittel-Verfahrenstechnikpraktikum ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Vorlesung Lebensmittel-Verfahrenstechnik I.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>J. Dumpler</b>
Kurzbeschreibung	Das Praktikum dient dazu, verfahrenstechnische Grundoperationen in der Anwendung zu erleben und die erworbenen Kenntnisse aus der Vorlesung Lebensmittel-Verfahrenstechnik I, II und III zu vertiefen und praktisch anzuwenden.				
Lernziel	Das in der Vorlesung vermittelte Wissen kann praktisch angewendet und Experimente selbstständig durchgeführt werden.				
Inhalt	Es finden Praktika zu folgenden Schwerpunkten statt: Filtration, Schäume, Emulsionen, Pumpensysteme, Wärmeübertrager, Trocknung, Pulverhandlung und Scale-up von Rührsystemen.				
Skript	Die Skripte und Richtlinien werden online zur Verfügung gestellt und sind vor jedem Praktikum zu lesen und nach zu vollziehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung Lebensmittel-Verfahrenstechnik I stellt eine Grundlage dar und muss vorher besucht worden sein. Lebensmittel-Verfahrenstechnik II und z.T. III werden empfohlen sind aber nicht zwingende Voraussetzung. Es sollte technisches und physikalisches Wissen aus anderen Vorlesungen mitgebracht werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>752-6210-00L</b>	<b>Laborpraktikum Toxikologie und Ernährung ■</b> <i>Voraussetzungen: Besuch der Vorlesung Introduction to Nutritional Science (752-6001-00) so wie der Vorlesung Introduction to Toxicology (752-1300-00) parallel zum Kursbesuch.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>I. Herter-Aeberli, S. J. Sturla, G. Aichinger, J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Analyse von Pestizidrückständen in Lebensmitteln, die Bewertung der Zytotoxizität von Chemikalien in Zellen, die Beobachtung der Stabilität von DNA mit UV Spektroskopie und Synthese eines Antioxidans. Einführung in anthropometrische Messungen und deren Interpretation, in die Erfassung der Nahrungsaufnahme inklusiv Analyse und die Bestimmung und Interpretation des Eisenstatus.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Praxisorientierter Einblick in die Lebensmittelüberwachung anhand einer LC-MS Screeningmethode unter Anwendung rechtlicher Anforderungen für Pestizide.</li> <li>2) Einblick in die Zellkultur und praktische Durchführung von Zellviabilitätstests.</li> <li>3) Das Erlernen der Eigenschaften einer DNA Duplex durch Schmelzen der nativen Struktur und Messung des Übergangs mit UV Spektroskopie.</li> <li>4) Durchführung einer Reaktion der organischen Chemie und Rekristallisation eines Antioxidans und Verwendung von UV-Spektrophotometrie zur Beurteilung der Antioxidanzkapazität strukturell ähnlicher Verbindungen.</li> <li>5) Erlernen von anthropometrischen Methoden wie der Messung des Wachstums, der Fettmasse sowie der fettfreien Masse und deren Interpretation.</li> <li>6) Einen Einblick in das Konzept der Ernährungserhebung zu erhalten sowie eine Methode selbst anzuwenden und die Daten mittels einer Ernährungssoftware zu analysieren und zu interpretieren.</li> <li>7) Die Komplexität der Messung des Eisenstatus und der verschiedenen Einflussfaktoren zu verstehen und die Daten interpretieren zu können.</li> </ol>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) To gain practical insights into food monitoring by applying an LC-MS screening method and legal requirements for pesticides.</li> <li>2) To learn details about mammalian cell cultures and practical training on the use of methods to measure cell viability.</li> <li>3) To study the properties of a DNA duplex by melting the native structure while monitoring the transition with UV spectrophotometry.</li> <li>4) To perform an organic chemistry reaction and recrystallization of an antioxidant and use UV spectrophotometry to assess the antioxidant capacity of structurally similar compounds.</li> <li>5) To learn to assess and interpret anthropometric measurements, such as assessment of growth, fat-free mass and body fat</li> <li>6) To gain insight into the concept of dietary assessment and to use one of the methods in an exercise and analyze and interpret the data using nutritional software</li> <li>7) To understand the complexity of iron status measurement and the factors influencing its interpretation.</li> </ol>				
Skript	Vollständige Kursunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Referenzen werden im Kursmaterial angegeben.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert

## ►► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-0021-00L</b>	<b>Exkursionen II ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>P. A. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	Es werden Fachexkursionen zu verschiedenen Themen der Lebensmittelwissenschaften angeboten.				
Lernziel	Die Exkursionen II vertiefen das Fachwissen und verknüpfen es mit der Praxis in der Lebensmittelindustrie. Betriebsbesuche fördern das Fachverständnis und geben einen Einblick in potentielle Berufsfelder.				
Inhalt	Im Rahmen von Betriebsbesuchen erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in folgende lebensmittelwissenschaftlichen Fachgebiete und Themen: Lebensmittel-Biotechnologie, Lebensmittel-Mikrobiologie, Lebensmittel-Verfahrenstechnik, Lebensmittel-Chemie und -Analytik, Lebensmittel-Qualitätssicherung und Humanernährung.				
Skript	Zu jeder Exkursion wird ein separates Programm mit fachlichen und administrativen Hinweisen zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Anmeldung zu den Exkursionen gemäss separater Ausschreibung am Anfang des Semester.				

## ► Wahlfächer

*Eine Wahlfachliste wird separat publiziert.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1174-00L</b>	<b>Systems Biology</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>U. Sauer, P. Beltrao, J. Stelling, N. Zamboni</b>
Kurzbeschreibung	Ausgehend von biologischen Fragen und Phänomenen unterrichtet der Kurs zur Beantwortung notwendige Konzepte von Modellierungen und Datenanalysen. In den Übungen erhalten die Studenten erste praktische Erfahrungen in einfacher Programmierung eigener Modelle und Analysen.				
Lernziel	Wir unterrichten kein oder nur wenig neues biologisches Wissen oder experimentelle Analysemethoden, sondern nutzen aus dem Studium bekanntes Wissen (z. B. Enzymkinetik, Regulationsmechanismen oder bioanalytische bzw statistische Methoden). Unser Ziel ist es biologische Probleme aufzuzeigen, die aus dynamischen Interaktionen molekularer Elemente entstehen und mit Hilfe von Computermethoden gelöst werden können. Spezifische Ziele sind: - Verständnis der Limitationen intuitiver Argumentation in der Biologie - Ein erster Überblick über Computermethoden in der Systembiologie - Übersetzen biologischer Fragestellungen in computerlösbare Probleme - Praktische Erfahrungen in Programmierung mit MATLAB - Erste Erfahrungen in der Computerinterpretation von biologischen Daten - Verständnis typischer Abstraktionen in der Modellierung molekularer Systeme				
Inhalt	Ganz allgemein trainieren wir kritisches Denken und aktives Nutzen von Wissen in Bezug auf konkrete biologische Probleme. Während der ersten 7 Wochen konzentrieren wir uns auf mechanistische Modellierungen. Ausgehend von einfachen Enzymkinetiken betrachten wir zunächst die Dynamik von kleinerer Stoffwechselwegen und enden mit stöchiometrischen Modellen mittlerer Netzwerke. In der zweiten Kurshälfte konzentrieren wir uns auf die Analyse von typischen grösseren Datensätzen with Proteom oder Transkriptom. Wir starten mit multivariaten statistischen Methoden wie z. B. Clustering und Principal Component Analysis und enden mit Methoden um Netzwerke aus Daten zu lernen.				
Skript	Skripten zur Vorbereitung werden per Moodle zur Verfügung gestellt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der Allergien als Umweltkrankheiten Nr. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag. 2 Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4				
	Merkblätter www.ck-care.ch https://www.ck-care.ch/de/merkblätter				
	Teaching Kurzvideos https://www.ck-care.ch/online-campus				
	<a href="http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf">http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf</a>				

Voraussetzungen /  
Besonderes Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion)  
Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem

Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich

<b>376-1175-00L</b>	<b>Thermoregulation und Sporttextilien</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>R. M. Rossi</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden die Grundlagen der Thermoregulation des menschlichen Körpers präsentiert und Themen der Wärmeübertragung des Körpers, der Hyper- und Hypothermie, der Akklimatisierung sowie der thermischen Behaglichkeit und der Bekleidungsphysiologie behandelt.				
Lernziel	Aufzeigen der thermoregulatorischen Mechanismen um den Körper im thermischen Gleichgewicht zu halten, sowie der verschiedenen Mechanismen des Wärmeaustausches mit der Umgebung und wie moderne Sportbekleidung die Leistungsfähigkeit des Sportlers unterstützen kann.				
Inhalt	Als homöothermes Wesen muss der Mensch seine Körperkerntemperatur in engen Grenzen um 37°C halten. Die Wärmeproduktion muss im Gleichgewicht zur Wärmeabgabe stehen. Der menschliche Körper besitzt verschiedene Mechanismen, um Temperaturschwankungen der Umgebung zu kompensieren, wie z.B. die Vasodilatation und Konstriktion, Schwitzen, oder Frostzittern. Zusätzlich kann die Wahl einer adäquaten Kleidung die Klimaspanne, bei welcher ein Überleben möglich ist, fast beliebig vergrößern. Zudem werden Grundlagen der Bekleidungsphysiologie präsentiert, und gezeigt, wie funktionelle Bekleidung bei unterschiedlichen Sportarten die thermophysiologischen Funktionen des Körpers unterstützen kann.				
Skript	wird jeweils vor der Vorlesung elektronisch zur Verfügung gestellt.				
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol>				
Literatur	Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt. L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0245-00L</b>	<b>Evolutionary Analysis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Wielgoss</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces important questions about the evolutionary processes involved in the generation and maintenance of biological diversity across all domains of life and how evolutionary science investigates these questions.				
Lernziel	Students will learn about several major different approaches to investigating evolutionary questions and how these approaches are applied to a wide variety of topics. Topics covered include different forms of selection, phylogenetic analysis, population genetics, life history theory, the evolution of sex, social evolution and human evolution. These topics are important for the understanding of a number of evolutionary problems in the basic and applied sciences.				
Inhalt	Topics likely to be covered in this course include research methods in evolutionary biology, adaptation, evolution of sex, evolutionary transitions, human evolution, infectious disease evolution, life history evolution, macroevolution, mechanisms of evolution, phylogenetic analysis, population dynamics, population genetics, social evolution, speciation and types of selection.				
Skript	Lecture slides, Papers, and Online Tools				
Literatur	Main Textbook: Evolutionary Analysis Scott Freeman and Jon Herron 5th Edition, English.				
	Minor resource: Evolutionary Parasitology Paul Schmid-Hempel 2nd edition, English.				
Voraussetzungen / Besonderes	The exam is based on lecture, textbook, and provided papers.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

### ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
752-0220-20L	<b>Bachelor-Arbeit ■</b>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>32D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit stellt den Abschluss des Bachelorstudiums dar. Sie ist eine wissenschaftliche und selbständige Arbeit unter der Leitung einer Dozentin oder eines Dozenten am D-HEST.				
Lernziel	Die Bachelor-Arbeit dient dazu, die Fähigkeit von Studierenden zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit zu fördern und das Wissen in einem bestimmten Fachgebiet zu vertiefen.				

### Lebensmittelwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Lebensmittelwissenschaften DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang auf: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-17L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: "Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	P. Edelsbrunner
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
851-0240-25L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	G. Kaufmann
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	2 KP	2S	R. Schumacher
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0242-07L	<b>Menschliche Intelligenz</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	1 KP	1S	E. Stern
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>	W	1 KP	2S	

Findet dieses Semester nicht statt.  
 Findet in diesem Semester nicht statt.  
 Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem  
 erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-  
 0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.

**Kurzbeschreibung** Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.

**Lernziel**

- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen
- Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten
- Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen

<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
	<i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
<b>Lernziel</b>	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
<b>Inhalt</b>	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>752-9014-00L</b>	<b>Fachdidaktik Lebensmittelwissenschaften II ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9G</b>	<b>G. Kaufmann</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Anspruchsvollere und umfangreichere Unterrichtsmethoden werden eingeführt und in Bezug den damit umgesetzten Lehr-Lern-Strategien gesetzt. Die Umsetzung der Unterrichtsmethoden unter Berücksichtigung verschiedener Lehr-Lernstrategien erfolgt über die Planung, Durchführung und Reflexion von grösseren Unterrichtseinheiten. Dies bedingt eine gegenüber der FD 1 vertiefte Auseinandersetzung mit der did				
<b>Lernziel</b>	Ziel ist es, didaktische Modelle und zugehörige Unterrichtsmethoden mit aktuellen Forschungsergebnissen zusammenzuführen. Die Studierenden - lernen sich anhand einer ausführlichen didaktischen Analyse in ein umfangreiches Unterrichtsthema einzuarbeiten - können anspruchsvolle Unterrichtsmethoden im Kontext von verschiedenen Lehr-Lernstrategien wissensbasiert und reflektiert anwenden. - können zu ausgewählten Lehr-Lernstrategien geeignete Unterrichtsumgebungen zielgruppenorientiert entwickeln - lernen den von ihnen gewählten Unterrichtszugang in berufsbildender, fachlicher, fachdidaktischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht zu reflektieren.				
<b>752-9020-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Lebensmittelwissenschaften ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>G. Kaufmann</b>
	<i>Das Unterrichtspraktikum kann erst nach Abschluss aller anderen Lehrveranstaltungen des DZ absolviert werden. Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				
<b>Lernziel</b>	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				

Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Themen für die beiden Prüfungslektionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.

<b>752-9005-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Lebensmittelwiss. ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden berufsfachliche und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel Lehrpersonen an Berufsfach-/Fachhochschulen, unmittelbar verstehen.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können. - selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können. - Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte: Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Ausbildungsplanung für ein Fach, das über eine längere Zeit (Quartal, Semester etc.) unterrichtet wird. Das Thema hat einen Bezug zum Unterricht an Berufs- oder Fachhochschulen. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV und der Fachdidaktik praktisch um.  Lernformen: Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				

<b>752-9013-00L</b>	<b>Fachdidaktik Lebensmittelwissenschaften I ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	In der Fachdidaktik I werden Unterrichtstechniken im Sinne von Bausteinen von typischen Lektionen behandelt. Dies geschieht auf Basis der Erkenntnisse der Lehr- und Lernforschung und deren Umsetzung in der Praxis. Ziel ist die Planung und Durchführung von lernwirksamen Unterrichtssequenzen sowie deren Evaluation und Reflexion.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Einzellektionen aufgrund von Bildungsvorgaben lernwirksam planen, durchführen und reflektieren.</li> <li>Sie orientieren sich an Lernzielen und berücksichtigen die Vorkenntnisse, das berufliche Umfeld und die Ambitionen der Lernenden.</li> <li>Sie können die grundlegenden Unterrichtstechniken in ihrem Fach lernwirksam umsetzen und die Lernphasen geeignet rhythmisieren.</li> <li>Sie können komplexe technische Fachinhalte lerngerecht reduzieren und darstellen.</li> <li>Sie kennen Beispiele von verbreiteten Fehlkonzepten der Lernenden und können den Unterricht entsprechend gestalten.</li> </ul>				

### Lebensmittelwissenschaften DZ - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Lebensmittelwissenschaften Master

## ► Vertiefung in Food Processing

### ►► Disziplinäre Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-2402-00L</b>	<b>Food Packaging</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Yildirim</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to food packaging and provides an overview of different packaging materials, their properties and influences on the quality and safety of food. The course also contains the main processes used to produce the major packaging materials and explains the different packaging processes used for individual food groups. Additionally, food packaging trends and new packaging				
Lernziel	Students learn to: -describe the technical and marketing functions of packaging -list the main packaging materials used for food and know the technical properties of the materials affecting the marketing and preservation of food -explain the major processes used to produce the plastic packaging materials and converting them into final packaging materials -describe main packaging processes and materials for different type of food products -aware of food and packaging interactions and possible migrations -explain the future packaging trends and describe the new packaging technologies and materials				
Inhalt	Packaging functions Packaging materials Permeability of packaging materials and its effect on the quality of food Polymer processing technologies Packaging converting processes Packaging processes for food Packaging for major food groups and its influence on the shelf life Active and intelligent packaging Environmental impact of packaging Sustainable packaging development Biobased and biodegradeable materials				
Skript	Food Packaging				
Literatur	Gordon L. Robertson (2010): Food packaging and shelf life. Boca Raton, FL: Tylor & Francis. Han, Jung H. (Hrsg.) (2005): Innovations in food packaging. Amsterdam: Elsevier / Academic Press. Soroka Walter (2009): Packaging technology. Illinois: Institute of Packaging Professionals Roberson, Gordon L. (2006): Food packaging - principles and practice. Boca Raton, FL: Tylor & Francis. Lee, Sun Dong (2008): Food packaging science and technology. Boca Raton, FL: Tylor & Francis. Yam Kit L. 2009, The Wiley Encyclopedia of Pacakging Technology, Wiley				
<b>752-3022-00L</b>	<b>Planung von Lebensmittelbetrieben</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Beck, S. Padar</b>
Kurzbeschreibung	Aufzeigen des Zusammenspiels der einzelnen Gewerke (Bau, Gebäude- und Anlagentechnik) mit den zugehörigen Schnittstellen und Abhängigkeiten. Spezifische Hygieneplanung für die Lebensmittelverarbeitung sowie deren hygienische Umsetzung für das Erreichen der Konformität (GMP, IFS, BRC). Besprechen der Planungs- und Ausführungsphasen sowie Einblick in das Vertrags- und Zahlungswesen.				
Lernziel	Die Vorlesung vermittelt Planungsgrundlagen und gibt einen Einblick in das Vorgehen beim Tätigen einer Investition in der Schweizer Lebensmittelindustrie. Dazu gehören Kenntnis über Aufgaben und Verantwortungen der beteiligten Fachingenieure, Fachplaner, Spezialisten, Unternehmer und Lieferanten, sowie Varianten der Planungsorganisation und Ausführungsmodelle. Funktionales, ökologisches und kostenoptimiertes Planen, gefolgt von einer termingerechten Umsetzung bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Investition bei Industrieprojekten.				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen (besprochene Folien, Übungen) können ab Mitte Februar über die Moodle-Plattform heruntergeladen werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-5102-00L</b>	<b>Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Bokulich, A. Greppi, A. Lavrinienko, B. Pugin, M. Stevens</b>
	<i>Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"</i>				
Kurzbeschreibung	In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psyco-biotics have on consumer's health.				
Lernziel	In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.				

Inhalt	<p>We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering</li> <li>• Gut microbiota in host health and disease</li> <li>• Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics</li> <li>• Impact of food additives on gut microbiota</li> </ul> <p>Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.</p> <p>At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>752-3200-00L</b>	<b>Sustainable Food Processing</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Mathys</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an overview of the holistic approach in sustainable food processing via the consideration of the total value chain. Sustainability assessment as emerging tool in food process development will be introduced.				
Lernziel	Understanding of the fundamental knowledge, the interdisciplinary connections and tools of Sustainable Food Processing to enable system oriented thinking, including their need in society and their environmental, economic and social impact. Understanding of food production concepts for biomass and energy use efficiency, significant waste reduction along the food value chain as well as healthy and high quality food production. Awareness of future trends in sustainable food processing.				
Inhalt	Sustainability analysis and life cycle assessment in food research and production Emerging combined processes based on mechanical, thermal and non-thermal techniques Novel protein sources Algae and insect biorefineries in urban environment Industry projects and experience in the presented topics				

Literatur International Reference Life Cycle Data System ILCD handbook ,developed by the Institute for Environment and Sustainability in the European Commission Joint Research Centre (JRC). <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC48157>

Aganovic K., Smetana S., Grauwet T., Toepfl S., Mathys A., Van Loey A. & Heinz V. (2017). Pilot scale thermal and alternative pasteurization of tomato and watermelon juice: An energy comparison and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 141, 514–525.

Chaudhary, A., Gustafson, D., & Mathys, A. (2018). Multi-indicator sustainability assessment of global food systems. *Nature communications*, 9(1), 848.

Chen C., Chaudhary A. & Mathys A. (2019). Swiss Food Sustainability Analysis sing Nutritional, Human Health and Environmental Indicators. *Nutrients*, 11(4), 856.

Margni, M., and Curran, M. (2012). "Life cycle Impact Assessment." In *Life Cycle Assessment Handbook : A Guide for Environmentally Sustainable Products*, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.

Frischknecht, R.; Jungbluth, N.; Althaus, H.-J.; Doka, G., Dones, R.; Heck, T.; Hellweg, S.; Hischier R.; Nemecek, T.; Rebitzer, G.; Spielmann, M. (2005): The ecoinvent Database: Overview and Methodological Framework. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment Volume 10, Issue 1, 2005, 3-9, doi:10.1065/lca2004.10.181.1*

Smetana, S., Mathys, A., Knoch, A., and Heinz, V. (2015). Meat alternatives: life cycle assessment of most known meat substitutes. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 20(9), 1254-1267.

Smetana, S., Schmitt, E., & Mathys, A. (2019). Sustainable use of *Hermetia illucens* insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 144, 285-296.

Valsasina L., Pizzol M., Smetana S., Georget E., Mathys A. & Heinz V. (2017). Life cycle assessment of emerging technologies: The case of milk ultra-high pressure homogenisation. *Journal of Cleaner Production*, 142 (4), 2209–2217.

Trivedi, J., Aila, M., Bangwal, D. P., Kaul, S., & Garg, M. O. (2015). Algae based biorefinery—How to make sense?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 295-307.

Enzing, C., Ploeg, M., Barbosa, M., & Sijtsma, L. (2014). Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe. IPTS Institute for Prospective technological Studies, JRC, Seville.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security (No. 171). Food and agriculture organization of the United nations (FAO).

Ashley Green, Christoph Oliver Blattmann, Canxi Chen and Alexander Mathys. The role of alternative proteins and future foods in sustainable and contextually-adapted flexitarian diets. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 124, pp. 250-258

Ashley Green, Thomas Nemecek, Sergiy Smetana and Alexander Mathys. Reconciling regionally-explicit nutritional needs with environmental protection by means of nutritional life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, vol. 312, pp. 127696

Christopher B. Barrett, et al. Bundling innovations to transform agri-food systems. *Nature Sustainability*, vol. 3: no. 12, pp. 974-976

Christopher B. Barrett, et al. Socio-technical Innovation Bundles for Agri-food Systems Transformation. *Nature Sustainability*, London: Nature Publishing Group, 2020

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ►► Methodische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-1000-00L	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	W+	4 KP	4U	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter,</b> H. Adelman, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig- Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin
Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.				
Lernziel	Die Studierenden - arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin; - präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht; - reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.				

Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.		
	Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>752-2310-00L</b>	<b>Physical Characterization of Food</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. A. Fischer, R. Mezzenga</b>
Kurzbeschreibung	In Physical Characterization of Food introductions into several measuring techniques to study complex colloidal food system are given. Lectures focus on scattering techniques, interfacial tension measurements, ellipsometry, microscopy, NMR, and thermoanalysis. The measuring principles and their application in food science and related areas will be discussed.				
Lernziel	The basic principles of several frequently used characterization methods and their application will be presented. The course is intended to spread awareness on the capability of physical measuring devices used in food science and related areas as well as provide a guidance for their usage and data interpretation.				
Inhalt	Lectures will be given on light scattering techniques (4h), interfacial tension measurements (4h), ellipsometry (2h) microscopy (4h), small angle scattering (6h), NMR (2h), and thermoanalysis (2h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft

<b>752-2110-00L</b>	<b>Multivariate Statistical Analysis ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Hartmann, A. Bearth</b>
Kurzbeschreibung	Es wird in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Lernziel	Studierenden lernen multivariate Analysemethoden anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren, durch Theorie und Übung.				
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die theoretischen und auswertungstechnischen Grundlagen der multivariaten Analysemethoden vermittelt, die in den Bereichen Lebensmittelsensorik, Verbraucherverhalten und Umweltwissenschaften verbreitet eingesetzt werden. Damit die Studierenden über die erforderlichen Grundlagen verfügen, werden sie zu Beginn der Veranstaltung in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und die Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Literatur	Field, A. (2013). Discovering Statistics Using SPSS (4th edition). Sage Publications. ISBN: 1-4462-4918-2 (and any other edition)				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs wird auf English gehalten. Dieser Kurs wird im Hörsaal stattfinden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft gefördert

## ►► Optionale Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kundenorientierung		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>752-1202-00L</b>	<b>Food Safety and Quality Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Gude</b>
Kurzbeschreibung	The course procures the general rules of a quality management system and its application in the food chain to guarantee food safety. Therefore the HACCP concept will be touched in relation to risk management and risk assessment. Furthermore the origin of limits as well as the analytical proof will be highlighted. Finally general principles of laboratory testing will be discussed.				
Lernziel	Comprehensive knowledge to take over the responsibility for and organisation of quality assurance in a food processing environment. Awareness of the impact of legal, economic, cultural, and consumer related factors on the food system are known. Identification of major challenges in the agro-food-health chain can be identified				
Inhalt	The following topics are discussed Definition of (Food) Quality TQM/quality management Q.A in the food chain (manufacturer/retail) Food Quality, -Safety (also give by examples) Food Limits - origin of and how to get them HACCP introduction, risk management, -assessment Self control concepts GFSI/Standards BRC, IFS, ISO Statistical Process Control Risk Assessments on examples for biological and chemical hazards will be discussed				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>752-3024-00L</b>	<b>Hygienic Design</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Riedl</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course Hygienic Design covers the special requirements in the design of equipment and components used in food production. Material science and surface treatments are as important as the cleaning mechanisms of these surfaces. Explanations of basic design requirements in food production areas, as well as the relevant regulations associated, are covered in this course.				
Lernziel	To identify and evaluate hazards of food safety which can come from the equipment used in the food processing. Understanding of the most important design principles for easy cleaning of machinery and equipment.				
<b>752-3104-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Rheology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. A. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	Food Rheology II addresses special topics in rheology such as suspension and emulsion rheology, extensional rheology, optical methods in rheology, and interfacial rheology.				
Lernziel	The rheology of complex materials such as solutions, emulsions, and suspension will be discussed. In addition, several advanced rheological techniques (extension, rheo-optics, interfacial rheology) will be introduced and discussed in light of material characterization of complex fluids.				
Inhalt	Lectures will be given on structure and rheology of complex fluids (8h), optical methods in rheology (4h), extensional rheology (4h), and interfacial rheology (6h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Attending Food Rheology I is beneficial but not mandatory. A short repetition of the basic principles of rheology will be given in the beginning of Food Rheology II.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				
Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>751-5500-00L</b>	<b>Simulations, Sensors and Data in Agri-Food Supply Chains for Sustainable Nutrition</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>T. Defraeye</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with knowledge and skills on how to apply physics-based simulations, sensing and data analytics in the supply chain of horticultural crops. The targets are to use these technologies to better preserve food quality, extend shelf life and reduce food waste and the carbon footprint to sustainably provide accessible, affordable, appealing and nutritious food for the world.				
Lernziel	The course targets the postharvest part of the supply chain, as products pass through pre-cooling facilities, refrigerated containers and trucks, and cold storage facilities, before arriving at the retailer and consumer. We target supply chains of both domestic and tropical horticultural crops, including apple, citrus, mangoes, and berries. In addition, other applications in agri-food chains are highlighted, such as preharvest sensing and monitoring for horticultural crops, as well as physics-based simulations, sensing and data analytics in supply chains of foods. We also link to foods of animal origin (meat or milk).				
	In the course, we target innovative solutions that are enabled by the augmented insight that simulations and sensing provide with respect to the biophysical processes driving food decay in the cold chain. The course focuses on digital tools for the agri-food chain, such as digital twins, food simulants, data analytics, data science, and sensors.				
	A key objective is to gain specialized knowledge in order to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify which postharvest practices are most suitable for a certain produce and supply chain (e.g., dynamic controlled atmosphere, modified atmosphere packaging, ethylene scrubbing, passive evaporative cooling) for developed and developing countries</li> <li>- Identify which heat and mass transfer processes (e.g., conduction, convection, radiation, respiration, evaporation) play a key role for a certain produce and supply chain</li> <li>- Identify which state-of-the-art sensing technology is most optimal for a certain produce and supply chain (e.g., wireless communication, blockchain technology, and biophysical twins)</li> <li>- Assess if a physics-based model and simulation is built up according to best practices, and if the reported results are realistic</li> <li>- Understand the link of the cooling process to the evolution of food quality attributes</li> <li>- Understand the role and impact of descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive data analytics for food supply chains</li> </ul>				
	Another key objective is to acquire skills in order to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assess the quality of multiphysics simulations of food cooling processes</li> <li>- Assess food cooling processes with several types of sensors</li> <li>- Calculate food shelf-life by experiments and kinetic-rate-law modeling</li> </ul>				
Inhalt	The course is built up of interactive lectures and an excursion. The student learns to apply this knowledge to evaluate postharvest problems and develop solution strategies. We also review upcoming national and international startups and companies in these fields throughout the course.				
	The content is as follows: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the postharvest value chain</li> <li>2. Postharvest quality and losses</li> <li>3. Bio-environmental heat and mass transfer</li> <li>4. Sensors &amp; food simulants</li> <li>5. Basics &amp; best practice of physics-based simulations</li> <li>6. Current and emerging postharvest technologies</li> <li>7. Showcase sessions on physics-based simulation and software and sensors types</li> <li>8. Data acquisition, data analytics and data storytelling for food supply chains</li> <li>9. Food waste and environmental impact in food supply chains and link to nutrition and human health</li> <li>10. Excursion</li> </ol>				
Skript	Handouts of the slides will be provided				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kundenorientierung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

## ► Vertiefung in Food Quality and Safety

### ►► Disziplinäre Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1022-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Nyström, M. Erzinger</b>
Kurzbeschreibung	This course is centered in cereal chemistry: main chemical components related to physicochemical, technological and nutritional properties of grain products.				
Lernziel	The main goal of the course are: Understand the chemical composition and properties of cereal grains as raw materials for food, changes in composition during grain processing, and the effects of both on the nutritional properties of grain based products, such as breads, pasta, and breakfast cereals.				

Inhalt	The course covers fundamental and modern aspects of cereal chemistry: composition of grains, physicochemical properties of main grain components (starch, proteins, fibres, lipids), and their effects on technological and nutritional properties of cereal grain products. Focus is put on chemical reactions and changes during common food processing (dough making, baking, extrusion, fermentation), reflecting also their effects on the nutritional and sensory properties of grain products. Furthermore, a special emphasis is put on dietary fibres and related phytochemicals in grains: Different dietary fibre compounds found in cereals and cereal products (cellulose, arabinoxylan, beta-glucan, resistant starch etc.), co-passengers of dietary fibre (phenolic acids, plant sterols, tocols, folates, alkylresorcinols, avenanthramides), factors affecting their levels in foods, and methods used for the analysis of their content and composition.				
Skript	The lectures are supplemented with handouts./ Es werden Beilagen zur Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Lebensmittelchemie I/II und Lebensmittelanalytik I/II (oder Gleichwertiges)				
<b>752-1202-00L</b>	<b>Food Safety and Quality Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Gude</b>
Kurzbeschreibung	The course procures the general rules of a quality management system and its application in the food chain to guarantee food safety. Therefore the HACCP concept will be touched in relation to risk management and risk assessment. Furthermore the origin of limits as well as the analytical proof will be highlighted. Finally general principles of laboratory testing will be discussed.				
Lernziel	Comprehensive knowledge to take over the responsibility for and organisation of quality assurance in a food processing environment. Awareness of the impact of legal, economic, cultural, and consumer related factors on the food system are known. Identification of major challenges in the agro-food-health chain can be identified				
Inhalt	The following topics are discussed Definition of (Food) Quality TQM/quality management Q.A in the food chain (manufacturer/retail) Food Quality, -Safety (also give by examples) Food Limits - origin of and how to get them HACCP introduction, risk management, -assessment Self control concepts GFSI/Standards BRC, IFS, ISO Statistical Process Control Risk Assessments on examples for biological and chemical hazards will be discussed				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>752-4010-00L</b>	<b>Problems and Solutions in Food Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp, M. Schmelcher</b>
	<i>Prerequisites: It is essential to have a basic knowledge in General Microbiology and Food Microbiology. If students have not taken appropriate courses, it is strongly recommended to consult with the lecturer before attending this seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	A journal-club style seminar, in which preselected recent scientific articles are analyzed, presented and discussed by students. The relevant topics are selected from the wider area of food microbiology, including fundamental and applied disciplines. Students learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Lernziel	Students will learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Inhalt	Several pre-selected, recently published papers will be up for selection by the students. All papers were selected from recent literature and reflect the wider area of food microbiology, including fundamental research (molecular biology, genetics, biochemistry) and applied disciplines (diagnostics, control, epidemiology). Groups of 2 students each will pick a paper for in-depth analysis (mostly work done at home and/or library) and presentation to the other students.				
Skript	No script needed. Pre-selected papers will be assigned to student groups in the kick-off meeting (first lecture); PDF copies will be available to all students.				
Literatur	No specific books needed. Access to a library and web-based literature search is required.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teamwork in small groups of 2 students				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>752-5102-00L</b>	<b>Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Bokulich, A. Greppi, A. Lavrinenko, B. Pugin, M. Stevens</b>
	<i>Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"</i>				
Kurzbeschreibung	In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psycho-biotics have on consumer's health.				
Lernziel	In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.				

Inhalt	<p>We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering</li> <li>• Gut microbiota in host health and disease</li> <li>• Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics</li> <li>• Impact of food additives on gut microbiota</li> </ul> <p>Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.</p> <p>At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				
Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft		

## ►► Methodische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1000-00L</b>	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4U</b>	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter,</b> H. Adelman, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig- Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin
Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.				
Lernziel	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin;</li> <li>- präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht;</li> <li>- reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.</li> </ul>				

Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.		
	Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>752-2310-00L</b>	<b>Physical Characterization of Food</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. A. Fischer, R. Mezzenga</b>
Kurzbeschreibung	In Physical Characterization of Food introductions into several measuring techniques to study complex colloidal food system are given. Lectures focus on scattering techniques, interfacial tension measurements, ellipsometry, microscopy, NMR, and thermoanalysis. The measuring principles and their application in food science and related areas will be discussed.				
Lernziel	The basic principles of several frequently used characterization methods and their application will be presented. The course is intended to spread awareness on the capability of physical measuring devices used in food science and related areas as well as provide a guidance for their usage and data interpretation.				
Inhalt	Lectures will be given on light scattering techniques (4h), interfacial tension measurements (4h), ellipsometry (2h) microscopy (4h), small angle scattering (6h), NMR (2h), and thermoanalysis (2h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft

<b>752-2110-00L</b>	<b>Multivariate Statistical Analysis ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Hartmann, A. Bearth</b>
Kurzbeschreibung	Es wird in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Lernziel	Studierenden lernen multivariate Analysemethoden anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren, durch Theorie und Übung.				
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die theoretischen und auswertungstechnischen Grundlagen der multivariaten Analysemethoden vermittelt, die in den Bereichen Lebensmittelsensorik, Verbraucherverhalten und Umweltwissenschaften verbreitet eingesetzt werden. Damit die Studierenden über die erforderlichen Grundlagen verfügen, werden sie zu Beginn der Veranstaltung in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und die Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Literatur	Field, A. (2013). Discovering Statistics Using SPSS (4th edition). Sage Publications. ISBN: 1-4462-4918-2 (and any other edition)				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs wird auf English gehalten. Dieser Kurs wird im Hörsaal stattfinden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft gefördert

## ►► Optionale Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>752-2102-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Sensory Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Nuessli Guth</b>
Kurzbeschreibung	Extension of the basics in Food Sensory Science with important topics such as Sensory Quality Control and Sensory Methods for Consumer Tests. Project work on a selected topic with presentation and written report.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gain an overview on sensory methods for consumer tests</li> <li>- understand the challenges of sensory verbalization</li> <li>- describe methods for sensory quality control</li> <li>- conduct a small project in teams on a specific topic with questionnaire development and take the lead in a practical experiment (e.g. CATA, TDS)</li> <li>- select appropriate methods for data analysis</li> <li>- reporting of results in written and oral form</li> </ul>				
Skript	Handouts distributed in class.				
Literatur	Information given in class.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic principles in Food Sensory Science are required, e.g. attendance of the lecture 'Lebensmittelsensorik' (752-2101-00 G) or similar.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>752-3024-00L</b>	<b>Hygienic Design</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Riedl</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course Hygienic Design covers the special requirements in the design of equipment and components used in food production. Material science and surface treatments are as important as the cleaning mechanisms of these surfaces. Explanations of basic design requirements in food production areas, as well as the relevant regulations associated, are covered in this course.				
Lernziel	To identify and evaluate hazards of food safety which can come from the equipment used in the food processing. Understanding of the most important design principles for easy cleaning of machinery and equipment.				
<b>751-7800-00L</b>	<b>Quality of Products of Animal Origin</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova</b>
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality</li> <li>- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool</li> <li>- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality</li> <li>- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)</li> <li>- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)</li> <li>- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)</li> <li>- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures</li> </ul>				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
<b>752-1030-00L</b>	<b>Food Biochemistry Laboratory ■</b>	<b>W</b> <b>3 KP</b> <b>5P</b>	<b>L. Nyström, S. Boulos, M. Erzinger</b>
Kurzbeschreibung	Advanced laboratory course on analytical techniques used in food chemistry and biochemistry.		
Lernziel	After attending the course, the students are able to: - apply sample pre-treatment methods for modern chemical/biochemical analysis - operate advanced analytical instruments (UV-Vis, HPLC, GC) for sample analyses - critically analyze primary experimental data (including evaluating measurement uncertainty), and evaluate data with statistical methods.		
Voraussetzungen / Besonderes	Food Chemistry I and II, Food Analysis I and II, Laboratory Course in Food Chemistry, or equivalent.		
<b>752-6450-00L</b>	<b>Food, Microbiota and Immunity: Debating the Evidence ■</b>	<b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2G</b>	<b>E. Slack, M. Arnoldini, T. Keys, D. Latorre</b>
Kurzbeschreibung	In this course, students will learn the basic skills required to find, analyze and evaluate the scientific evidence behind common health claims linking food, the intestinal microbiota and immune system function (e.g. Increased hygiene and allergic diseases).		
Lernziel	The overall objective if this course is that students will be able to create a persuasive evidence-based critique of health-claims linking food, the microbiota and immunity. This is broken down into the following learning objectives: [LO1] Find, critically interpret, evaluate and discuss primary literature [LO2] Recognize situations where scientific integrity is compromised, both in scientific practice and scientific communication, and develop a framework for responding. [LO3] Effectively communicate scientific evidence to a lay audience. [LO4] Develop a nuanced and critical understanding of the interaction between diet, the microbiota and the immune system.		
Inhalt	Semester week 1-4 Lectures and active learning sequences. Students learn the skills required to actively and responsibly participate in scientific debates week 5-14 Two-week programme of topic preparation (week A) and student-led debates (week B). One-on-one tutorials for the presenting students are offered in the week preceding their presentation.		
Literatur	To be provided for each debating topic, 2 weeks prior to the debate		
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have a knowledge level at least equivalent to completing Immunology I and Microbiology/ "Lebensmittel-Mikrobiologie I".		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

## ► Vertiefung in Nutrition and Health

### ►► Disziplinäre Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: - maintenance of health, - prevention of chronic disease, - progression of chronic diseases... ...at different life-stages.				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	gefördert gefördert		
<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
Lernziel	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in: - evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries - commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations - micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution - other critical factors required for maximum success of nutrition interventions				

Inhalt	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.				
Skript	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Entscheidungsfindung	gefördert			
	Problemlösung	gefördert			
	Projektmanagement	gefördert			
	Kommunikation	gefördert			
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert			
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	gefördert			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				
<b>752-6202-00L</b>	<b>Nutrition Case Studies ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	In groups, students address real-world case studies focusing on the links between nutrition and health. Each case is introduced in a case brief and presented to the class by the respective group, followed by a class discussion facilitated by the group and the lecturer. Cases cover diverse topics in public health.				
Lernziel	In this course, students develop their communication and problem solving skills, as well as critical thinking ability.				
	At the end of this course students can:				
	- Understand the relationships between nutrition/diets and several major diseases/health outcomes;				
	- Integrate knowledge on diet/nutrition, health/disease and methodologies in nutrition sciences;				
	- Make evidence-based decisions/recommendations by gathering and analyzing scientific information.				
Skript	Presentation slides, case studies, and relevant literature will be shared.				
Literatur	Relevant scientific literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to attend and actively participate in the course, which includes the presentation of a case study (in groups), critical reading of pertinent literature, and active participation in class discussions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	geprüft		
	Kommunikation	geprüft			
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft			
	Menschenführung und Verantwortung	geprüft			
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft			
	Sensibilität für Vielfalt	geprüft			
	Verhandlung	geprüft			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft			
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft			
Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft				
<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				
Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>752-6402-00L</b>	<b>Nutrigenomics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>G. Vergères</b>
Kurzbeschreibung	Nutrigenomics - toward personalized nutrition? Breakthroughs in biology recently led nutrition scientists to apply modern tools (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, genetics, epigenetics) to the analysis of the interactions of food with humans. The lecture presents these tools and illustrates their application in selected topics relevant to human nutrition and food sciences.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overall understanding of the transdisciplinary research being conducted under the term nutrigenomics.</li> <li>- Overall understating of the omics technologies used in nutrigenomics and their applications to human nutrition and food science.</li> <li>- Ability to critically evaluate the potential and risks associated with the field of nutrigenomics</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- For the content of the script see section "Skript" below</li> <li>- The lecture is completed by presentations of the students (in group) of material related to the lecture.</li> </ul>				
Skript	The script is composed of circa 440 slides (ca 15 slides/lecture) organized in 9 modules				
	Module 0 Nutrigenomics – Towards personalized nutrition				
	Module A Nutritional genomics				
	Module B Gut microbial genomics and nutrition				
	Module C Nutritional epigenomics				
	Module D Transcriptomics in nutrition research				
	Module E Proteomics in nutrition research				
	Module F Metabolomics in nutrition research				
	Module G Nutritional systems biology				
	Module H Personalized nutrition – opportunities and challenges				
Literatur	No extra reading requested. Most slides in the lecture are referenced with web addresses.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic training in biochemistry, molecular biology, physiology, and human nutrition. Interest in interdisciplinary sciences linking molecular biology to human health. Interest in the application of analytical laboratory methods to the understanding of human biology, in particular nutrition.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>752-6303-00L</b>	<b>Neurobiology of Eating and Drinking ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Burdakov</b>
Kurzbeschreibung	What neurons make us eat or drink? The course offers a multidisciplinary perspective on how the brain generates appetite and consumption, including approaches from biology and psychology, and modern experimental paradigms such as optogenetics. It will focus on analysis of recent primary research papers illustrating a selection of fundamental discoveries in this field in the past few years.				
Lernziel	Explain how specific neural circuits control eating and drinking, including insights from multiple experimental paradigms with appreciation of their limitations and solutions to these limitations.  Summarize detailed and specific primary research data into a more general picture, and communicate this process to a large audience in a clear way, including answering audience questions.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced neurobiology course, which is based on advanced research literature (academic reviews and original research articles), rather than textbooks. Knowledge of basic ("textbook-level") neurobiology is required in order to follow this course. Students who had basic courses in neurobiology during their bachelor (e.g. Physiology and Anatomy 1 and 2 of the ETH Food Science bachelor) will be sufficiently prepared for this course. Students without any background in neurobiology may need to do additional independent study in order to follow the course, since not much time will be dedicated to repeating basic neurobiology information during this course.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► Methodische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-2110-00L</b>	<b>Multivariate Statistical Analysis ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Hartmann, A. Bearth</b>
Kurzbeschreibung	Es wird in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Lernziel	Studierenden lernen multivariate Analysemethoden anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren, durch Theorie und Übung.				
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die theoretischen und auswertungstechnischen Grundlagen der multivariaten Analysemethoden vermittelt, die in den Bereichen Lebensmittelsensorik, Verbraucherverhalten und Umweltwissenschaften verbreitet eingesetzt werden. Damit die Studierenden über die erforderlichen Grundlagen verfügen, werden sie zu Beginn der Veranstaltung in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und die Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Literatur	Field, A. (2013). Discovering Statistics Using SPSS (4th edition). Sage Publications. ISBN: 1-4462-4918-2 (and any other edition)				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs wird auf English gehalten. Dieser Kurs wird im Hörsaal stattfinden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert		
<b>752-6201-00L</b>	<b>Research Methodology in Nutrition</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli</b>
Kurzbeschreibung	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics/nutrigenomics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research.				
Lernziel	The following aims should be achieved during this course: 1) Students get insights into different methodologies applied in nutritional research and get an idea of when and how to use them. 2) Students practice to prepare their own mini lectures in order to teach their peers on predefined topics.				
Inhalt	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research. The course is divided into four core topics and each of those is a combination of frontal lectures with team teaching amongst the students. Each student will prepare mini lectures for their peers on pre-defined questions within the core topics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert		

## ►► Optionale Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-2102-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Sensory Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Nuessli Guth</b>
Kurzbeschreibung	Extension of the basics in Food Sensory Science with important topics such as Sensory Quality Control and Sensory Methods for Consumer Tests. Project work on a selected topic with presentation and written report.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gain an overview on sensory methods for consumer tests</li> <li>- understand the challenges of sensory verbalization</li> <li>- describe methods for sensory quality control</li> <li>- conduct a small project in teams on a specific topic with questionnaire development and take the lead in a practical experiment (e.g. CATA, TDS)</li> <li>- select appropriate methods for data analysis</li> <li>- reporting of results in written and oral form</li> </ul>				
Skript	Handouts distributed in class.				

Literatur	Information given in class.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic principles in Food Sensory Science are required, e.g. attendance of the lecture 'Lebensmittelsensorik' (752-2101-00 G) or similar.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>752-6450-00L</b>	<b>Food, Microbiota and Immunity: Debating the Evidence ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Slack, M. Arnoldini, T. Keys, D. Latorre</b>
Kurzbeschreibung	In this course, students will learn the basic skills required to find, analyze and evaluate the scientific evidence behind common health claims linking food, the intestinal microbiota and immune system function (e.g. Increased hygiene and allergic diseases).				
Lernziel	The overall objective of this course is that students will be able to create a persuasive evidence-based critique of health-claims linking food, the microbiota and immunity. This is broken down into the following learning objectives: [LO1] Find, critically interpret, evaluate and discuss primary literature [LO2] Recognize situations where scientific integrity is compromised, both in scientific practice and scientific communication, and develop a framework for responding. [LO3] Effectively communicate scientific evidence to a lay audience. [LO4] Develop a nuanced and critical understanding of the interaction between diet, the microbiota and the immune system.				
Inhalt	Semester week 1-4 Lectures and active learning sequences. Students learn the skills required to actively and responsibly participate in scientific debates week 5-14 Two-week programme of topic preparation (week A) and student-led debates (week B). One-on-one tutorials for the presenting students are offered in the week preceding their presentation.				
Literatur	To be provided for each debating topic, 2 weeks prior to the debate				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have a knowledge level at least equivalent to completing Immunology I and Microbiology/ "Lebensmittel-Mikrobiologie I".				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Vertiefung in Human Health, Nutrition and Environment

### ►► Module

#### ►►► Modul Public Health

*Das Modul Public Health ist obligatorisch für alle Studierende in der Vertiefung in Human Health, Nutrition and Environment.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-1066-00L</b>	<b>Designing Effective Projects for Promoting Health@Work</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Bauer, P. Kerk sieck</b>
Kurzbeschreibung	The fast-changing high-performance economy is highly dependent on healthy employees – and at the same time is putting their health at risk. Expectations of employees regarding health@work are rising. In a workshop format, students learn how to develop effective, exemplary projects to promote good working conditions, work-life balance or healthy lifestyles in companies.				
Lernziel	After active participation in the course, students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the key individual, team-level, and organizational factors influencing health@work</li> <li>• Be familiar with health-related challenges and opportunities of a changing world of work</li> <li>• Know intervention strategies for improving working conditions, work-life balance and health behaviors in companies</li> <li>• Be able to design an exemplary intervention project– based on key principles and a systematic planning cycle</li> </ul>				

**Inhalt**

The globalization and the digital transformation of our economy lead to fast changes in organizations and of working conditions. Work becomes more flexible regarding time, location and employment contracts. Simultaneously, employees become more demanding regarding their autonomy, the quality of working life and their work-life balance. In this dynamic context, offering standardized health promotion programs in companies is not sufficient anymore. Employers and employees need to jointly develop tailored approaches how to continuously assess and improve health@work. Thus, we want to enable you to support companies in this process.

The course consists of three parts. The first part with four sessions provides an introduction into approaches to promote health@work. The lectures will present and discuss these approaches using practical examples and discuss them with the students. The third lecture allows you identify the topic you like to work on during the course – and find other students for your related group work.

Session 1: Overview of course and of approaches to promote health@work  
 Session 2: Promoting Health @ Work: Improving working conditions  
 Session 3: Brainstorming: Find your group and your topic  
 Session 4: Promoting Health @ Work: (digital) lifestyle interventions  
 Session 5: Promoting Health @ Work: Work-Life-Balance and Leisure crafting interventions

The second part has a workshop format and aims to thoroughly develop the project ideas chosen by students in groups of two. The pitch presentations help to focus on the essence of the own idea and to trigger constructive feedback for improving it. These tutors support the teams in their systematic, detailed planning of the own project idea. Particularly, students will consider the four principles of successful health promotion projects: systematic planning, participation of stakeholders, combined individual- and environmental-level actions, integration into company routines.

Session 6: First pitch of group projects (Topic – Why / for whom / what you plan to do)  
 Session 7: Promoting health@work: SMART objectives; Project Management  
 Session 8: Promoting health@work: Balanced, focused strategy; plausible mechanism & outcomes (pitch)  
 Session 9: Compulsory 1:1 session with Teaching Assistants  
 Session 10: Promoting health@work: Organizational level change strategies & integration into organisation  
 Session 11: Promoting health@work: Evaluation types and methods

In the third part, the two-person project teams present their project plan in the plenary, discuss it with all students, and obtain feedback by the course leader.

Sessions 12: Presentations & discussions of projects (first half of groups)  
 Sessions 13: Presentations & discussions of projects (second half of groups)

Given the hands-on workshop character of this lecture, students are required to actively participate in all sessions. Besides raising knowledge on promoting health@work, the students generally will improve their project development skills. Also, as the course has students from D-MTEC, D-HEST and D-USYS, it facilitates their transdisciplinary exchange. Transdisciplinary skills are increasingly needed for addressing complex needs in our society.

**Literatur** Report 7. Workplace Health Management: Principles and Trends. Focus on Mental Health. Health Promotion Switzerland 2018

[https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report\\_007\\_HPS\\_2018-11\\_-\\_WHM\\_-\\_Principles\\_and\\_Trends.pdf](https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf)

**Voraussetzungen / Besonderes** A course for students dedicated to applied learning through projects. As the whole course is designed as a hands-on workshop for the students, active participation in all lectures is required. Class size limited to 30 students.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
<b>Lernziel</b>	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in:				
	- evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries				
	- commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations				
	- micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution				
	- other critical factors required for maximum success of nutrition interventions				
<b>Inhalt</b>	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.				
<b>Skript</b>	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►►► Modul Infectious Diseases

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1708-00L	Infectious Disease Dynamics	W	4 KP	2V	R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-7408-00L	One Health	W	3 KP	2G	S. E. Ulbrich, T. Van Boeckel, J. Zinsstag
Kurzbeschreibung	Our health is irrevocably linked to those of animals and our environment. That is "One Health". This course will consolidate knowledge on the cause of diseases and the host's different defence mechanisms. Zoonotic diseases will be explored, along side arising issues concerning antibiotic resistance. Finally, the urgent yet challenging need for a multidisciplinary collaboration will be highlighted.				
Lernziel	Students will be able to understand, apply and disseminate the concept and methods of "One Health" regarding the respective different roles of the participating professionals across disciplines.  Particularly, students acquire knowledge on: • infectious agents (bacteria, virus, parasites), their virulence and contagiousness; • the way particular zoonotic diseases manifest in individual animals and humans; • how zoonotic diseases spread across certain areas and manifest as epidemic or pandemic; • treatment options including preventive actions.  Students are able to: • explain the theoretical foundations and paradigms of the concept of One Health • analyze links between humans, animals and the environment • apply game theoretical approaches • measure the benefits of a cooperation between stakeholders • design One Health interventions				

Inhalt	<p>Animals play an important role in the lives of humans across the globe. They provide food, fiber and livelihoods and are kept for travel, sport, education, or companionship. Over the last decades, global climate change and the worldwide land use alterations including deforestation and intensive farming practices have led to disruptions in environmental conditions and habitats that provide new opportunities for diseases to pass to animals.</p> <p>With the human population growing and expanding into geographic areas of former avoidance, more people live in close contact with wild and domestic animals, both livestock and pets. This close contact with animals provides increasing opportunities for zoonotic diseases to pass between animals and people, and to then spread among people. Zoonotic transmission can also occur in any context in which there is contact with or consumption of animals, animal products, or animal derivatives, which is likely in a companionistic (pets), economic (farming, trade, butchering), predatory (hunting, butchering or consuming wild game) or research context.</p> <p>The movement of people, animals, and animal products has increased due to the exponential enhancement of international mobility, travel and trade within the last century. As a result, both animal and human diseases can spread quickly around the globe, making issues of diseases not restricted to national borders.</p> <p>Thus, although the emergence of zoonotic diseases originated with the domestication of animals some thousands of years ago, only lately the spread of both endemic and new or emerging zoonotic diseases is of increasing worldwide concern as there has been a rise in frequency of appearance of new zoonotic diseases.</p> <p>Preventing strategies include hygiene techniques like hand washing, the use of aseptic material, wearing gloves and cooking food. Further treatment options include, but are not limited to vaccinations, the use of antimicrobial substances including antiseptics, disinfectants and antibiotics and pest control. Although antibiotic resistance occurs naturally, it is accelerated by the misuse of antibiotics in human and animal treatments. Thus, antibiotic resistance is one of the biggest threats to global health, food security, and development today.</p> <p>Agricultural Sciences, Veterinary medicine, Human Medicine and Environmental Sciences are core disciplines of importance. Professionals from animal (agricultural practitioners and scientists, veterinarians) and human health (doctors, nurses, public health practitioners, epidemiologists) as well as environment disciplines (ecologists, wildlife experts) together with policymakers need to communicate, collaborate on, and coordinate activities for successful public health interventions.</p>		
Skript	Study material: All lecture material will be provided via moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

### ►►► Modul Nutrition and Health

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				
Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: - maintenance of health, - prevention of chronic disease, - progression of chronic diseases... ...at different life-stages.				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			gefördert gefördert
<b>752-6402-00L</b>	<b>Nutrigenomics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>G. Vergères</b>
Kurzbeschreibung	Nutrigenomics - toward personalized nutrition? Breakthroughs in biology recently led nutrition scientists to apply modern tools (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, genetics, epigenetics) to the analysis of the interactions of food with humans. The lecture presents these tools and illustrates their application in selected topics relevant to human nutrition and food sciences.				
Lernziel	- Overall understanding of the transdisciplinary research being conducted under the term nutrigenomics. - Overall understating of the omics technologies used in nutrigenomics and their applications to human nutrition and food science. - Ability to critically evaluate the potential and risks associated with the field of nutrigenomics				
Inhalt	- For the content of the script see section "Skript" below - The lecture is completed by presentations of the students (in group) of material related to the lecture.				
Skript	The script is composed of circa 440 slides (ca 15 slides/lecture) organized in 9 modules				
	Module 0 Nutrigenomics – Towards personalized nutrition				
	Module A Nutritional genomics				
	Module B Gut microbial genomics and nutrition				
	Module C Nutritional epigenomics				
	Module D Transcriptomics in nutrition research				
	Module E Proteomics in nutrition research				
	Module F Metabolomics in nutrition research				
	Module G Nutritional systems biology				
	Module H Personalized nutrition – opportunities and challenges				
Literatur	No extra reading requested. Most slides in the lecture are referenced with web addresses.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic training in biochemistry, molecular biology, physiology, and human nutrition. Interest in interdisciplinary sciences linking molecular biology to human health. Interest in the application of analytical laboratory methods to the understanding of human biology, in particular nutrition.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert geprüft
<b>752-6303-00L</b>	<b>Neurobiology of Eating and Drinking ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Burdakov</b>
Kurzbeschreibung	What neurons make us eat or drink? The course offers a multidisciplinary perspective on how the brain generates appetite and consumption, including approaches from biology and psychology, and modern experimental paradigms such as optogenetics. It will focus on analysis of recent primary research papers illustrating a selection of fundamental discoveries in this field in the past few years.				
Lernziel	Explain how specific neural circuits control eating and drinking, including insights from multiple experimental paradigms with appreciation of their limitations and solutions to these limitations.  Summarize detailed and specific primary research data into a more general picture, and communicate this process to a large audience in a clear way, including answering audience questions.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced neurobiology course, which is based on advanced research literature (academic reviews and original research articles), rather than textbooks. Knowledge of basic ("textbook-level") neurobiology is required in order to follow this course. Students who had basic courses in neurobiology during their bachelor (e.g. Physiology and Anatomy 1 and 2 of the ETH Food Science bachelor) will be sufficiently prepared for this course. Students without any background in neurobiology may need to do additional independent study in order to follow the course, since not much time will be dedicated to repeating basic neurobiology information during this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
<b>752-5102-00L</b>	<b>Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome</b> <i>Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Bokulich, A. Greppi, A. Lavrinenko, B. Pugin, M. Stevens</b>

Kurzbeschreibung	In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psycho-biotics have on consumer's health.		
Lernziel	In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.		
Inhalt	<p>We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering</li> <li>• Gut microbiota in host health and disease</li> <li>• Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics</li> <li>• Impact of food additives on gut microbiota</li> </ul> <p>Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.</p> <p>At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Verhandlung	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	

### ►►► Modul Environment and Health

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1312-00L	<b>Ecotoxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>K. Schirmer, E. Janssen</b>
Kurzbeschreibung	This course will take up the principles of environmental chemistry and ecotoxicology from the bachelor courses and deepen the understanding on selected topics. Linkages will be made between i) bioavailability and effects, ii) structures of compounds and modes of toxic action, iii) effects over various biological levels, moderated by environmental factors, iv) chemical and biological assessments				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the key processes involved in fate, behavior and the bioaccumulation of (mainly) organic contaminants</li> <li>• demonstrate overview on and understanding of mechanisms of toxicity</li> <li>• relate structures and characteristics of compounds with effects</li> <li>• explain processes in hazard assessment and risk assessment</li> <li>• obtain further insight in integrative approaches in ecotoxicology</li> </ul>				
Inhalt	<p>Units 1-4: Interactions of chemicals with the (a)biotic environment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physico-chemical properties</li> <li>- partitioning processes in environmental compartments</li> <li>- chemical analysis and effect directed analysis</li> <li>- partitioning to biological phases</li> <li>- uptake and elimination (Toxicokinetics part 1)</li> <li>- exercise: personal student chemicals and their environmental behavior</li> </ul> <p>Units 5-7: Toxicokinetics and Toxicodynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- toxicokinetic mechanisms: biotransformation and elimination</li> <li>- baseline toxicity, internal concentrations, molecular targets</li> <li>- specific molecular mechanisms of toxic actions – classification</li> <li>- consequences for organism/population function</li> <li>- Exercise: databases and estimation of toxicity</li> </ul> <p>Unit 8-10: Toxic effects: from molecular to ecosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biological analysis and -omics approaches</li> <li>- level of complexity: molecules–cells–organisms–ecosystems</li> <li>- stress- and adaptive responses</li> <li>- multiple species concept</li> <li>- metal ecotoxicology</li> </ul> <p>Unit 11-14: Stressor and exposure scenarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mixtures and multiple stressors</li> <li>- targets and non-targets</li> <li>- dynamic exposures, time and dose, risk assessment</li> <li>- (inter) national case studies and linkage of learned concepts with approaches in practice</li> <li>- Exercise: linking compounds with modes of toxic action</li> </ul>				
Skript	Material will be in the form of copies of lecture slides, selected publications and exercise material.				
Literatur	<p>R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, third edition, Wiley, 2005</p> <p>Principles of ecotoxicology, CH Walker, RM Sibly, SP Hopkin, DB Peakall, fourth edition, CRC Press, 2012</p>				

Voraussetzungen / Besonderes	Required: 1. Basics in environmental chemistry 2. Basics in environmental toxicology				
<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				
Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)  Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				



Skript	Handouts will be distributed.
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.

## ►► Term Paper

*The compulsory term paper course is offered in the autumn semester only.*

## ►► Methodische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-2110-00L</b>	<b>Multivariate Statistical Analysis ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Hartmann, A. Bearth</b>
Kurzbeschreibung	Es wird in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Lernziel	Studierenden lernen multivariate Analysemethoden anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren, durch Theorie und Übung.				
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die theoretischen und auswertungstechnischen Grundlagen der multivariaten Analysemethoden vermittelt, die in den Bereichen Lebensmittelsensorik, Verbraucherverhalten und Umweltwissenschaften verbreitet eingesetzt werden. Damit die Studierenden über die erforderlichen Grundlagen verfügen, werden sie zu Beginn der Veranstaltung in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und die Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Literatur	Field, A. (2013). Discovering Statistics Using SPSS (4th edition). Sage Publications. ISBN: 1-4462-4918-2 (and any other edition)				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs wird auf English gehalten. Dieser Kurs wird im Hörsaal stattfinden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-2310-00L</b>	<b>Physical Characterization of Food</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. A. Fischer, R. Mezzenga</b>
Kurzbeschreibung	In Physical Characterization of Food introductions into several measuring techniques to study complex colloidal food system are given. Lectures focus on scattering techniques, interfacial tension measurements, ellipsometry, microscopy, NMR, and thermoanalysis. The measuring principles and their application in food science and related areas will be discussed.				
Lernziel	The basic principles of several frequently used characterization methods and their application will be presented. The course is intended to spread awareness on the capability of physical measuring devices used in food science and related areas as well as provide a guidance for their usage and data interpretation.				
Inhalt	Lectures will be given on light scattering techniques (4h), interfacial tension measurements (4h), ellipsometry (2h) microscopy (4h), small angle scattering (6h), NMR (2h), and thermoanalysis (2h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>752-6201-00L</b>	<b>Research Methodology in Nutrition</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli</b>
Kurzbeschreibung	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics/nutrigenomics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research.				
Lernziel	The following aims should be achieved during this course: 1) Students get insights into different methodologies applied in nutritional research and get an idea of when and how to use them. 2) Students practice to prepare their own mini lectures in order to teach their peers on predefined topics.				
Inhalt	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research. The course is divided into four core topics and each of those is a combination of frontal lectures with team teaching amongst the students. Each student will prepare mini lectures for their peers on pre-defined questions within the core topics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Ergänzung

### ►► Food Biotechnology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>752-5102-00L</b>	<b>Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome</b> <i>Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Bokulich, A. Greppi, A. Lavrinienko, B. Pugin, M. Stevens</b>
Kurzbeschreibung	In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psycho-biotics have on consumer's health.				
Lernziel	In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.				
Inhalt	We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering</li> <li>• Gut microbiota in host health and disease</li> <li>• Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics</li> <li>• Impact of food additives on gut microbiota</li> </ul> <p>Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.</p> <p>At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

<b>751-7800-00L</b>	<b>Quality of Products of Animal Origin</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova</b>
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	<p>- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality</p> <p>- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool</p> <p>- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality</p> <p>- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)</p> <p>- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)</p> <p>- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)</p> <p>- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures</p>				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		

## ►► Food Chemistry

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1022-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Nyström, M. Erzinger</b>
Kurzbeschreibung	This course is centered in cereal chemistry: main chemical components related to physicochemical, technological and nutritional properties of grain products.				
Lernziel	The main goal of the course are: Understand the chemical composition and properties of cereal grains as raw materials for food, changes in composition during grain processing, and the effects of both on the nutritional properties of grain based products, such as breads, pasta, and breakfast cereals.				

Inhalt	The course covers fundamental and modern aspects of cereal chemistry: composition of grains, physicochemical properties of main grain components (starch, proteins, fibres, lipids), and their effects on technological and nutritional properties of cereal grain products. Focus is put on chemical reactions and changes during common food processing (dough making, baking, extrusion, fermentation), reflecting also their effects on the nutritional and sensory properties of grain products. Furthermore, a special emphasis is put on dietary fibres and related phytochemicals in grains: Different dietary fibre compounds found in cereals and cereal products (cellulose, arabinoxylan, beta-glucan, resistant starch etc.), co-passengers of dietary fibre (phenolic acids, plant sterols, tocols, folates, alkylresorcinols, avenanthramides), factors affecting their levels in foods, and methods used for the analysis of their content and composition.
Skript	The lectures are supplemented with handouts./ Es werden Beilagen zur Vorlesung abgegeben.
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Lebensmittelchemie I/II und Lebensmittelanalytik I/II (oder Gleichwertiges)

<b>752-2310-00L</b>	<b>Physical Characterization of Food</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. A. Fischer, R. Mezzenga</b>
Kurzbeschreibung	In Physical Characterization of Food introductions into several measuring techniques to study complex colloidal food system are given. Lectures focus on scattering techniques, interfacial tension measurements, ellipsometry, microscopy, NMR, and thermoanalysis. The measuring principles and their application in food science and related areas will be discussed.				
Lernziel	The basic principles of several frequently used characterization methods and their application will be presented. The course is intended to spread awareness on the capability of physical measuring devices used in food science and related areas as well as provide a guidance for their usage and data interpretation.				
Inhalt	Lectures will be given on light scattering techniques (4h), interfacial tension measurements (4h), ellipsometry (2h) microscopy (4h), small angle scattering (6h), NMR (2h), and thermoanalysis (2h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Food Microbiology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1202-00L</b>	<b>Food Safety and Quality Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Gude</b>
Kurzbeschreibung	The course procures the general rules of a quality management system and its application in the food chain to guarantee food safety. Therefore the HACCP concept will be touched in relation to risk management and risk assessment. Furthermore the origin of limits as well as the analytical proof will be highlighted. Finally general principles of laboratory testing will be discussed.				
Lernziel	Comprehensive knowledge to take over the responsibility for and organisation of quality assurance in a food processing environment. Awareness of the impact of legal, economic, cultural, and consumer related factors on the food system are known. Identification of major challenges in the agro-food-health chain can be identified				
Inhalt	The following topics are discussed Definition of (Food) Quality TQM/quality management Q.A in the food chain (manufacturer/retail) Food Quality, -Safety (also give by examples) Food Limits - origin of and how to get them HACCP introduction, risk management, -assessment Self control concepts GFSI/Standards BRC, IFS, ISO Statistical Process Control Risk Assessments on examples for biological and chemical hazards will be discussed				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
<b>752-3024-00L</b>	<b>Hygienic Design</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Riedl</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course Hygienic Design covers the special requirements in the design of equipment and components used in food production. Material science and surface treatments are as important as the cleaning mechanisms of these surfaces. Explanations of basic design requirements in food production areas, as well as the relevant regulations associated, are covered in this course.				
Lernziel	To identify and evaluate hazards of food safety which can come from the equipment used in the food processing. Understanding of the most important design principles for easy cleaning of machinery and equipment.				
<b>752-4010-00L</b>	<b>Problems and Solutions in Food Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp, M. Schmelcher</b>
	<i>Prerequisites: It is essential to have a basic knowledge in General Microbiology and Food Microbiology. If students have not taken appropriate courses, it is strongly recommended to consult with the lecturer before attending this seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	A journal-club style seminar, in which preselected recent scientific articles are analyzed, presented and discussed by students. The relevant topics are selected from the wider area of food microbiology, including fundamental and applied disciplines. Students learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Lernziel	Students will learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Inhalt	Several pre-selected, recently published papers will be up for selection by the students. All papers were selected from recent literature and reflect the wider area of food microbiology, including fundamental research (molecular biology, genetics, biochemistry) and applied disciplines (diagnostics, control, epidemiology). Groups of 2 students each will pick a paper for in-depth analysis (mostly work done at home and/or library) and presentation to the other students.				
Skript	No script needed. Pre-selected papers will be assigned to student groups in the kick-off meeting (first lecture); PDF copies will be available to all students.				
Literatur	No specific books needed. Access to a library and web-based literature search is required.				

Voraussetzungen / Besonderes	Teamwork in small groups of 2 students				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>752-5102-00L</b>	<b>Functional Microorganisms in Foods and the Human Microbiome</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Bokulich, A. Greppi, A. Lavrinienko, B. Pugin, M. Stevens</b>
	<i>Change of title from "Food Fermentation Biotechnology"</i>				
Kurzbeschreibung	In this course we will examine selected topics on the use of functional microbes in food and in digestive health, including metabolic engineering of microorganisms for producing high quality and safe food and food ingredients, to gut microbiome and its role in health and disease as well as the impact that diet and pro, pre and psycho-biotics have on consumer's health.				
Lernziel	In this course you will analyze the roles of functional microorganisms in food production and digestive health, and use this as a basis to develop innovative biotechnological applications. At the end of this course you will be able to independently evaluate the roles and applications of functional microorganisms in food and ingredient fermentation, digestive health, and systematically plan new approaches and processes for food and ingredient fermentation. Moreover, you will efficiently develop and formulate a research proposal and present it to an audience.				
Inhalt	We will examine diverse applications of functional microorganisms in the production of foods and food ingredients, as well as the role of functional microorganisms in digestive health. The main topics covered during the lecture include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering</li> <li>• Gut microbiota in host health and disease</li> <li>• Modulation of gut microbiota via probiotics, prebiotics, postbiotics and psychobiotics</li> <li>• Impact of food additives on gut microbiota</li> </ul> <p>Via interactive workshops, students will learn how to develop a research questions and objective and write and formulate a research proposal. Moreover, they will acquire skills on how to assemble a bacterial genome.</p> <p>At the end of the course, students will be required to write a proposal grant and complete a group project on a selected topic and process evaluation. The project will involve information research and analysis followed by an oral presentation of the research proposal.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ►► Food Sensory Science and Consumer Behaviour

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation		
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>752-2102-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Sensory Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Nuessli Guth</b>
Kurzbeschreibung	Extension of the basics in Food Sensory Science with important topics such as Sensory Quality Control and Sensory Methods for Consumer Tests. Project work on a selected topic with presentation and written report.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gain an overview on sensory methods for consumer tests</li> <li>- understand the challenges of sensory verbalization</li> <li>- describe methods for sensory quality control</li> <li>- conduct a small project in teams on a specific topic with questionnaire development and take the lead in a practical experiment (e.g. CATA, TDS)</li> <li>- select appropriate methods for data analysis</li> <li>- reporting of results in written and oral form</li> </ul>		
Skript	Handouts distributed in class.		
Literatur	Information given in class.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic principles in Food Sensory Science are required, e.g. attendance of the lecture 'Lebensmittelsensorik' (752-2101-00 G) or similar.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>752-2110-00L</b>	<b>Multivariate Statistical Analysis ■</b>	<b>W 3 KP 2V</b>	<b>C. Hartmann, A. Bearth</b>
Kurzbeschreibung	Es wird in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.		
Lernziel	Studierenden lernen multivariate Analysemethoden anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren, durch Theorie und Übung.		
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die theoretischen und auswertungstechnischen Grundlagen der multivariaten Analysemethoden vermittelt, die in den Bereichen Lebensmittelsensorik, Verbraucherverhalten und Umweltwissenschaften verbreitet eingesetzt werden. Damit die Studierenden über die erforderlichen Grundlagen verfügen, werden sie zu Beginn der Veranstaltung in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und die Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.		
Literatur	Field, A. (2013). Discovering Statistics Using SPSS (4th edition). Sage Publications. ISBN: 1-4462-4918-2 (and any other edition)		
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs wird auf English gehalten. Dieser Kurs wird im Hörsaal stattfinden.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert
<b>752-6303-00L</b>	<b>Neurobiology of Eating and Drinking ■</b>	<b>W 3 KP 2G</b>	<b>D. Burdakov</b>
Kurzbeschreibung	What neurons make us eat or drink? The course offers a multidisciplinary perspective on how the brain generates appetite and consumption, including approaches from biology and psychology, and modern experimental paradigms such as optogenetics. It will focus on analysis of recent primary research papers illustrating a selection of fundamental discoveries in this field in the past few years.		
Lernziel	Explain how specific neural circuits control eating and drinking, including insights from multiple experimental paradigms with appreciation of their limitations and solutions to these limitations.  Summarize detailed and specific primary research data into a more general picture, and communicate this process to a large audience in a clear way, including answering audience questions.		
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced neurobiology course, which is based on advanced research literature (academic reviews and original research articles), rather than textbooks. Knowledge of basic ("textbook-level") neurobiology is required in order to follow this course. Students who had basic courses in neurobiology during their bachelor (e.g. Physiology and Anatomy 1 and 2 of the ETH Food Science bachelor) will be sufficiently prepared for this course. Students without any background in neurobiology may need to do additional independent study in order to follow the course, since not much time will be dedicated to repeating basic neurobiology information during this course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► Public Health Nutrition

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention W</b>		<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: <ul style="list-style-type: none"> <li>- maintenance of health,</li> <li>- prevention of chronic disease,</li> <li>- progression of chronic diseases...</li> </ul> ...at different life-stages.				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
Lernziel	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in: <ul style="list-style-type: none"> <li>- evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries</li> <li>- commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations</li> <li>- micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution</li> <li>- other critical factors required for maximum success of nutrition interventions</li> </ul>				
Inhalt	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.				
Skript	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-6202-00L</b>	<b>Nutrition Case Studies ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	In groups, students address real-world case studies focusing on the links between nutrition and health. Each case is introduced in a case brief and presented to the class by the respective group, followed by a class discussion facilitated by the group and the lecturer. Cases cover diverse topics in public health.				
Lernziel	In this course, students develop their communication and problem solving skills, as well as critical thinking ability.				
	At the end of this course students can:				
	- Understand the relationships between nutrition/diets and several major diseases/health outcomes;				
	- Integrate knowledge on diet/nutrition, health/disease and methodologies in nutrition sciences;				
	- Make evidence-based decisions/recommendations by gathering and analyzing scientific information.				
Skript	Presentation slides, case studies, and relevant literature will be shared.				
Literatur	Relevant scientific literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to attend and actively participate in the course, which includes the presentation of a case study (in groups), critical reading of pertinent literature, and active participation in class discussions.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Projektmanagement	geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
			Menschenführung und Verantwortung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
		Verhandlung	geprüft	
		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

<b>752-6201-00L</b>	<b>Research Methodology in Nutrition</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli</b>
Kurzbeschreibung	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics/nutrigenomics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research.				
Lernziel	The following aims should be achieved during this course: 1) Students get insights into different methodologies applied in nutritional research and get an idea of when and how to use them. 2) Students practice to prepare their own mini lectures in order to teach their peers on predefined topics.				
Inhalt	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research. The course is divided into four core topics and each of those is a combination of frontal lectures with team teaching amongst the students. Each student will prepare mini lectures for their peers on pre-defined questions within the core topics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			

### ►► Safety and Quality in Agri-Food Chain

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1000-00L</b>	<b>Praxisprojekte Agro-Food ■</b> <i>Voraussetzung: abgeschlossenes Bachelorstudium!</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4U</b>	<b>B. Dorn, M. Schuppler, A. Walter, H. Adelman, G. Aichinger, M. A. Alvarez Salas, M. Chapman, M. Erzinger, A. K. Gilgen, A. Hässig-Wegmann, F. Hess, J. Jacobi, G. Kaufmann, A. Knörr, F. Michel, S. Nanzer, A. Oberson Dräyer, C. Oppliger, M. Terranova, H. R. Wettstein, L. Zachmann, P. Züblin</b>
Kurzbeschreibung	Studierende bearbeiten in Projektteams Fragestellungen von Praxispartnern aus dem Agro-Food Bereich. Sie entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und wenden dabei ihre im Studium sowie im Rahmen der Lehrveranstaltung erworbenen fachspezifischen, methodenspezifischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen an.				
Lernziel	Die Studierenden - arbeiten im Team und entwickeln wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungen für die Fragestellungen des Praxispartners oder der Praxispartnerin; - präsentieren die entwickelten Lösungen in mündlicher und schriftlicher Form nachvollziehbar, überzeugend und adressatengerecht; - reflektieren den Arbeitsprozess und das Projektergebnis individuell, im Team, mit den Coaches sowie dem/der Praxispartner:in und ziehen daraus Konsequenzen für ihr Handeln im laufenden Projekt sowie für zukünftige Team- und Projektarbeiten.				
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Praxisprojekte Agro-Food vermittelt den Studierenden der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften die Fähigkeit, in Teams an realen Fragestellungen aus dem Agro-Food Bereich zu arbeiten. Die Studierenden erweitern und vertiefen dabei die vielfältigen im Studium erworbenen Kompetenzen. Sie lernen eigenverantwortlich eine Projektarbeit zu strukturieren, zu koordinieren und durchzuführen, um komplexe Aufgabestellungen zu lösen. Dabei entwickeln sie wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsvorschläge und präsentieren diese dem/der Praxispartner:in und einem breiten Fachpublikum. Vier vorgegebene Lieferobjekte dienen der Strukturierung der Projektarbeit. Während der Projektarbeit werden die Studierendenteams von Coaches der beiden Studienrichtungen begleitet und unterstützt.  Die Studierenden reflektieren regelmässig den Projektfortschritt sowie die Zusammenarbeit im Studierendenteam, mit ihrem/ihrer Praxispartner:in und mit ihren Coaches. Sie ziehen daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit am aktuellen Projekt und in Bezug auf ihr Handeln in zukünftigen Team- und Projektarbeiten. Zudem begleiten sich zwei Studierendenteams während der Projektarbeit und erteilen sich gegenseitig fundierte Rückmeldungen zum Projektfortschritt und zum Projektergebnis. Dadurch vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, konstruktiv und nachvollziehbar zu kommunizieren sowie sich mit Rückmeldungen auseinanderzusetzen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtssprache: Deutsch Students who do not understand German should get in touch with study coordinator (emma.lindberg@usys.ethz.ch)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
Soziale Kompetenzen		Verhandlung			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
		Persönliche Kompetenzen			
<b>751-3402-00L</b>	<b>Pflanzenernährung II - Integriertes Nährstoffmanagement</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Frossard,</b> E. K. Bünemann König, A. Oberson Dräyer, M. Wigganhauser
	<i>Nur für Studierende der Agrarwissenschaften und Studierende in Umwelt- und Lebensmittelwissenschaften, welche die 751-3401-00L Pflanzenernährung I erfolgreich absolviert haben.</i>				
Kurzbeschreibung	Umfassendes Verständnis der Nährstoffflüsse in Agrarökosystemen mit dem Ziel, die Nährstoffausnutzungseffizienz im System Boden/Pflanze/Dünger zu maximieren und Nährstoffverluste an die Umwelt zu minimieren, bei gleichzeitig optimaler Nährstoffversorgung der Pflanzen. Methoden zur Nährstoffbilanzierung, Nährstoffzufuhr- und -wegfuhrgrößen und deren optimale Handhabung werden behandelt.				
Lernziel	Nach dieser Vorlesung kennen die Studierenden die Eigenschaften verschiedener Dünger und sind befähigt, Nährstoffbilanzen zu erstellen und Agrarökosysteme als Nährstoffemittenten an die Umwelt zu evaluieren. Sie können Massnahmen vorschlagen, welche diese Nährstoffverluste reduzieren unter gleichzeitig maximaler Nährstoffausnutzung und optimaler Nährstoffversorgung der Pflanze.				
Inhalt	Der Kurs vermittelt fundierte Kenntnisse über Integriertes Nährstoffmanagement in Agrarökosystemen mit dem Ziel, die Nährstoffausnutzungseffizienz durch die Kulturpflanzen zu maximieren und Nährstoffverluste an die Umwelt bei gleichzeitig optimaler Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen zu minimieren. Zuerst werden Nährstoffzufuhr- und -wegfuhrgrößen behandelt. Diese umfassen organische (z.B. Hofdünger, Pflanzenrückstände, rezyklierte organische Abfälle) und mineralische Dünger (z.B. Mineralien, Produkte der Rezyklierung), symbiotische Stickstofffixierung, Nährstoffdeposition und Nährstoffverluste durch verschiedene Pfade. Massnahmen zur Reduktion von Nährstoffverlusten an die Umwelt werden vorgestellt. Danach werden Methoden der Nährstoffbilanzierung erlernt und Bilanzen auf unterschiedlichen Agrarökosystem-Ebenen studiert. Anhand von Fallstudien aus nährstoffreichen und nährstoffarmen Agrarökosystemen werden Strategien für ein optimales Nährstoffmanagement diskutiert, welche die Eigenschaften von Boden, Pflanzen und Düngern integrieren. Insbesondere das Behandeln von Fallstudien resultiert in interaktiven Vorlesungsstunden. Übungen dienen der Festigung des Stoffes. Darüber hinaus vertiefen die Studierenden ein Thema ihrer Wahl. Sie analysieren entweder eine wissenschaftliche Publikation oder den Nährstoffhaushalt eines Betriebs mittels Suissebilanz, inkl. Erarbeitung eines Szenarios unter veränderter Bewirtschaftung. Dabei üben die Studierenden das Arbeiten in Gruppen, präsentieren die Ergebnisse in einem Vortrag (oder in einem kurzen Bericht), nehmen Rückmeldungen von Kommilitonen entgegen und geben selber Rückmeldungen zu den Vorträgen anderer ab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>751-4902-00L</b>	<b>Modern Pesticides - Mode of Action, Residues and Environmental Fate</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Poiger, M. E. Balmer, I. J. Bürge</b>
Kurzbeschreibung	The biochemical principles of the mode of action of current use plant protection products (PPP) are presented. Important topics are mechanisms for selectivity, development of resistance, residue formation in crops and food safety as well as behavior in the environment.				
Lernziel	The structures and modes of action of current use pesticides (synthetical compounds, natural compounds) are presented. The structure-activity relationships lead to considerations of actual use conditions in crops such as fungicides in viticulture, residues in edible parts of treated plants, possible side effects and environmental fate.				
Inhalt	After a short introduction on pesticide registration (administrative process as in Switzerland and EC, food safety), the biochemical background of the mode of action of important groups of current use PPP active ingredients is presented. Furthermore, selectivity of pesticides, leaching of herbicides to groundwater, accumulation of pesticides in soil, development of resistance of fungicides, formation of residues in edible parts of the crops, and side-effects on non-target organisms shall be covered.				
Skript	An e-script (pdf-files) is provided as download at the beginning of spring term.				
Literatur	none				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>752-3024-00L</b>	<b>Hygienic Design</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Riedl</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course Hygienic Design covers the special requirements in the design of equipment and components used in food production. Material science and surface treatments are as important as the cleaning mechanisms of these surfaces. Explanations of basic design requirements in food production areas, as well as the relevant regulations associated, are covered in this course.				
Lernziel	To identify and evaluate hazards of food safety which can come from the equipment used in the food processing. Understanding of the most important design principles for easy cleaning of machinery and equipment.				
<b>752-4010-00L</b>	<b>Problems and Solutions in Food Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp,</b> M. Schmelcher
	<i>Prerequisites: It is essential to have a basic knowledge in General Microbiology and Food Microbiology. If students have not taken appropriate courses, it is strongly recommended to consult with the lecturer before attending this seminar.</i>				



Kurzbeschreibung	A journal-club style seminar, in which preselected recent scientific articles are analyzed, presented and discussed by students. The relevant topics are selected from the wider area of food microbiology, including fundamental and applied disciplines. Students learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.		
Lernziel	Students will learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.		
Inhalt	Several pre-selected, recently published papers will be up for selection by the students. All papers were selected from recent literature and reflect the wider area of food microbiology, including fundamental research (molecular biology, genetics, biochemistry) and applied disciplines (diagnostics, control, epidemiology). Groups of 2 students each will pick a paper for in-depth analysis (mostly work done at home and/or library) and presentation to the other students.		
Skript	No script needed. Pre-selected papers will be assigned to student groups in the kick-off meeting (first lecture); PDF copies will be available to all students.		
Literatur	No specific books needed. Access to a library and web-based literature search is required.		
Voraussetzungen / Besonderes	Teamwork in small groups of 2 students		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft gefördert gefördert

752-1202-00L	Food Safety and Quality Management	W	3 KP	2G	T. Gude
Kurzbeschreibung	The course procures the general rules of a quality management system and its application in the food chain to guarantee food safety. Therefore the HACCP concept will be touched in relation to risk management and risk assessment. Furthermore the origin of limits as well as the analytical proof will be highlighted. Finally general principles of laboratory testing will be discussed.				
Lernziel	Comprehensive knowledge to take over the responsibility for and organisation of quality assurance in a food processing environment. Awareness of the impact of legal, economic, cultural, and consumer related factors on the food system are known. Identification of major challenges in the agro-food-health chain can be identified				
Inhalt	The following topics are discussed Definition of (Food) Quality TQM/quality management Q.A in the food chain (manufacturer/retail) Food Quality, -Safety (also give by examples) Food Limits - origin of and how to get them HACCP introduction, risk management, -assessment Self control concepts GFSI/Standards BRC, IFS, ISO Statistical Process Control Risk Assessments on examples for biological and chemical hazards will be discussed				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			geprüft geprüft

751-7800-00L	Quality of Products of Animal Origin	W	3 KP	3G	M. Niu, J. Berard, M. Kreuzer, Y. Li, S. Räisänen, M. Terranova
Kurzbeschreibung	Relevant quality traits of milk, meat and eggs as well as the influencing factors and the evaluation methods are taught in the form of lectures and laboratory training. Effects throughout the whole chain from production on farm via processing to the products ready for sale are covered, with special emphasis on economically relevant issues.				
Lernziel	After attending the course, the students are able to name, describe and interpret the important properties describing the quality of milk, meat and eggs. They know about the possibilities to modify the quality in the areas genetics, feeding, husbandry and processing. They have learned in laboratory exercises how to operate the corresponding devices for measuring quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chapter 1. Introduction: Course program and conditions, goals of the course, definition of product quality</li> <li>- Chapter 2. Products from slaughtered animals: Harvest of carcasses, carcass quality and its modification, meat and meat products, leather and wool</li> <li>- Chapter 3. Dietetic quality of products of animal origin: macro- and micro-nutrients, undesired substances, harmful substances, microbial load, modification of dietetic quality</li> <li>- Chapter 4. Physicochemical attributes of products of animal origin: Sensory quality attributes, fat-dependent quality attributes, protein-dependent attributes/water-binding capacity, tenderness (includes a lab exercise on meat quality determination)</li> <li>- Chapter 5. Milk and milk products: milk constituents, determination of milk quality, modification of milk quality, processing technology, spectrum of milk products (includes a lab exercise on milk quality determination)</li> <li>- Chapter 6. Eggs: Properties of shell and egg content, determination of egg quality, modification of egg quality, products from entire eggs, yolk and albumen (includes a lab exercise on egg quality determination)</li> <li>- Chapter 7. Marketing of high-quality products of animal origin: quality-based payment schemes, label production, ISO certification, marketing measures</li> </ul>				
Skript	The students will get copies of the slides as pdf's to be downloaded via Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course includes laboratory exercises deepening the theoretical parts of the course. Credit points can be obtained in a written exam after the end of the spring semester (please note: no 'Open Books' exam).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>751-0021-01L</b>	<b>World Food System Summer School (FS)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>This Summer School is not offered in Spring 2024.</i>	<b>W Dr</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	This 2 week residential summer school gives university students and young professionals the chance to understand the challenges and opportunities of the world food system and explore their role in creating change. The course is hosted in Rheinau, Switzerland.				
Lernziel	Understand: the science, relationships, interactions and trade-offs in food systems; potential interventions; and the cultural, socio-political, economic and environmental factors to be considered when designing interventions. Build skills in: systems thinking, design thinking, multi-cultural and multi-disciplinary collaboration, participatory processes. Connect to: a network of expert faculty/ scientists/ practitioners.				
Inhalt	The content will include an overview of the world food system, challenges and solution approaches. The detailed course content will be available in the course flyer, which will available at <a href="http://www.worldfoodsystem.ethz.ch/education/summer-schools.html">http://www.worldfoodsystem.ethz.ch/education/summer-schools.html</a>				
Literatur	Participants will receive pre-reading material and a pre-assignment to be completed before the course commences.				
Voraussetzungen / Besonderes	No prerequisites. Program is open to Masters and PhD students and in special cases upper level Bachelor students. All students (including those from ETH Zurich) must apply through a competitive application process.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-4204-01L</b>	<b>Horticultural Science: Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Näf, A. Bühlmann, C. Carlen, M. Lutz, K. Mackie-Haas</b>
Kurzbeschreibung	Aspekte von vier Spezialkulturwertschöpfungsketten werden in je 3 Lektionen behandelt. Wissensvermittlungsblöcke werden mit einfachen Gruppenarbeiten aufgelockert. Die Studierenden teilen sich dann in 4 Gruppen, um eine Fallstudie zu bearbeiten. Deren Ergebnis wird auf einem Poster dokumentiert und an einem Abschlusskolloquium mit allen Studierenden vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	Erreichung eines vertieften Verständnisses ausgewählter Herausforderungen von Spezialkulturwertschöpfungsketten im Zusammenhang mit der Transformation von Lebensmittelsystemen und agrarökologischen Grundsätzen. Einschätzung von laufenden Arbeiten der Praxisforschung in diesem Zusammenhang. Teampräsentation eines wissenschaftlichen Posters, das die Ergebnisse der Fallstudie präsentiert.				
Inhalt	Die angesprochenen Spezialkulturen und Wertschöpfungsketten sind Obstbau, Gemüsebau, substratbasierte und geschützte Produktion sowie Weinbau. Die ausgewählten Themen befassen sich mit Herausforderungen in Bezug auf Aspekte der Transformation von Lebensmittelsystemen und mit Problemen, die mit agrarökologischen Grundsätzen in Konflikt stehen und in laufenden angewandten Forschungs- und Entwicklungsprojekten behandelt werden.				
Skript	Präsentationen, die während der Vorlesungen gehalten wurden. Zitierte Referenzen und andere Dokumente, die während Gruppenarbeiten zur Verfügung gestellt wurden.				
Literatur	Von den Dozierenden zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs baut auf den Grundkenntnissen auf, die im Bachelorkurs "Hortikultur" vermittelt werden. Falls dieser Kurs nicht besucht worden ist, werden analoge Kenntnisse und Erfahrungen eine erfolgreiche und produktive Teilnahme an diesem Kurs stark unterstützen. Sprache: Englisch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-1555-00L</b>	<b>Empirical Agricultural Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stetter, I. Parikoglou</b>
Kurzbeschreibung	This course covers quantitative methods to answer empirical research questions in agricultural economics and related disciplines. Such questions include causes of agricultural outcomes and effects of policies. Covered: Regression Analysis, Difference-in-Difference, Agricultural Production Analysis, Non-linear climate impacts and more. Lectures and practical exercises.				
Lernziel	After successful completion of the course, the students understand the potential and limitations of different econometric methods to answer their research questions. They understand the assumptions that need to be fulfilled and they know how to apply the methods. When they see applications of the methods, they can assess the reliability of the results.				

Inhalt	Regression, Difference-in-Difference, Regression Discontinuity Design, Non-linear Effects, Weather Risks and Climate Change in Agriculture, Weather Data handling Production economics				
Literatur	Angrist and Pischke: Mastering Metrics Greene: Econometric Analysis				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in microeconomic theory, statistics, and econometric analysis is clearly helpful but not required. Experience with the application of statistical software is advantageous too.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-5500-00L</b>	<b>Simulations, Sensors and Data in Agri-Food Supply Chains for Sustainable Nutrition</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>T. Defraeye</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with knowledge and skills on how to apply physics-based simulations, sensing and data analytics in the supply chain of horticultural crops. The targets are to use these technologies to better preserve food quality, extend shelf life and reduce food waste and the carbon footprint to sustainably provide accessible, affordable, appealing and nutritious food for the world.				
Lernziel	The course targets the postharvest part of the supply chain, as products pass through pre-cooling facilities, refrigerated containers and trucks, and cold storage facilities, before arriving at the retailer and consumer. We target supply chains of both domestic and tropical horticultural crops, including apple, citrus, mangoes, and berries. In addition, other applications in agri-food chains are highlighted, such as preharvest sensing and monitoring for horticultural crops, as well as physics-based simulations, sensing and data analytics in supply chains of foods. We also link to foods of animal origin (meat or milk).				
	In the course, we target innovative solutions that are enabled by the augmented insight that simulations and sensing provide with respect to the biophysical processes driving food decay in the cold chain. The course focuses on digital tools for the agri-food chain, such as digital twins, food simulants, data analytics, data science, and sensors.				
	A key objective is to gain specialized knowledge in order to:				
	- Identify which postharvest practices are most suitable for a certain produce and supply chain (e.g., dynamic controlled atmosphere, modified atmosphere packaging, ethylene scrubbing, passive evaporative cooling) for developed and developing countries				
	- Identify which heat and mass transfer processes (e.g., conduction, convection, radiation, respiration, evaporation) play a key role for a certain produce and supply chain				
	- Identify which state-of-the-art sensing technology is most optimal for a certain produce and supply chain (e.g., wireless communication, blockchain technology, and biophysical twins)				
	- Assess if a physics-based model and simulation is built up according to best practices, and if the reported results are realistic				
	- Understand the link of the cooling process to the evolution of food quality attributes				
	- Understand the role and impact of descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive data analytics for food supply chains				
	Another key objective is to acquire skills in order to:				
	- Assess the quality of multiphysics simulations of food cooling processes				
	- Assess food cooling processes with several types of sensors				
	- Calculate food shelf-life by experiments and kinetic-rate-law modeling				
Inhalt	The course is built up of interactive lectures and an excursion. The student learns to apply this knowledge to evaluate postharvest problems and develop solution strategies. We also review upcoming national and international startups and companies in these fields throughout the course.				
	The content is as follows:				
	1. Introduction to the postharvest value chain				
	2. Postharvest quality and losses				
	3. Bio-environmental heat and mass transfer				
	4. Sensors & food simulants				
	5. Basics & best practice of physics-based simulations				
	6. Current and emerging postharvest technologies				
	7. Showcase sessions on physics-based simulation and software and sensors types				
	8. Data acquisition, data analytics and data storytelling for food supply chains				
	9. Food waste and environmental impact in food supply chains and link to nutrition and human health				
	10. Excursion				
Skript	Handouts of the slides will be provided				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Food Toxicology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				

Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien		geprüft geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		geprüft geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft geprüft geprüft	
<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung		geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt		geprüft geprüft geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>701-0998-00L</b>	<b>Environmental and Human Health Risk Assessment of W Chemicals</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Scheringer, B. Escher</b>
Kurzbeschreibung	Anwendungen der Methoden zur Produktrisikobewertung für Mensch und Umwelt gemäss EU-Leitfäden; Gefährdung und Risiko; Expositions- und Effektanalyse am Beispiel verschiedener Chemikalien. Abschätzung fehlender Stoffeigenschaften (QSAR-Methoden); Diskussion der Bewertungsmethoden; Vorstellung alternativer Methoden zur Risikobewertung von Chemikalien				
Lernziel	Kenntnis der Methoden der Risikobewertung (Umwelt und menschliche Gesundheit) für chemische Produkte und ihrer Möglichkeiten und Grenzen; Diskussion neuer Ansätze zur Risikobewertung: 1. Vermittlung des politischen und rechtlichen Zusammenhangs, in dem die Bewertung chemischer Produkte stattfindet, mit besonderem Fokus auf REACH (Chemikaliengesetzgebung der EU) 2. Vermittlung der Bewertungsverfahren und der benötigten Methoden zur Abschätzung von Emission, Exposition von Mensch und Umwelt sowie toxischen Wirkungen. Umgang mit Datenlücken und Unsicherheit, Bewertung der Resultate.				
Inhalt	Regulatory methods for environmental risk assessment of chemicals (industrial chemicals, pesticides, pharmaceuticals), European regulation REACH, Swiss regulations, international approaches - Human vs. environmental risk assessment - Classification and labelling of chemicals - PBT assessment (persistence, bioaccumulation, toxicity) - Exposure analysis: emission patterns, multimedia fate and transport models for quantifying environmental exposure, Long range transport and persistence, predicted and measured exposure concentration for the environment and humans - Effect analysis: estimation of hazard potential for ecotoxicity and human health, extrapolation methods, classification of chemicals according to modes of toxic action, predictive models (QSAR) - Risk assessment methods (deterministic vs. probabilistic), risk assessment vs. hazard assessment, risk management - uncertainty and sensitivity analyses, precautionary principle - Environmental Quality Assessment (water, sediment, biota), Water Framework Directive) - New methods in environmental risk assessment: mixtures, temporally and spatially explicit risk assessment				
Skript	Es werden Kopien der Folien und weiteres Material verteilt.				
Literatur	- Van Leeuwen, C.J., Vermeire, T. (Eds.) (2007) Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar. - Hungerbühler, K., Boucher, J., Pereira, C., Roiss, T., Scheringer, M. (2021) Chemical Products and Processes. Foundations of Environmentally Oriented Design. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture and accompanying exercise where students conduct a comprehensive risk assessment for one selected chemical each according to the European regulation for industrial chemicals. The risk assessment will be presented in class and has to be compiled in a written technical report (Chemical dossier) that will be graded.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
				Kooperation und Teamarbeit	geprüft
				Kundenorientierung	gefördert
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

<b>701-1312-00L</b>	<b>Ecotoxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>K. Schirmer, E. Janssen</b>
Kurzbeschreibung	This course will take up the principles of environmental chemistry and ecotoxicology from the bachelor courses and deepen the understanding on selected topics. Linkages will be made between i) bioavailability and effects, ii) structures of compounds and modes of toxic action, iii) effects over various biological levels, moderated by environmental factors, iv) chemical and biological assessments				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>describe the key processes involved in fate, behavior and the bioaccumulation of (mainly) organic contaminants</li> <li>demonstrate overview on and understanding of mechanisms of toxicity</li> <li>relate structures and characteristics of compounds with effects</li> <li>explain processes in hazard assessment and risk assessment</li> <li>obtain further insight in integrative approaches in ecotoxicology</li> </ul>				
Inhalt	<p>Units 1-4: Interactions of chemicals with the (a)biotic environment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>physico-chemical properties</li> <li>partitioning processes in environmental compartments</li> <li>chemical analysis and effect directed analysis</li> <li>partitioning to biological phases</li> <li>uptake and elimination (Toxicokinetics part 1)</li> <li>exercise: personal student chemicals and their environmental behavior</li> </ul> <p>Units 5-7: Toxicokinetics and Toxicodynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>toxicokinetic mechanisms: biotransformation and elimination</li> <li>baseline toxicity, internal concentrations, molecular targets</li> <li>specific molecular mechanisms of toxic actions – classification</li> <li>consequences for organism/population function</li> <li>Exercise: databases and estimation of toxicity</li> </ul> <p>Unit 8-10: Toxic effects: from molecular to ecosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>biological analysis and -omics approaches</li> <li>level of complexity: molecules–cells–organisms–ecosystems</li> <li>stress- and adaptive responses</li> <li>multiple species concept</li> <li>metal ecotoxicology</li> </ul> <p>Unit 11-14: Stressor and exposure scenarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mixtures and multiple stressors</li> <li>targets and non-targets</li> <li>dynamic exposures, time and dose, risk assessment</li> <li>(inter) national case studies and linkage of learned concepts with approaches in practice</li> <li>Exercise: linking compounds with modes of toxic action</li> </ul>				
Skript	Material will be in the form of copies of lecture slides, selected publications and exercise material.				
Literatur	R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, third edition, Wiley, 2005				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Principles of ecotoxicology, CH Walker, RM Sibly, SP Hopkin, DB Peakall, fourth edition, CRC Press, 2012</p> <p>Required:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Basics in environmental chemistry</li> <li>Basics in environmental toxicology</li> </ol>				

## ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-0005-00L</b>	<b>Colloquium in Food and Nutrition Science</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2K</b>	<b>S. J. Sturla</b>
Kurzbeschreibung	Participation in weekly seminars on a variety of topics including Food Microbiology, Food Toxicology, Food Biochemistry, Food Processing, Consumer Behavior, Food Technology, and Food Materials and Technology, and oral presentation of a selected published study in one of these areas inspired by participation in the seminars.				
Lernziel	The objectives are to become familiar with and stimulate interest in leading-edge science related to the research topics of the Institute of Food, Nutrition and Health. Participants attend weekly seminars given by external and internal speakers, and are also required to deliver a presentation on a recent research article inspired by a topic from the semester presentations.				
<b>752-7511-00L</b>	<b>Food Innovation Lab ■</b>	<b>W Dr</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	
	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p><i>No prerequisites. The course is open to Bachelor, Masters and PhD students from all disciplines.</i></p> <p><i>A minimum number of 20 participants is required for the</i></p>				

course to be organised, if the number of participants is not reaching this number the course will be cancelled.

Students interested in the lecture have to apply by submitting a motivation letter as well as a CV. Detailed information about the program as well as the application link can be found on: <https://fpe.ethz.ch/foodinnovation.html>

Enrollment will be done upon admission to the course.

Kurzbeschreibung	"Food Innovation Lab" guides multi-disciplinary student teams through an innovation process to tackle challenges of the world food system - ranging from identifying problems, developing consumer- centric solutions to prototyping and business model development. Experts from industry and academia will share their knowledge and provide feedback to facilitate the development of impactful solutions.
Lernziel	The lecture "Food Innovation Lab" strengthens participants to think out of the box, enables them to develop novel human-centered solutions for global food challenges, and thus empowers them to have a sustainable impact as future entrepreneurs or employees.
Inhalt	This programme shall bring together students from various disciplines to tackle challenges of the world food system. The course will draw on recognised 'innovative' pedagogies to deliver the entrepreneurial mindset and competencies of participants through highly interactive and applied activities such as gamification, peer-to-peer teaching and assessment. - Inspirational phase: The course starts with an inspirational phase on current challenges of the food system. Talks and workshops will be given by internal and external food experts and entrepreneurs. In order to best possibly design a product, an expert of the field presents insights on sociological aspects of consumer behavior and the future of food. - Ideation phase: After the inspirational phase, ideas are generated on how to solve these challenges with help of design thinking and other innovation methodologies. Furthermore, teambuilding workshops are held to form interdisciplinary teams with broad skill sets. - Business model phase: The teams shall develop possible business models to build a functioning business around their solution without compromising the positive impact on the world food system (triple bottom line). - Prototyping phase: A strong focus is placed on the prototyping with real-life testing thereof. The food labs, pilot plants and maker space available at ETH can be used to do so. The prototyping process is facilitated by experienced student coaches. - Final pitch: A final pitch where both prototype and business model are presented in front of a jury of experts. The jury includes professors, entrepreneurs, experts of the field, and investors.
Voraussetzungen / Besonderes	Students interested in the lecture have to apply by submitting a motivation letter as well as a CV. In order to receive the credit points, participants are not permitted to be absent for more than 1 lecture day. Detailed information about the program as well as the application link can be found on <a href="https://foodinnovation.ethz.ch">foodinnovation.ethz.ch</a> .

## ►► Food Processing and Material Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-3024-00L</b>	<b>Hygienic Design</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Riedl</b>
Kurzbeschreibung	The lecture course Hygienic Design covers the special requirements in the design of equipment and components used in food production. Material science and surface treatments are as important as the cleaning mechanisms of these surfaces. Explanations of basic design requirements in food production areas, as well as the relevant regulations associated, are covered in this course.				
Lernziel	To identify and evaluate hazards of food safety which can come from the equipment used in the food processing. Understanding of the most important design principles for easy cleaning of machinery and equipment.				
<b>752-3022-00L</b>	<b>Planung von Lebensmittelbetrieben</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Beck, S. Padar</b>
Kurzbeschreibung	Aufzeigen des Zusammenspiels der einzelnen Gewerke (Bau, Gebäude- und Anlagentechnik) mit den zugehörigen Schnittstellen und Abhängigkeiten. Spezifische Hygieneplanung für die Lebensmittelverarbeitung sowie deren hygienische Umsetzung für das Erreichen der Konformität (GMP, IFS, BRC). Besprechen der Planungs- und Ausführungsphasen sowie Einblick in das Vertrags- und Zahlungsverhalten.				
Lernziel	Die Vorlesung vermittelt Planungsgrundlagen und gibt einen Einblick in das Vorgehen beim Tätigen einer Investition in der Schweizer Lebensmittelindustrie. Dazu gehören Kenntnis über Aufgaben und Verantwortungen der beteiligten Fachingenieure, Fachplaner, Spezialisten, Unternehmer und Lieferanten, sowie Varianten der Planungsorganisation und Ausführungsmodelle. Funktionales, ökologisches und kostenoptimiertes Planen, gefolgt von einer termingerechten Umsetzung bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Investition bei Industrieprojekten.				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen (besprochene Folien, Übungen) können ab Mitte Februar über die Moodle-Plattform heruntergeladen werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-2310-00L</b>	<b>Physical Characterization of Food</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. A. Fischer, R. Mezzenga</b>
Kurzbeschreibung	In Physical Characterization of Food introductions into several measuring techniques to study complex colloidal food system are given. Lectures focus on scattering techniques, interfacial tension measurements, ellipsometry, microscopy, NMR, and thermoanalysis. The measuring principles and their application in food science and related areas will be discussed.				
Lernziel	The basic principles of several frequently used characterization methods and their application will be presented. The course is intended to spread awareness on the capability of physical measuring devices used in food science and related areas as well as provide a guidance for their usage and data interpretation.				
Inhalt	Lectures will be given on light scattering techniques (4h), interfacial tension measurements (4h), ellipsometry (2h) microscopy (4h), small angle scattering (6h), NMR (2h), and thermoanalysis (2h).				

Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>752-3104-00L</b>	<b>Selected Topics in Food Rheology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. A. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	Food Rheology II addresses special topics in rheology such as suspension and emulsion rheology, extensional rheology, optical methods in rheology, and interfacial rheology.				
Lernziel	The rheology of complex materials such as solutions, emulsions, and suspension will be discussed. In addition, several advanced rheological techniques (extension, rheo-optics, interfacial rheology) will be introduced and discussed in light of material characterization of complex fluids.				
Inhalt	Lectures will be given on structure and rheology of complex fluids (8h), optical methods in rheology (4h), extensional rheology (4h), and interfacial rheology (6h).				
Skript	Notes will be handed out during the lectures.				
Literatur	Provided in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Attending Food Rheology I is beneficial but not mandatory. A short repetition of the basic principles of rheology will be given in the beginning of Food Rheology II.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>751-5500-00L</b>	<b>Simulations, Sensors and Data in Agri-Food Supply Chains for Sustainable Nutrition</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>T. Defraeye</b>
Kurzbeschreibung	This course provides you with knowledge and skills on how to apply physics-based simulations, sensing and data analytics in the supply chain of horticultural crops. The targets are to use these technologies to better preserve food quality, extend shelf life and reduce food waste and the carbon footprint to sustainably provide accessible, affordable, appealing and nutritious food for the world.				
Lernziel	The course targets the postharvest part of the supply chain, as products pass through pre-cooling facilities, refrigerated containers and trucks, and cold storage facilities, before arriving at the retailer and consumer. We target supply chains of both domestic and tropical horticultural crops, including apple, citrus, mangoes, and berries. In addition, other applications in agri-food chains are highlighted, such as preharvest sensing and monitoring for horticultural crops, as well as physics-based simulations, sensing and data analytics in supply chains of foods. We also link to foods of animal origin (meat or milk).				
	In the course, we target innovative solutions that are enabled by the augmented insight that simulations and sensing provide with respect to the biophysical processes driving food decay in the cold chain. The course focuses on digital tools for the agri-food chain, such as digital twins, food simulants, data analytics, data science, and sensors.				
	A key objective is to gain specialized knowledge in order to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify which postharvest practices are most suitable for a certain produce and supply chain (e.g., dynamic controlled atmosphere, modified atmosphere packaging, ethylene scrubbing, passive evaporative cooling) for developed and developing countries</li> <li>- Identify which heat and mass transfer processes (e.g., conduction, convection, radiation, respiration, evaporation) play a key role for a certain produce and supply chain</li> <li>- Identify which state-of-the-art sensing technology is most optimal for a certain produce and supply chain (e.g., wireless communication, blockchain technology, and biophysical twins)</li> <li>- Assess if a physics-based model and simulation is built up according to best practices, and if the reported results are realistic</li> <li>- Understand the link of the cooling process to the evolution of food quality attributes</li> <li>- Understand the role and impact of descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive data analytics for food supply chains</li> </ul>				
	Another key objective is to acquire skills in order to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assess the quality of multiphysics simulations of food cooling processes</li> <li>- Assess food cooling processes with several types of sensors</li> <li>- Calculate food shelf-life by experiments and kinetic-rate-law modeling</li> </ul>				
Inhalt	The course is built up of interactive lectures and an excursion. The student learns to apply this knowledge to evaluate postharvest problems and develop solution strategies. We also review upcoming national and international startups and companies in these fields throughout the course.				
	The content is as follows: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the postharvest value chain</li> <li>2. Postharvest quality and losses</li> <li>3. Bio-environmental heat and mass transfer</li> <li>4. Sensors &amp; food simulants</li> <li>5. Basics &amp; best practice of physics-based simulations</li> <li>6. Current and emerging postharvest technologies</li> <li>7. Showcase sessions on physics-based simulation and software and sensors types</li> <li>8. Data acquisition, data analytics and data storytelling for food supply chains</li> <li>9. Food waste and environmental impact in food supply chains and link to nutrition and human health</li> <li>10. Excursion</li> </ol>				
Skript	Handouts of the slides will be provided				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
752-0230-00L	<b>Master-Arbeit ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i> <i>c. im Master-Studium mindestens 30 KP erworben hat.</i>  <i>Das Thema der Arbeit sowie Referent/in und Korreferent/in, sofern diese nicht Professoren des D-HEST oder des D-USYS, Bereich Agrarwissenschaften sind, müssen von der Departementskonferenz des D-HEST genehmigt werden.</i>	O	30 KP	64D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums und ist eine selbständige wissenschaftliche Arbeit. Das Thema wird in der Regel im Fachgebiet der Vertiefung gewählt. Sie wird von einer Professorin/einem Professor am D-HEST geleitet.				
Lernziel	Mit der Master-Arbeit sollen die Studierenden Ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit aufzeigen.				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
752-1000-AAL	<b>Food Chemistry I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	E-	3 KP	6R	L. Nyström, M. Erzinger
Kurzbeschreibung	To familiarise with the structure, properties and reactivity of food constituents. To understand the relationship between the multiple chemical reactions and the quality of food.				
Lernziel	To familiarise with the structure, properties and reactivity of food constituents. To understand the relationship between the multiple chemical reactions and the quality of food.				
Inhalt	Descriptive chemistry of food constituents (proteins, lipids, carbohydrates, plant phenolics, flavour compounds). Reactions which affect the colour, flavour, texture, and the nutritional value of food raw materials and food products during processing, storage and preparation in a positive or in a negative way (e.g. lipid oxidation, Maillard reaction, enzymatic browning). Links to food analysis, food processing, and nutrition.				
Literatur	Introductory Food Chemistry, John W. Brady, Cornell University Press, New York, 2013. Selected sections.				
752-1101-AAL	<b>Food Analysis I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	E-	3 KP	6R	L. Nyström
Kurzbeschreibung	To understand the basic principles of analytical chemistry. To get acquainted with the principles and applications of important routine methods of instrumental food analysis (UV/VIS, IR, AAS, GC, HPLC).				
Lernziel	To understand the basic principles of analytical chemistry. To get acquainted with the principles and applications of important routine methods of instrumental food analysis (UV/VIS, IR, AAS, GC, HPLC).				
Inhalt	Fundamentals: Chemical concentrations. The analytical process (sampling, sample preparation, calibration, measurement, statistical evaluation of analytical results). Errors in quantitative analysis. Important parameters of an analytical procedure (accuracy, precision, limit of detection, sensitivity, specificity/selectivity).  Methods: Optical spectroscopy (basic principles, UV/VIS, IR, and atomic absorption spectroscopy). Chromatography (GC, HPLC).				
Literatur	Food Analysis - Fourth Edition, edited by S. Suzanne Nielson; 2010; Springer, Selected sections.				
752-3000-AAL	<b>Food Process Engineering I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	E-	4 KP	9R	P. A. Fischer
Kurzbeschreibung	To procure students with the basic physics of food process engineering, especially with the mechanical futures of food systems, i.e. basic principles of engineering mechanics, of thermodynamics, fluid dynamics and of dimension analyses for process design and Non-Newtonian fluid mechanics.				
Lernziel	1. Verständnis der Grundprinzipien der Thermodynamik, Fluidodynamik und ingenieurtechnischen Apparatauslegung. 2. Anwendung dieser Prinzipien auf Prozesse der Lebensmittelverfahrenstechnik. 3. Molekulares Verständnis der Fließeigenschaften von Lebensmittelsystemen mit nicht-Newtonschem Fließverhalten.				



Inhalt	1. Einführung 2. Grundlagen der Fluidodynamik 3. Grundlagen der Thermodynamik 4. Grundlagen der Mechanik 5. Austausch und Transportvorgänge 6. Grundlagen der Ingenieurtechnischen Apparateauslegung 7. Grundlagen der Rheologie 8. Grundlagen der Schüttgutmechanik
Literatur	- P. Grassmann: Einführung in die thermische Verfahrenstechnik, deGruyter Berlin, 1997 - H.D. Baehr: Thermodynamik, Springer Verlag, Berlin, 1984
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung erfordert während des Semesters wöchentliche Vor-/Nachbereitung. Im Unterricht wird aktive Mitarbeit erwartet.

<b>752-4005-AAL</b>	<b>Food Microbiology I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>M. Loessner</b>
Kurzbeschreibung	This course offers insights into the fundamentals and applications of Food Microbiology. Contents include basic microbiology of the different bacteria, yeasts and molds present in foods, as well as the occurrence and control of foodborne pathogens and spoilage organisms.				
Lernziel	Fundamentals and applications in the area of Food Microbiology, including basic microbiology of the different bacteria, yeasts, molds and protozoa in foods, as well as the occurrence and control of foodborne pathogens and spoilage organisms.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. History of Food Microbiology <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Short synopsis of foodborne microorganisms</li> <li>1.2. Spoilage of Foods</li> <li>1.3. Foodborne Disease</li> <li>1.4. Food Preservation</li> <li>1.5. VIP's of Food Microbiology</li> </ol> </li> <li>2. Overview of Microorganisms in Foods <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Origin of foodborne Microorganisms</li> <li>2.2. Bacteria</li> <li>2.3. Yeasts</li> <li>2.4. Molds</li> </ol> </li> <li>3. Microbial Spoilage of Foods <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Intrinsic and Extrinsic Parameters</li> <li>3.2. Meats, Seafoods, Eggs</li> <li>3.3. Milk and Milk Products</li> <li>3.4. Vegetable and Fruit Products</li> <li>3.5. Miscellaneous (baked goods, nuts, spices, ready-to-eat products)</li> <li>3.6. Drinks and Canned Foods</li> </ol> </li> <li>4. Foodborne Disease <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Significance and Transmission of Foodborne pathogens</li> <li>4.2. Staphylococcus aureus</li> <li>4.3. Gram-positive Sporeformers (Bacillus &amp; Clostridium)</li> <li>4.4. Listeria monocytogenes</li> <li>4.5. Salmonella, Shigella, Escherichia coli</li> <li>4.6. Vibrio, Yersinia, Campylobacter</li> <li>4.7. Brucella, Mycobacterium</li> <li>4.8. Parasites</li> <li>4.9. Viruses and Bacteriophages</li> <li>4.0. Mycotoxins</li> <li>4.11. Bioactive Amines</li> <li>4.12. Miscellaneous (Antibiotic-resistant Bacteria, Biofilms)</li> </ol> </li> </ol>				
Skript	Electronic copies of the presentation slides (PDF) will be made available; additional material (books) will be suggested.				
Literatur	Recommendations will be given in the first lecture				

<b>752-6001-AAL</b>	<b>Introduction to Nutritional Science</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>C. Wolfrum, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces basic concepts of micro- and macronutrient nutrition. Micronutrients studied include fat-soluble and water-soluble vitamins, minerals and trace elements. Macronutrients include proteins, fat and carbohydrates. Special attention is given to nutrient digestion, bioavailability, metabolism and excretion with some focus on energy metabolism.				
Lernziel	To introduce the students to the both macro- and micronutrients in relation to food and metabolism.				
Inhalt	The course is divided into two parts: Micronutrients and macronutrients. The micronutrient part includes fat-soluble vitamins, water-soluble vitamins, minerals and trace elements. The macronutrient part introduces basic nutritional aspects of proteins, fats, carbohydrates and energy metabolism. The nutrients are described in relation to digestion, absorption and metabolism. Special aspects of homeostasis and homeorhesis are emphasized.				
Literatur	Present Knowledge in Nutrition, 10th Edition John W. Erdman Jr. (Editor), Ian A. MacDonald (Editor), Steven H. Zeisel (Editor) ISBN: 978-0-470-95917-6 September 2012 Wiley-Blackwell 1328 Pages				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert

<b>551-0001-AAL</b>	<b>General Biology I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>U. Sauer, O. Y. Martin, A. Widmer</b>
Kurzbeschreibung	Organismic biology to teach the basic principles of classical and molecular genetics, evolutionary biology and phylogeny. First in a series of two lectures given over two semesters for students of agricultural and food sciences, as well as of environmental sciences.				
Lernziel	The understanding of basic principles of biology (inheritance, evolution and phylogeny) and an overview of the diversity of life.				

Inhalt The first semester focuses on the organismal biology aspects of genetics, evolution and diversity of life in the Campbell chapters 12-34.

- Week 1-7 by Alex Widmer, Chapters 12-25
- 12 Cell biology Mitosis
- 13 Genetics Sexual life cycles and meiosis
- 14 Genetics Mendelian genetics
- 15 Genetics Linkage and chromosomes
- 20 Genetics Evolution of genomes
- 21 Evolution How evolution works
- 22 Evolution Phylogentic reconstructions
- 23 Evolution Microevolution
- 24 Evolution Species and speciation
- 25 Evolution Macroevolution

- Week 8-14 by Oliver Martin, Chapters 26-34
- 26 Diversity of Life Introdution to viruses
- 27 Diversity of Life Prokaryotes
- 28 Diversity of Life Origin & evolution of eukaryotes
- 29 Diversity of Life Nonvascular&seedless vascular plants
- 30 Diversity of Life Seed plants
- 31 Diversity of Life Introduction to fungi
- 32 Diversity of Life Overview of animal diversity
- 33 Diversity of Life Introduction to invertebrates
- 34 Diversity of Life Origin & evolution of vertebrates

Skript No script

Literatur Campbell et al. (2021) Biology - A Global Approach. 12th Edition (Global Edition)

Voraussetzungen / Besonderes This is a virtual self-study lecture for non-german speakers of the "Allgemeine Biologie I (551-0001-00L) lecture. The exam will be written jointly with the participants of this lecture. The covered content closely follows the Campbell chapters an you can work with the English version. Please take a short look into the slides of the respective German lectures so that you can see which parts a docent focussed on and if there is anything that deviates from Campbell content.

Since General Biologie I is a self study and you are flexible when to take it, we generally recommend to take the exam in the winter examination session together with the students that take the repeat exam from the last year. If you chose this option, please contact the docenten to gain access to the slides from the previous lecture. There will only be minor differences between slides from different lecture years.

Example exam questions will be discussed during the lectures, and old exam questions are kept by the various student organisations. If necessary, please contact Prof. Uwe Sauer (sauer@ethz.ch) for details regarding the exam.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft

<b>551-0003-AAL</b>	<b>General Biology I+II</b>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>13R</b>	<b>U. Sauer, K. Bomblies, O. Y. Martin, A. Widmer</b>
---------------------	-----------------------------	-----------	-------------	------------	---

*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung General Biology I: Organismic biology to teach the basic principles of classical and molecular genetics, evolutionary biology and phylogeny.

General Biology II: Molecular biology approach to teach the basic principles of biochemistry, cell biology, cgenetics, evolutionary biology and form and function of vacular plants.

Lernziel General Biology I: The understanding of basic principles of biology (inheritance, evolution and phylogeny) and an overview of the diversity of life.

General Biology II: The understanding basic concepts of biology: the hierarchy of the structural levels of biological organisation, with particular emphasis on the cell and its molecular functions, the fundamentals of metabolism and molecular genetics, as well as form and function of vascular plants.

Inhalt General Biology I:  
 General Biology I focuses on the organismal biology aspects of genetics, evolution and diversity of life in the Campbell chapters 12-34.

- Week 1-7 by Alex Widmer, Chapters 12-25  
 12 Cell biology Mitosis  
 13 Genetics Sexual life cycles and meiosis  
 14 Genetics Mendelian genetics  
 15 Genetics Linkage and chromosomes  
 20 Genetics Evolution of genomes  
 21 Evolution How evolution works  
 22 Evolution Phylogentic reconstructions  
 23 Evolution Microevolution  
 24 Evolution Species and speciation  
 25 Evolution Macroevolution

- Week 8-14 by Oliver Martin, Chapters 26-34  
 26 Diversity of Life Introduction to viruses  
 27 Diversity of Life Prokaryotes  
 28 Diversity of Life Origin & evolution of eukaryotes  
 29 Diversity of Life Nonvascular&seedless vascular plants  
 30 Diversity of Life Seed plants  
 31 Diversity of Life Introduction to fungi  
 32 Diversity of Life Overview of animal diversity  
 33 Diversity of Life Introduction to invertebrates  
 34 Diversity of Life Origin & evolution of vertebrates

General Biology II: The structure and function of biomacromolecules; basics of metabolism; tour of the cell; membrane structure and function; basic energetics of cellular processes; respiration, photosynthesis; cell cycle, from gene to protein; structure and growth of vascular plants, resource acquisition and transport, soil and plant nutrition.

Specifically the following Campbell chapters will be covered:

- Week 1-5 by Uwe Sauer  
 5 Biochemistry Biological macromolecules and lipids  
 7 Cell biology Cell structure and function  
 8 Cell biology Cell membranes  
 10 Cell biology Respiration: introduction to metabolism  
 10 Cell biology Cell respiration  
 11 Cell biology Photosynthetic processes

- Week 6-8 by Oliver Martin  
 16 Genetics Nucleic acids and inheritance  
 17 Genetics Expression of genes  
 18 Genetics Control of gene expression  
 19 Genetics DNA Technology

- Week 8-13 by Kirsten Bomblies  
 35 Plant structure&function Plant Structure and Growth  
 36 Plant structure&function Transport in vascular plants  
 37 Plant structure&function Plant nutrition  
 38 Plant structure&function Reproduction of flowering plants  
 39 Plant structure&function Plants signal and behavior

Skript No script

Literatur Campbell et al. (2021) Biology - A Global Approach. 12th Edition (Global Edition)

Voraussetzungen / Besonderes Some parts of the course require basic knowledge in general and organic chemistry.

This is a virtual self-study lecture for non-German speakers of the "Allgemeine Biologie I (551-0001-00L) and "Allgemeine Biologie II (551-0002-00L) lectures. The exam will be written jointly with the participants of this lecture.

The covered content closely follows the Campbell chapters an you can work with the English version. Please take a short look into the slides of the respective German lectures so that you can see which parts a docent focussed on and if there is anything that deviates from Campbell content. Primarily the last lecture of Professor Sauer will differ somewhat from Campbell and the slides will be in English.

Since General Biologie I and II is a self study and you are flexible when to take it, we generally recommend to take the exam in the winter examination session together with the students that take the repeat exam from the last year. If you chose this option, please contact the docenten to gain access to the slides from the previous lecture. There will only be minor differences between slides from different lecture years.

You can get access to the slides of the actual Allgemeine Biologie lecture by either enrolling in the course or contacting the docenten of the lecture to give you access to the Moodle page.

Example exam questions will be discussed during the lectures, and old exam questions are kept by the various student organisations. If necessary, please contact Prof. Uwe Sauer (sauer@ethz.ch) for details regarding the exam.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

**406-0063-AAL Physics II E- 5 KP 11R A. Vaterlaus**  
*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung Introduction to the "way of thinking" and the methodology in Physics. The Chapters treated are Magnetism, Refraction and Diffraction of Waves, Elements of Quantum Mechanics with applications to Spectroscopy, Thermodynamics, Phase Transitions, Transport Phenomena.

Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve the latter. The student should acquire an overview over the basic concepts used in the theory of heat and electricity.		
Inhalt	Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4  Chapters: 17 (without 17-5, 17-10), 18 (without 18-5, 18-6, 18-7), 19, 20 (without 20-7, 20-8, 20-9, 20-10, 20-11), 21 (without 21-12), 23, 25 (without 25-9, 25-10), 26 (without 26-4, 26-5, 26-7), 27, 28 (without 28-4, 28-5, 28-8, 28-9, 28-10), 29 (without 29-5, 29-8), 32 (without 32-8), 33 (without 33-4, 33-5, 33-9, 33-10), 34 (without 34-4, 34-6, 34-7), 35 (without 35-2, 35-3, 35-9, 35-11, 35-12, 35-13), and 15 waves (without 15-3, 15-5, 15-7, 15-9, 15-10, 15-11)		
Literatur	see "Content"		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]  From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				

<b>752-0100-AAL</b>	<b>Biochemistry</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	Basic knowledge of enzymology, in particular the structure, kinetics and chemistry of enzyme-catalysed reaction in vitro and in vivo. Biochemistry of metabolism: Those completing the course are able to describe and understand fundamental cellular metabolic processes.				
Lernziel	In this self-study course, the students will gain solid biochemical knowledge about enzymology, membrane biochemistry, and central metabolism.				

Inhalt	Program				
	Introduction, basics, composition of cells, biochemical units, Structure and function of proteins Enzymes and enzyme kinetics Carbohydrates Lipids and biological membranes Cellular metabolism: Glycolysis, gluconeogenesis, pentose phosphate pathway, glycogen metabolism, citric acid cycle, electron transport and ATP synthesis				
Skript	Principles of Biochemistry (5th Edition) 5th Edition by Laurence A. Moran (Author), Robert A Horton (Author), Gray Scrimgeour (Author), Marc Perry (Author)				
Literatur	Principles of Biochemistry (5th Edition) 5th Edition by Laurence A. Moran (Author), Robert A Horton (Author), Gray Scrimgeour (Author), Marc Perry (Author)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in biology and chemistry				
<b>701-0071-AAL</b>	<b>Mathematics III: Systems Analysis</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>R. Knutti, H. Wernli</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	In der Systemanalyse geht es darum, durch ausgesuchte praxisnahe Beispiele die in der Mathematik bereit gestellte Theorie zu vertiefen und zu veranschaulichen. Konkret behandelt werden: Dynamische lineare Boxmodelle mit einer und mehreren Variablen; Nichtlineare Boxmodelle mit einer oder mehreren Variablen; zeitdiskrete Modelle, und kontinuierliche Modelle in Raum und Zeit.				
Lernziel	Erlernen und Anwendung von Konzepten (Modellen) und quantitativen Methoden zur Lösung von umweltrelevanten Problemen. Verstehen und Umsetzen des systemanalytischen Ansatzes, d.h. Erkennen des Kernes eines Problem - Abstraktion - Quantitatives Erfassen - Vorhersage.				
Inhalt	<a href="http://www.up.ethz.ch/education/systems-analysis.html">http://www.up.ethz.ch/education/systems-analysis.html</a>				
Skript	Folien werden über Ilias zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Imboden, D. and S. Koch (2003) Systemanalyse - Einführung in die mathematische Modellierung natürlicher Systeme. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>752-4001-AAL</b>	<b>Microbiology</b>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>	<b>M. Ackermann</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Vermittlung der Grundlagen im Fach Mikrobiologie mit Schwerpunkt auf den Themen: Bakterielle Zellbiologie, Molekulare Genetik, Wachstumsphysiologie, Biochemische Diversität, Phylogenie und Taxonomie, Prokaryotische Vielfalt, Interaktion zwischen Menschen und Mikroorganismen sowie Biotechnologie.				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen im Fach Mikrobiologie.				
Inhalt	Der Schwerpunkt liegt auf den Themen: Bakterielle Zellbiologie, Molekulare Genetik, Wachstumsphysiologie, Biochemische Diversität, Phylogenie und Taxonomie, Prokaryotische Vielfalt, Interaktion zwischen Menschen und Mikroorganismen sowie Biotechnologie.				
Skript	Wird von den jeweiligen Dozenten ausgegeben.				
Literatur	Die Behandlung der Themen erfolgt auf der Basis des Lehrbuchs Brock, Biology of Microorganisms				
<b>752-2120-AAL</b>	<b>Consumer Behaviour I</b>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>	<b>M. Siegrist, A. Bearth, A. Berthold</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Überblick über das Forschungsgebiet Consumer Behavior geben. Die folgenden Aspekte stehen im Zentrum der Veranstaltung: Entscheidungsprozess des Kaufverhaltens, Individuum und Kaufverhalten, Einflüsse der Umwelt auf das Kaufverhalten, Beeinflussung des Kaufverhaltens				
Lernziel	Überblick über das Forschungsgebiet Consumer Behavior geben. Die folgenden Aspekte stehen im Zentrum der Veranstaltung: Entscheidungsprozess des Kaufverhaltens, Individuum und Kaufverhalten, Einflüsse der Umwelt auf das Kaufverhalten, Beeinflussung des Kaufverhaltens				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

#### Lebensmittelwissenschaften Master - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Management, Technologie und Ökonomie (Allgemeines Angebot)

In der Rubrik "Allgemeine Lehrveranstaltungen" sind Lehrveranstaltungen aufgeführt, die vom D-MTEC als Servicevorlesungen für Studierende angeboten werden, die nicht dem D-MTEC angehören.

## ► Allgemeines Angebot

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
351-0578-00L	<b>Einführung in die Wirtschaftspolitik</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i>	Z	2 KP	1V	
Kurzbeschreibung	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.				
Lernziel	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik. Grundsätzliches Verständnis von wirtschaftspolitischen Mechanismen.				
Inhalt	<p>Wirtschaftspolitik ist die Gesamtheit aller Massnahmen von staatlichen Institutionen mit denen das Wirtschaftsgeschehen geregelt und gestaltet wird. Die Vorlesung bietet einen ersten Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.</p> <p>Gliederung der Vorlesung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Wohlfahrtsökonomische Grundlagen: Wohlfahrtsfunktion, Pareto-Optimalität, Wirtschaftspolitik als Mittel-Zweck-Analyse u.a.</li> <li>2.) Wirtschaftsordnungen: Geplante und ungeplante Ordnung</li> <li>3.) Wettbewerb und Effizienz: Hauptsätze der Wohlfahrtsökonomik, Effizienz von Wettbewerbsmärkten</li> <li>4.) Wettbewerbspolitik: Sicherstellung einer wettbewerbliehen Ordnung</li> </ol> <p>Gründe für Marktversagen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.) Externe Effekte</li> <li>6.) Öffentliche Güter</li> <li>7.) Natürliche Monopole</li> <li>8.) Informationsasymmetrien</li> <li>9.) Anpassungskosten</li> <li>10.) Irrationalität</li> </ol> <p>11.) Wirtschaftspolitik und Politische Ökonomie</p> <p>Die Vorlesung beinhaltet Anwendungsbeispiele und Exkurse, um eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis der Wirtschaftspolitik herzustellen. Z. B. Verteilungseffekte von wirtschaftspolitischen Massnahmen, Kartellpolitik am Ölmarkt, Internalisierung externer Effekte durch Emissionshandel, moralisches Risiko am Finanzmarkt, Nudging, zeitinkonsistente Präferenzen im Bereich der Gesundheitspolitik</p>				
Skript	Ja (in Form von Vorlesungslides).				
351-1035-00L	<b>Makroökonomie (VWL)</b> <i>Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i>	Z	3 KP	2V	M. Graff, C. Müller
Kurzbeschreibung	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Produktions-, Verteilungs- und Verwendungsrechnung). Geldlehre (Geldangebot und -nachfrage, Inflation, Zins). Gesamtwirtschaftliche Modelle. Staat und Wirtschaft (Wirtschaftspolitik). Konjunktur. Aussenwirtschaftstheorie (internationaler Handel, Zahlungsbilanz und Wechselkurs).				
Lernziel	Grafische und mathematische Herleitungen grundlegender makroökonomischer Beziehungen und Modelle. Komparativ-statische Analysen. Anwendung auf aktuelle ökonomische Fragen.				
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Produktions-, Verteilungs- und Verwendungsrechnung).</li> <li>- Arbeitslosigkeit und Inflation.</li> <li>- Wirtschaftswachstum.</li> <li>- Konjunktur.</li> <li>- Geldlehre (Geldangebot und -nachfrage, Zins).</li> <li>- Aussenwirtschaftstheorie (internationaler Handel, Zahlungsbilanz und Wechselkurs).</li> <li>- Gesamtwirtschaftliche Modelle.</li> <li>- Staat und Wirtschaft (Wirtschaftspolitik).</li> </ul>				
Skript	Vorlesungsfolien				
Literatur	1. Peter Eisenhut und Jan-Egbert Sturm; Aktuelle Volkswirtschaftslehre, Ausgabe 2022/23, Rüegger, 2022.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft

### Management, Technologie und Ökonomie (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Management, Technologie und Ökonomie Master

## ► Kernfächer

### ►► Mikro- und Makroökonomie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0515-00L</b>	<b>Decisions, Markets, and Games</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Lee, A. Bommier</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to microeconomics. The course emphasizes the conceptual foundations of microeconomics: decisions, markets, and games. The course contains concrete examples of their application.				
Lernziel	The purpose of this course is to provide master students with an introduction to graduate-level microeconomics, particularly for students considering further graduate work in economics, business administration, management science, public policy, or political science. The course provides the fundamental concepts and tools for graduate courses in economics offered at ETH and UZH.				
Inhalt	<p>After completing this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Students will be able to understand and use existing models to make predictions of consumer, firm, and market behavior.</li> <li>- Students will be able to understand and analyze strategic interactions using tools from game theory.</li> </ul> <p>Microeconomics is the branch of economics which studies the decision-making and strategic behavior by individuals, households, firms, industry, and government. The economic equilibrium is the result of agents' (strategic) interactions and, ultimately, this equilibrium determines the allocation of scarce resources. Microeconomics is an element of nearly every subfield in economic analysis today. This course introduces the fundamental frameworks which form the basis of many economic models, economic analyses, and research.</p> <p>The course is divided into two halves. The first half of the course focuses on the analysis of decisions and markets. The second half of the course focuses on the topic of game theory. The course content will be predominately theoretical, and it will make use of mathematical notation and techniques. However, throughout the course, relevant applications to individuals, business, and politics will also be presented to help illustrate and motivate key theoretical concepts.</p> <p>A broad outline of the content in each half of the course is described below.</p> <p>Decisions and markets:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theory of the consumer and producer (e.g., consumer preferences, budget sets, and optimal choice; demand functions; profit maximization).</li> <li>- Market structure and general equilibrium (e.g., perfectly competitive markets; market equilibrium in an exchange economy).</li> </ul> <p>Game theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normal-form games (e.g., dominated strategies and admissibility; Nash equilibrium in pure strategies; Nash equilibrium in mixed strategies).</li> <li>- Extensive-form games (e.g., backward induction and Subgame Perfect Nash Equilibrium).</li> </ul>				
Skript	The lecture will be based on lecture slides, which will be made available on Moodle.				
Literatur	The first half of the course ("Decisions and markets") is mostly based on the textbook by R. Serrano and A. Feldman: "A Short Course in Intermediate Microeconomics with Calculus" (Cambridge University Press, 2013). Another textbook of interest is "Intermediate Microeconomics: A Modern Approach" by H. Varian (Norton, 2014). Exercises are available in the textbook by R. Serrano and A. Feldman ("A Short Course in Intermediate Microeconomics with Calculus", Cambridge University Press, 2013). More exercises can be found in the book "Workouts in Intermediate Microeconomics" by T. Bergstrom and H. Varian (Norton, 2010). The second half of the course ("Games") is mostly based on the textbook by R. Gibbons "Game Theory for Applied Economists" (Princeton University Press, 1992).				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is open to students who have completed an undergraduate course in economics principles and an undergraduate course in multivariate calculus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>363-0575-00L</b>	<b>Economic Growth, Cycles and Policy</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Gersbach</b>
Kurzbeschreibung	This intermediate course focuses on the core thinking devices and foundations in macroeconomics and monetary economics, and uses these devices to understand economic growth, business cycles, crises as well as how to conduct monetary and fiscal policies and policies to foster the stability of financial and economic systems.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamental knowledge about the drivers of economic growth in the short and long run, key macroeconomic variables and observed patterns in developed countries</li> <li>- Comprehensive understanding of core macroeconomic frameworks and thinking devices</li> </ul>				

Inhalt	This intermediate course focuses on the core thinking devices and foundations in macroeconomics and monetary economics, and uses these devices to understand economic growth, business cycles, crises as well as how to conduct monetary and fiscal policies and policies to foster the stability of financial and economic systems. The course is structured in the following way:		
	Part I: Basics - Introduction - IS-LM Model in Closed Economy (Repetition) - Schools of Thought - Consumption and Investment - The Solow Growth Model		
	Part II: Special Themes - Money Holding, Inflation, and Monetary Policy - Crises in Market Economies - IS-LM Model and Open Economy - Theories of exchange rate determination - Technical Appendix		
Skript	Copies of the slides will be made available.		
Literatur	Chapters in Manfred Gärtner (2009), Macroeconomics, Third Edition, Prentice Hall. and selected chapters in other books and/or papers		
Voraussetzungen / Besonderes	It is required that participants have attended the lecture "Principles of Macroeconomics" (363-0565-00L).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Finanzielle Führung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0561-00L</b>	<b>Climate Economics and Finance</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Barrage</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to both conceptual foundations and empirical evidence on the economics of climate change, climate policy design, and financial market responses thereto. It seeks to address questions such as: What are the costs and benefits of competing responses to the climate challenge? What roles can/do financial markets play in facing climate risks?				
Lernziel	After taking this course, students should: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand integrated assessment modelling/thinking about the climate, energy markets, and the macroeconomy and be able to run simplified versions of such models in Excel</li> <li>- Know benchmark estimates of the economic impacts of climate change</li> <li>- Understand the trade-offs between different policy and societal responses both conceptually and empirically based on policy practice</li> <li>- Understand how financial markets should be vs. are empirically responding to climate and policy risks</li> </ul>				
Inhalt	This course teaches both the core analytic tools and surveys new empirical evidence on the economics of climate change, climate policy, and financial market responses thereto. The first half of the course presents an integrated assessment of the climate, energy markets, and the economy. We build a framework for analyzing the economic impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice. The second part of the course focuses on financial markets. We review relevant core concepts in finance with a focus on asset pricing and use this framework as a basis for thinking about how markets should be responding to climatic and policy risks. We then review empirical evidence on how financial markets appear to be responding in reality with examples such as from housing, equity, and bond markets. At the end of the course, students should have stronger foundations in economics and finance and broad knowledge of the economic and financial risks and opportunities posed by climate change.				
	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Skript	Lecture slides will be available on the site of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended (but not required) that students have completed introductory micro- and macroeconomics before taking this class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>363-0560-00L</b>	<b>Financial Management</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Kind</b>
Kurzbeschreibung	The course is comprised of 3 building blocks, which build towards the goal of being able to value the wealth gain created from a project within a business, or to value the business itself: Present Value, Investment Decisions, and Risk and Return. Value-based decision-making is the most important function of finance and you will be able to value a firm or a project with a given capital structure.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To introduce you to the theory and practice of corporate finance.</li> <li>• To provide you with a set of tools necessary to answer the most important questions related to valuing firms, and projects within firms.</li> <li>• To give you some insight into investment decision making and personal finance.</li> </ul>				

Inhalt The course is comprised of three building blocks, which build towards the overall goal of being able to value the wealth gain created from a project within a business, or to value the business itself:

1. Present and Future Value

We will begin our discussion of valuation with the notion of discounting. A dollar today is worth more than a dollar tomorrow. A dollar tomorrow is worth less than one today. As we will discover, this simple idea will take us a long way towards valuing various financial instruments where cash flows are known or can be easily estimated. We can apply this idea to find the value (and hence, market price of) securities such as stocks and bonds.

2. Investment Decisions

Next, we will proceed to the analysis of how firms should choose their investments. The difference here from the first part of the course is that the cash flows from firms business investments are not known and have to be estimated. We will learn how to identify cash flows relevant to the valuation of an investment project (the "free cash flow" method) and how to employ the Net Present Value criterion to make investment decisions. (If time allows, we will also cover the Internal Rate of Return criterion and the payback rule.)

3. Risk and Return

In the final quarter of the course, we will study the relation between risk and return. The riskier the investment, the higher the return we require from it to be willing to invest. The study of the relationship between risk and return will lead us to discuss one way of estimating expected returns – the Capital Asset Pricing Model (CAPM). We will apply the logic of CAPM to decide on a discount rate for firms' investment projects using the concept of Weighted Average Cost of Capital (WACC).

4. Our Goal: Understanding Business Valuation

Valuation, and value-based decision-making is the most important function of finance and it is the goal that we are working towards. If you have studied diligently, at the end of the course you will be able to value a firm or a project with a given capital structure. You will be able to put this knowledge into practice to value your own business or projects within your own business!

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

►► Unternehmens- und Personalführung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0302-00L	<b>Human Resource Management: Leading Teams</b>	W+	3 KP	2G	G. Grote
Kurzbeschreibung	The basic processes of human resource management are discussed (selection, reward systems, performance evaluation, career development) and embedded in the broader context of leadership in teams. Leadership concepts and group processes are presented. Practical instruments supporting leadership functions are introduced and applied in business settings through student projects.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understand basic HRM functions and their relationship to leadership</li> <li>Know instruments for selection, performance appraisal, compensation, and development</li> <li>Understand leadership requirements and success factors in leadership</li> <li>Know fundamental processes in teams</li> <li>Apply and expand theoretical knowledge on a specific topic in self-guided learning</li> <li>Manage team processes and diversity</li> </ul>				
Inhalt	<p>Human Resource Management (HRM) concerns the policies, practices, and systems that influence employees' behavior, attitudes, and performance. HRM aims at applying human resources within organizations such that people succeed and organizational performance improves. HRM is of high strategic relevance as evidenced by strong links between good HRM practices and business outcomes.</p> <p>In the course, concepts and instruments for employee selection, performance management, and personnel development are presented. Some instruments are also practically applied in small groups. Fundamentals of effective leadership and dynamics in teams are discussed, in particular in view of the increasing demands for balancing stability and flexibility in fast-changing organizations.</p> <p>The course is taught from the perspective of team members' and team leaders' role in HRM, not from the perspective of HR managers. Thereby, students can directly relate their own experience to the HRM practices discussed. This applies to prior work experience, but also to any other teamwork experience, be it as a student or in a private role, for instance in sports clubs. Selecting the right team members, discussing and improving individual and team performance, managing task and relational conflicts, and sharing and building on each other's knowledge to solve problems are ubiquitous challenges that the course addresses.</p> <p>As part of the course, students also apply HRM instruments in company contexts in a group semester project. Topics for these projects are determined prior to the course and in the past have concerned leadership assessment, performance-based pay, and working in virtual teams. Students are provided with background literature and specific tools to conduct the project and are accompanied by a project advisor who provides additional support.</p>				
Skript	There is no script.				
Literatur	A reading list and the respective documents are provided via moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>363-1080-00L</b>	<b>Power and Leadership</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Schmid, T. Noll</b>
Kurzbeschreibung	Students will learn about different leadership styles and how power and leadership play out in social interactions. Emphasis is placed on personal development and the implementation and application of topics to the workplace context.				
Lernziel	This course will enhance students' understanding of the complexity of hierarchical relationships in the workplace in weekly lessons that include lectures, analyses of leadership situations (e.g., case studies), exercises, and group discussions. More specifically, students will be informed about how power shapes people's behaviors and decision-making processes. They will learn to analyze the different elements that make a good leader such as personality traits, behavior, and skills. With case studies and small group exercises, students will learn to evaluate different types of social and emotional skills related to leadership. Students will be encouraged to reflect upon their own communication skills and leadership potential and will be given the opportunity to train their leadership skills. The course further addresses integrity and ethics in leadership.				
Inhalt	Lectures will include <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the course and the topic of power and leadership, definitions</li> <li>- Leadership styles and theories: Universalist theories, behavioral theories, contingency theories, "new leadership" theories</li> <li>- Leadership, communication, and interpersonal skills (3 sessions): 1. Effective communication: Listening and speaking, running effective meetings, delegating effectively, giving performance feedback, 2. Hierarchy and communications: Pitfalls and solutions, communication training, 3. Importance of social skills for leadership effectiveness</li> <li>- Agility in teams: Overview of the Scrum Framework in the context of software development, leadership in agile teams, the role of motivation, training: experiencing first-hand how to develop a product in an agile way</li> <li>- Power abuses, ethics in leadership: Why do leaders behave unethically? Destructive leadership: theories, examples, and consequences</li> <li>- Diversity and discrimination in relation to power and leadership: Expectations, bias, and discrimination the workplace, sources of bias, how to reduce bias and discrimination</li> <li>- Leadership and innovation: Which are the particular paradoxes and trade-offs leaders face when they are leading for innovation? How could they successfully manage those challenges?</li> </ul>				
Literatur	Homework <ul style="list-style-type: none"> <li>- Writing a leadership skills training report (~20 hours)</li> <li>- Mandatory readings and exercises (~20 hours)</li> </ul> Mandatory readings: <p>Riggio &amp; Reichard (2008). The emotional and social intelligences of effective leadership: An emotional and social skill approach. Journal of Managerial Psychology, 23, 169-185.</p> <p>Jost, J. T., Rudman, L. A., Blair, I. V., Carney, D. R., Dasgupta, N., Glaser, J., Hardin, C. D. (2009) The existence of implicit bias is beyond reasonable doubt: A refutation of ideological and methodological objections and executive summary of ten studies that no manager should ignore. Research in Organizational Behavior, 29, 39-69.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

## ►► Strategie, Märkte und Technologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-1077-00L</b>	<b>Entrepreneurship</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the various elements important to start an innovative business. These are: insights into how technology as a context shapes opportunities to start a business, assessing opportunities, protecting one's idea and technology, market testing and feedback, how to form a team, raising investment and deal evaluation, use of novel financing sources, development of term sheets.				

Lernziel	<p>This course enables to understand:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>How technologies develop from science to commercial products</li> <li>What kind of entrepreneurial opportunities emerge from this cycle</li> <li>How assumptions are tested in the market and evolve into business plans</li> <li>What the importance is of founding teams and how they are fit together</li> <li>How to raise money from various sources such as crowd funding, ICO, business angels and venture capitalists</li> <li>How to develop a business case</li> <li>How to negotiate and structure a funding deal</li> </ul>
Inhalt	<p>The course consists of theory sessions and coaching sessions. The latter are meant to give individual feedback to the students' business case they develop during the course.</p> <p>The course is structured as follows:</p> <p>In session 1, we discuss how science develops into technologies that are eventually commercialized into products ...We discuss how technology entrepreneurs can create ventures based upon the technology they work on, the demand they see in their environment or just through the mere aspiration of creating a company. We specifically focus on how these companies can create value in the absence of clear customer revenues and what the eventual outcome is of such a venture.</p> <p>In Session 2, we look at how entrepreneurs do market research and how different types of market research help them to develop their business. The focus is on understanding customer behaviour and needs using tools and techniques drawn from the design thinking community.</p> <p>In Session 3, we introduce the concept of "appropriability". For entrepreneurs, especially in a technology environment, it is very important to think about how they can appropriate value from the ideas they develop and the products they introduce in the market. Such appropriation can be enabled through legal mechanisms such as IP or might be facilitated through the way in which the company is set up. We also discuss how value can be delivered in an industry, how negotiation power can be assessed, what different actors need to be taken into consideration when determining the value flow in a network and, eventually, how to think of a business model annex business plan.</p> <p>Session 4 touches upon a number of HR questions and managerial challenges for the budding entrepreneur: Is it better to go alone or in a team? Are there more or less successful compositions of an entrepreneurial team and if so, where to find the right co-conspirators? We also introduce the basic elements of making a financial plan.</p> <p>Session 5 introduces you in the world of raising capital. You get an overview of the various sources of capital including business angels, accelerators, crowd funding, venture capital and corporate capital. Guest speakers from the financing industry will answer your questions with regards to getting finance.</p> <p>Session 6 deals with the legal side of making a deal between an investor and a company. We also explain how to make an elevator pitch and how to pitch for money (including business plan competitions)</p> <p>Session 7 consists of a Dragon's Den. Each student team has 8' to present their case and 7' for a Q&amp;A. The Dragon's are qualified jury members from the Zürich entrepreneurial ecosystem.</p>
Skript	<p>The Theory Session are supported by a set of Powerpoint Slides which includes all the main elements covered.</p> <p>A script is provided for the Exercise Sessions, during which the students have to develop their own business case.</p>
Literatur	<p>Clarysse, B. &amp; S. Kiefer The Smart Entrepreneur (Elliott &amp; Thompson, 2011) is used as core reading material.</p> <p>In addition, each session also has "advanced reading" papers, which are useful to deepen your knowledge about the specific subject under discussion. It is sufficient to read the introduction and the conclusions of the papers to get the core idea.</p> <p>The papers are uploaded through Moodle, the book is available for sale at Amazon.com or can be ordered from any book store.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>No special background is needed.</p>

<b>363-0392-00L</b>	<b>Strategic Management</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Hacklin, M. Wallin</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces key competences, frameworks and methods for designing, implementing and executing strategy.				
Lernziel	The course "Strategic Management" introduces key competences, frameworks and methods for designing, implementing and executing strategy. Building on an overview of the basics of strategy as well as most prevalent concepts in strategic management, this course aims at equipping future leaders and strategy professionals with a solid foundation for analysing and developing strategy. Relying on the critical analysis and discussion of a series of cases, participants will be offered an opportunity to apply strategic problem solving in practice. By featuring seasoned executives and experienced strategy professionals within the in-class sessions, participants will become immersed into contemporary challenges of strategizing.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introduction: Core strategy concepts</li> <li>b. Industry dynamics I: What industry are we in?</li> <li>c. Industry dynamics II: Technology, innovation and disruption</li> <li>d. Resource-based view of the firm: Sustainable competitive advantage</li> <li>e. Knowledge-based view of the firm: Organizational learning, human capital and beyond</li> </ul> <p>The course "Strategic Management" offers an integrated learning journey consisting of in-class discussions on key concepts and methods, as well as case studies where participants gain exposure to strategic decision-making in real-life corporate settings. By offering a profound theoretical understanding of classic and contemporary angles of strategy, this course establishes a foundation on the core principles and key questions in strategic management. Through exposing participants into case study-based problem solving, this course offers deep dives into specific perspectives of strategic thinking and development. Participants will be offered the opportunity to present in front of an audience, become challenged and get additional feedback from seasoned executives and experienced strategy professionals.</p> <p>Relying on the concept of competitive strategy as the conceptual backdrop of this course, we seek to establish a common ground for analysing and developing the position of a firm within its industry, on the basis of which, corporate leaders and strategy professionals follow the pursuit of securing firm performance. Moreover, we discuss the evolution of industries, and how strategic management as a practice is co-evolving in a changing world. We establish, explore and critically discuss the fundamental perspectives of industry dynamics, the resource-based as well as the knowledge-based view of the firm.</p> <p>For each session, we offer a set of preparatory required readings, including detailed instructions for preparation (e.g., study questions). In order to establish an insightful and engaging in-class discussion—and to get most out of the course—we strongly encourage participants to come prepared to each session. Moreover, participants are also expected to read and understand the required readings that cover the most important articles from the past 30 years in strategy research. Finally, participants will complete team-based assignments focusing on case-based problem solving, which will be presented and discussed in front of the class. These case-based discussions will be complemented by testimonials from seasoned executives and experienced strategy professionals.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Quantitative und Qualitative Methoden zur Lösung komplexer Probleme

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0570-00L	<b>Principles of Econometrics</b> <i>Prerequisites: previous knowledge in economics.</i>	W+	3 KP	2G	J.-E. Sturm, A. Beerli
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of econometrics. We cover simple and multiple regression analysis using different data formats. An emphasis is on hypothesis testing, interpretation of regression results, and understanding threats to the causal interpretation of relationships in the data.				
Lernziel	The course targets both the theoretical understanding as well as the application of basic econometric methods to real world problems.				
	The educational objective of this course is that, after completion, students should be able to:				
	1. understand different forms of data (cross-sectional, panel, time-series) and their strengths and weaknesses for answering different research questions.				
	2. understand how to translate questions about economic policy issues and human behaviour into research hypotheses that can be tested with data.				
	3. apply their theoretical knowledge about econometrics to concrete examples based on the knowledge they acquired in tutorial sessions using the statistical software package STATA and interpret estimation results.				
	4. name and identify potential threats for causal interpretations of relationships in the data and explain whether (and how) they can be addressed.				
Inhalt	The term "econometrics" stands for the application of specific statistical methods to the field of economics. Econometrics aims at providing empirical evidence using observational data that can be used to learn about the real-world existence of specific relationships postulated in economic theories. Typical research questions that economists analyse by using econometric methods include for instance: Do minimum wages reduce employment? Does a gender wage gap exist and how large is it? Does foreign aid affect economic growth? How do interest rate changes influence exports? Is there an effect of economic outcomes on politicians' chances to get re-elected?				
	Starting from simple regression analysis, the course introduces the statistical framework that is used in econometrics to answer such empirical research questions. A major focus is on understanding and mastering methods of hypothesis testing using multiple regressions. The lecture discusses different issues regarding assumptions, interpretation, and inference in multiple linear regression models. Among others, the course addresses the following questions: How well or badly does the applied model fit the observed facts? How large is the estimate of the effects of one variable on another and how reliable is the estimate? Can the model be used to predict the specific variable of interest and how precise is that prediction? What are the crucial assumptions of the estimation strategy used, (how) can they be tested, and does the estimated relationship represent a causal effect?				
	The course lectures introduce the methods and computer tutorials give the students the opportunity to apply and deepen their knowledge using the software package STATA.				
Literatur	Wooldridge, Jeffrey M. (2018) Introductory Econometrics : A Modern Approach. Seventh ed. ISBN: 978-1-337-55886-0 [access to relevant chapters will be provided]				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is intended for students interested in econometrics who have already taken an introductory course in economics (e.g., the course "Principles of Macroeconomics"). Knowledge of the statistical software STATA is no prerequisite and will be acquired during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft			

## ► Wahlfächer

### ►► Economic Dynamics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1185-00L	<b>Applied Political Economy</b> <i>Completion of at least one introductory economics course is required. Familiarity with statistics and econometrics at a basic level would be an advantage.</i>	W	3 KP	2V	J.-E. Sturm, S. A. Schneider
Kurzbeschreibung	Who makes which policy decisions, under what conditions, and why? Studying how different political actors interact is crucial to understanding what policies emerge and what economic outcomes result. Going beyond pure economic analysis, this course discusses theoretical and empirical results in the light of real-world examples, emphasising the fact that we live in a political economy.				

Lernziel	<p>After taking this course, students will be able to...</p> <p>...identify the motivations and constraints of political actors who</p> <p>a) make policy decisions,</p> <p>b) implement these decisions, and</p> <p>c) are targeted by them.</p> <p>...describe how different institutions and incentives shape the behaviour of different political actors.</p> <p>...explain the conditions under which it is difficult to achieve socially optimal outcomes.</p> <p>The course focuses on the application of political economy thinking and theoretical concepts to real world examples. Students will learn how to...</p> <p>...use theoretical knowledge to develop testable hypotheses.</p> <p>...identify empirical settings that allow these hypotheses to be tested.</p> <p>...critically discuss the implications and limitations of empirical research results in order to develop policy recommendations.</p> <p>...compare different institutions and policy designs and assess their strengths and weaknesses.</p> <p>An aim of the course is that, upon completion, students should be able to develop and describe a plan for their own political economy analysis.</p>		
Inhalt	<p>The Applied Political Economy course teaches the fundamentals of political economy analysis with an emphasis on empirical research and practical examples. In essence, we explore how economic thinking can be applied to study non-market relationships that are relevant to understanding important social, economic, environmental, and political outcomes. Students will acquire knowledge of key concepts used to describe the behaviour of individual political actors and groups as well as the incentives and institutions that shape their decisions. For example, we will dive into topics such as politicians' re-election strategies and political budget cycles, federalism and decentralisation, the interaction of national politics and international organisations, and the underlying political-economic reasons for the difficulty of addressing environmental and economic problems in a globalised world.</p> <p>The study of political behaviour adds an extra layer to economic analysis. Based on introductory book chapters and research papers, the lectures will introduce general political economy approaches and theoretical concepts. Equipped with this conceptual foundation, we will look at real-world examples and engage in discussions about empirical research that is aimed at identifying specific causal political-economic relationships. Basic statistical and econometric skills, including hypothesis testing and interpreting regression results, will enhance your learning experience.</p> <p>This course is as much about learning new concepts as it is about critically applying this knowledge to new situations, which course participants will also be asked to identify independently. We encourage active participation in class discussions and expect students to stay engaged with the material through reading and preparation for the lectures.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>An introductory course in Economics is required to sign up for this course.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>363-0586-00L</b>	<b>International Economics: Theory of New Trade and Multinational Firms</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Suverato</b>
Kurzbeschreibung	<p>The primary goal of the course is to familiarize students with recent work in international economics. Students will gain an essential set of guidelines to understand current worldwide economic scenario dominated by: "trade wars", "Brexit", the "fear of import competition from China" and the links between globalization and technological change.</p>				
Lernziel	<p>Covering models of international trade, of trade and multinational firms, and of factor mobility and agglomeration, students will get a good overview of key contributions in the field of international economics.</p> <p>The introduction to this course provides a brief overview of classical trade models, where production cost differences between countries (through differences in factor productivity or in relative factor endowments) are the main source of gains from trade.</p> <p>The core of the course will be on general equilibrium models of trade where the main reason for trade are consumer preferences and their love of variety and its major impediments are transport costs. Technology, structure of the product market and the functioning of the labor market will be the key drivers of the effect of international trade on growth, welfare and inequality.</p> <p>At the end of the course student will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define the concept of comparative advantage and understand how it shapes trade patterns.</li> <li>2. Describe the main reasons for international trade and their relative importance in reality.</li> <li>3. Explain the methodology used by modern economic models to quantify the gains from trade and the effects of changes in trade costs.</li> <li>4. Summarize the main insights obtained by models which introduce firm heterogeneity in international trade.</li> <li>5. Discuss the implications of international trade for inequality and the organization of production.</li> </ol>				

Inhalt	In this class we will cover the following topics.		
	1 Comparative Advantage. This is the main concept of "opportunity cost" applied to the questions "who produces what? and why?"		
	2 Gains from trade. International trade is a trigger for the development of welfare gains in terms of efficiency. We will understand why and how gains can be redistributed to mitigate losses for who loses in a more integrated economy.		
	3 Firms in the Global Economy. The main actors of international economics are globally integrated firms. We will examine their business model, in particular: – Export Decisions – Outsourcing Decisions and Organization of Multinationals – Global Value Chains		
	4 Trade and Income Distribution. While efficiency gains are clear, the impact of international trade on the income distribution is a more complex issue to assess. We will discuss the most recent developments on this subject.		
	5 Trade Policy. Topics such as free trade agreements and trade wars are of high importance in the political agenda. We will discuss the main trade policy instruments (such as tariffs, quotas, export subsidies and regulations) and their effects on economic growth.		
	The detailed agenda of the course consists of these topics: 1. Ricardian Trade Theory, from Ricardo to Eaton-Kortum. 2. Heckscher-Ohlin Trade Theory and specific factor models. 3. Increasing Returns and Trade and gains from variety. 4. Firm Heterogeneity: the Melitz model and its applications. 5. Multinational firms and offshoring: a global organization of production. 6. Insights on trade policy: free trade agreements, tariffs, non-tariff barriers and regulations 7. New empirical insights on trade, development and inequality.		
Literatur	Copies of the original articles and relevant chapters of books will be made available to participants of the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	To follow the course well, you should have some basic knowledge about: 1. solving constrained and unconstrained optimization problems, 2. integral calculus and probability theory		
	Furthermore, you should be familiar with: 1. basic microeconomic concepts (such as General Equilibrium) 2. basic econometric concepts (such as Instrumental Variables)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert

363-0584-00L	International Monetary Economics	W	3 KP	2V	J.-E. Sturm, A. Rathke
Kurzbeschreibung	What determines the foreign exchange rate in the short- and long-term? What are the effects of monetary and fiscal policy in an open economy? What drives a country's choice of the foreign exchange rate regime and why are some countries more prone to financial crises than others? A number of simple theoretical frameworks will be developed that allow us to discuss recent economic policy issues.				
Lernziel	The core objective of the course is to develop simple macroeconomic models of open economies that can be usefully applied to international economic phenomena ranging from global financial imbalances, the Chinese exchange rate regime, the European Monetary Union, reform proposals for the international financial architecture, to global financial crises.				
Inhalt	This course focuses on the determinants of exchange rates and the interpretation of exchange rate movements in a framework of open economies, through an in-depth analysis of the most important models on the issue. Firstly, it familiarizes the students with exchange rates regimes and key concepts in balance-of-payments accounting, to afterwards outline the different macroeconomic models for open economies.				
	The main goal of the course is to provide students with analytical and theoretical tools for the interpretation of exchange rate dynamics and the understanding of fiscal and monetary policy effects, as well as the integration of an empirical analysis of the named models.				
Skript	Lecture notes will be made available via Moodle.				
Literatur	Krugman, Paul, Maurice Obstfeld and Marc Melitz (2023), International Economics, Theory and Policy, 12th Global Edition, Pearson.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
363-1186-00L	Networks and Markets	W	3 KP	2G	F. Pitsuwan
Kurzbeschreibung	Markets on networks challenge the standard neoclassical assumption that market interactions are anonymous and unconstrained by accounting for connections among agents. The course starts with basic concepts from game theory and graph theory, then examines applications of these tools on topics such as financial contagion, traffic networks, sponsored search auctions, kidney exchange, and blockchain.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce students to the economic analysis of markets on networks. Students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand and apply tools from game theory and graph theory to study market interactions on networks.</li> <li>• Construct simple models for real-world networks and markets.</li> <li>• Assess the performance of markets on networks.</li> <li>• Design markets on networks.</li> </ul>				



Inhalt The course starts with basic concepts from game theory and graph theory, then examines applications of these tools with topics such as financial contagion, traffic networks, sponsored search auctions, kidney exchange, and blockchain.

The course consists of five parts.

- 1: Introduction to Game Theory and Networks
- Definition of a Game, Nash Equilibrium
  - Basics of Graph Theory and Networks, Paths, Connectivity, Centrality Measures

- 2: Games and Networks
- Traffic Networks, Braess's Paradox
  - Coordination and Contagion in Networks
  - Markets with Network Effects

- 3: Auctions
- Single-item Auctions
  - Generalized Second Price (GSP), Vickrey-Clarke-Groves (VCG) Mechanism
  - Application to Sponsored Search Auctions

- 4: Matching
- Matching Algorithms and Allocation Problems
  - Applications to Residency Matching, Kidney Exchange, School Choice

- 5: Economics of Internet Markets
- Economics of Platforms
  - Economics of Blockchains

Literatur The following textbooks may be useful for reference:

- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World. Cambridge University Press.
- Haeringer, G. (2017). Market Design: Auctions and Matching. MIT Press.

Voraussetzungen / Besonderes There is no formal prerequisite, but familiarity with microeconomic concepts and basic calculus is recommended. Please contact the course's teaching assistant, Dr. Kremena Valkanova (kvalkanova@ethz.ch), for further information.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

363-1008-00L	Public Economics	W	3 KP	2V	M. Köthenbürger, T. Giommoni	
Kurzbeschreibung	Public Economics analyses the role of the government in the economy. In this course we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. Issues related to public goods, taxation, in particular the effects of tax policy on labor supply, entrepreneurship and innovation will be emphasized.					
Lernziel	The primary goal of the course is to familiarize students with the central concepts and principles of public economics. The course aims at providing a good understanding of theoretical work and how it may be applied to actual policy problems. Students will get a good overview of recent key contributions in the field and how these relate to empirical observations.					
Inhalt	Overview: The course Public Economics analyses the role of the government in the economy. In most developed countries, government activity is significant and ranges from public service provision, redistribution of incomes, regulation and taxation. In many cases, public expenditures are 30-40 percent of GDP. In the course, we will discuss justifications for and the design of public policy as well as its consequences on market outcomes. We will repeatedly use real-world policy examples to allow students to apply their knowledge and to realize how effectively the knowledge can be used to understand and design public policy making.					
Kompetenzen	Organization: The course consists of four big building blocks, "externalities", "taxation", "political economy", and "social security". For each of the building blocks we will provide slides. There will be three problem sets and a written exam at the end of the course. Problem sets will not be graded. Credit points are given for passed exams only.					
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft			
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert			
		Entscheidungsfindung	geprüft			
		Problemlösung	geprüft			
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft			
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
		Verhandlung	gefördert			
		Anpassung und Flexibilität	geprüft			
		Kreatives Denken	geprüft			
		Kritisches Denken	geprüft			
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				

## ►► Finance and Investment

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1153-00L	<b>Decentralized Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. J. Bergmann, H. Gersbach, R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	DLT is emerging for a disruption of our current financial infrastructure. As such, Blockchain Finance seeks to combine open-source, peer to peer building blocks into sophisticated products using blockchain technology, seeking to disintermediate and decentralize the traditional financial service industry. This lecture will combine insights on DLT with recent applications from finance.				
Lernziel	<p>At it's core, Blockchain Finance aims to provide financial products and services on blockchain technologies. The combination of decentralized, smart-contract-based business logic solutions with a blockchain-based settlement layer facilitates the creation of financial services in a decentralized way. Traditional, functional roles of trusted third-party such as brokerage firms, banks, are replaced by smart contracts which fulfill the functions automatically.</p> <p>The goal if this lecture is to let you understand,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The building blocks of Distributed Ledger Technology (DLT)</li> <li>- Some basic applications like smart contracts, tokens, decentralized autonomous organisations (DAOs)</li> <li>- Limitations and concepts for overcoming centralized financial systems</li> <li>- Recent advances on Central Bank Digital Currencies and other applications in DeFi</li> <li>- The business logic behind a decentralized applications (DApps)</li> <li>- How a DLT project is run within a larger organization and in the start-up context</li> </ul>				
Inhalt	<p>The lecture will cover also guest speakers from companies, start-ups, and agencies.</p> <p>The lecture will start with the fundamentals around blockchain technologies and smart contracts. Afterwards students learn about aspects and applications of blockchain finance, e.g. decentralised exchanges, tokenisations, digital currencies covering some theoretical and technological insights as well as insights on recent applications involving guest speakers from industry, start-ups, agencies. The focus of each session will be on the discussion part. You will be asked to prepare yourself (watch a video, read a paper, etc) for each session.</p> <p>Part 1: Intro to Blockchain, Focus on Exchanges, Transaction Ordering            Part 2: Smart Contracts; Focus on Programming, Attacks            Part 3: Decentralized Governance, DAOs and Applications            Part 4: Central Bank Digital Currencies, recent advances, and approaches            Part 5 &amp; 6: DeFi applications, legal aspects, challenges, opportunities &amp; risk in the corporate context</p> <p>The lecture is targeted to students across ETH with an interest in DLT. No specific coding experience is required. During the course you will follow step by step examples. For passing the course you will take online quizzes, selected exercises, and a short exam during the class.</p>				
Skript	There will be lecture slides to each section shared in advanced to each session.				
Literatur	Selected readings and books are presented in each session.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful but not mandatory.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1000-00L	<b>Financial Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bommier, P. Colo</b>
Kurzbeschreibung	This is a theoretical course on the economics of financial decision making, at the crossroads between Microeconomics and Finance. It discusses portfolio choice theory, risk sharing, market equilibrium and asset pricing.				
Lernziel	<p>The objective is to make students familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices, the notions of optimal risk sharing. However this is not a practical formation for traders. Moreover, the lecture doesn't cover topics such as market irrationality or systemic risk.</p> <p>After completing this course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students will be familiar with the economics of financial decision making and develop their intuition regarding the determination of asset prices;</li> <li>2. Students will understand the intuition of market equilibrium. They will be able to solve the market equilibrium in a simple model and derive the prices of assets.</li> <li>3. Students will be familiar with the representation of attitudes towards risk. They will be able to explain how risk, wealth and agents' preferences affect the demand for assets.</li> <li>4. Students will understand the notion of risk diversification.</li> <li>5. Students will understand the notion of optimal risk sharing.</li> </ol>				

- Inhalt
- The following topics will be discussed:
1. Introduction to financial assets: The first lecture provides an overview of most common financial assets. We will also discuss the formation of asset prices and the role of markets in the valuation of these assets.
  2. Option valuation: this lecture focuses on options, which are a certain type of financial asset. You will learn about arbitrage, which is a key notion to understand the valuation of options. This lecture will give you the intuition of the mechanisms underlying the pricing of assets in more general settings.
  3. Introduction to the economic analysis of asset markets: this chapter will familiarize you with the notion of market equilibrium and the role it plays concerning asset pricing. Relying on economic theory, we will consider the properties of the market equilibrium: In which cases does the equilibrium exist? Is it optimal? How does it depend on individual's wealth and preferences? The concepts defined in this chapter are essential to understand the following parts of the course.
  4. A simplified approach to asset markets: based on the notions introduced in the previous lectures, you will learn about the key concepts necessary to understand financial markets, such as market completeness and the no-arbitrage theorem.
  5. Choice under uncertainty: this class covers fundamental concepts concerning agents' decisions when facing risk. These models are crucial to understand how the demand for financial assets originates.
  6. Demand for risk: Building up on the previous chapters, we will study portfolio choice in a simplified setting. We will discuss how asset demand varies with risk, agent's preferences and wealth.
  7. Asset prices in a simplified context: We will focus on the portfolio choices of an investor, in a particular setting called mean-variance analysis. The mean-variance analysis will be a first step to introduce the notion of risk diversification, which is essential in finance.
  8. Risk sharing and insurance: in this lecture, you will understand that risk can be shared among different agents and how, under certain conditions, this sharing can be optimal. You will learn about the distinction between individual idiosyncratic risk and macroeconomic risk.
  9. Risk sharing and asset prices in a market equilibrium: this course builds up on previous lessons and presents the consumption-based Capital Asset Pricing Model (CAPM). The focus will be on how consumption, assets and prices are determined in equilibrium.

- Literatur
- Main reading material:
- "Investments", by Z. Bodie, A. Kane and A. Marcus, for the introductory part of the course (see chapters 20 and 21 in particular).
  - "Finance and the Economics of Uncertainty" by G. Demange and G. Laroque, Blackwell, 2006.
  - "The Economics of Risk and Time", by C. Gollier, MIT Press, 2001.

- Other readings:
- "Intermediate Financial Theory" by J.-P. Danthine and J.B. Donaldson.
  - Ingersoll, J., E., Theory of Financial Decision Making, Rowman and Littlefield Publishers.
  - Leroy S and J. Werner, Principles of Financial Economics, Cambridge University Press, 2001

Voraussetzungen / Besonderes

Basic mathematical skills needed (calculus, linear algebra, convex analysis). Students must be able to solve simple optimization problems (e.g. Lagrangian methods). Some knowledge in microeconomics would help but is not compulsory. The bases will be covered in class.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ►► Human and Entrepreneurial Behaviour

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1066-00L	Designing Effective Projects for Promoting Health@Work	W	3 KP	2G	G. Bauer, P. Kerk sieck

Kurzbeschreibung

The fast-changing high-performance economy is highly dependent on healthy employees – and at the same time is putting their health at risk. Expectations of employees regarding health@work are rising. In a workshop format, students learn how to develop effective, exemplary projects to promote good working conditions, work-life balance or healthy lifestyles in companies.

- Lernziel
- After active participation in the course, students will
- Know the key individual, team-level, and organizational factors influencing health@work
  - Be familiar with health-related challenges and opportunities of a changing world of work
  - Know intervention strategies for improving working conditions, work-life balance and health behaviors in companies
  - Be able to design an exemplary intervention project– based on key principles and a systematic planning cycle

**Inhalt** The globalization and the digital transformation of our economy lead to fast changes in organizations and of working conditions. Work becomes more flexible regarding time, location and employment contracts. Simultaneously, employees become more demanding regarding their autonomy, the quality of working life and their work-life balance. In this dynamic context, offering standardized health promotion programs in companies is not sufficient anymore. Employers and employees need to jointly develop tailored approaches how to continuously assess and improve health@work. Thus, we want to enable you to support companies in this process.

The course consists of three parts. The first part with four sessions provides an introduction into approaches to promote health@work. The lectures will present and discuss these approaches using practical examples and discuss them with the students. The third lecture allows you identify the topic you like to work on during the course – and find other students for your related group work.

- Session 1: Overview of course and of approaches to promote health@work
- Session 2: Promoting Health @ Work: Improving working conditions
- Session 3: Brainstorming: Find your group and your topic
- Session 4: Promoting Health @ Work: (digital) lifestyle interventions
- Session 5: Promoting Health @ Work: Work-Life-Balance and Leisure crafting interventions

The second part has a workshop format and aims to thoroughly develop the project ideas chosen by students in groups of two. The pitch presentations help to focus on the essence of the own idea and to trigger constructive feedback for improving it. These tutors support the teams in their systematic, detailed planning of the own project idea. Particularly, students will consider the four principles of successful health promotion projects: systematic planning, participation of stakeholders, combined individual- and environmental-level actions, integration into company routines.

- Session 6: First pitch of group projects (Topic – Why / for whom / what you plan to do)
- Session 7: Promoting health@work: SMART objectives; Project Management
- Session 8: Promoting health@work: Balanced, focused strategy; plausible mechanism & outcomes (pitch)
- Session 9: Compulsory 1:1 session with Teaching Assistants
- Session 10: Promoting health@work: Organizational level change strategies & integration into organisation
- Session 11: Promoting health@work: Evaluation types and methods

In the third part, the two-person project teams present their project plan in the plenary, discuss it with all students, and obtain feedback by the course leader.

- Sessions 12: Presentations & discussions of projects (first half of groups)
- Sessions 13: Presentations & discussions of projects (second half of groups)

Given the hands-on workshop character of this lecture, students are required to actively participate in all sessions. Besides raising knowledge on promoting health@work, the students generally will improve their project development skills. Also, as the course has students from D-MTEC, D-HEST and D-USYS, it facilitates their transdisciplinary exchange. Transdisciplinary skills are increasingly needed for addressing complex needs in our society.

**Literatur** Report 7. Workplace Health Management: Principles and Trends. Focus on Mental Health. Health Promotion Switzerland 2018

[https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report\\_007\\_HPS\\_2018-11\\_-\\_WHM\\_-\\_Principles\\_and\\_Trends.pdf](https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf)

**Voraussetzungen / Besonderes** A course for students dedicated to applied learning through projects. As the whole course is designed as a hands-on workshop for the students, active participation in all lectures is required. Class size limited to 30 students.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

**363-1095-00L Entrepreneurial Competencies** **W 3 KP 2G** Noch nicht bekannt

*Findet dieses Semester nicht statt.  
This course is open to students from all ETH departments.  
No prerequisites.*

**Kurzbeschreibung** What are success-driving skills entrepreneurs bring to the table? In this seminar-style class, we will review the state of knowledge and explore case examples for relevant management, decision-making, and communication styles useful to manage uncertainty and novel contexts. Apart from general intellectual enrichment, you will find room for reflection on your own behaviors and thought patterns.

**Lernziel** This course is designed to provide insight into key behaviors and mindsets that enable human beings to deal with uncertainty and manage the often stressful, sometimes joyful, but for sure high-pressured entrepreneurial life.

At the end of this course, participants will:

- #1 – Have developed a comprehensive understanding of key behaviors and skills useful in the entrepreneurial profession.
- #2 – Have been exposed to different behavioral concepts & methods relevant for entrepreneurial actors and draw their own conclusions for how to apply them to their own life.
- #3 – Have obtained a more comprehensive and critical appreciation for what it takes to be a successful professional in entrepreneurial settings (independent ventures or corporate innovation functions).

The insights from this course will not only be useful if you consider starting your own company. Many of the themes we will discuss may be equally important for your career in other domains.

Inhalt	<p><b>*COURSE PHILOSOPHY/MOTIVATION*</b>  This course can be taken as an individual course but may also be a great complement or companion to the often more project-focused courses offered at ETH such as "The Lean Startup Academy" [363-1103-00L]. While project-based courses typically focus on skill-building around ideation, validation, pitching, and fundraising for entrepreneurial endeavors, I am adding the proposition there are many more behavioral and mental skills entrepreneurs need to bring to the table. Our goal in this class will be to review those.</p> <p><b>*GENERAL COURSE DESIGN*</b>  This course is designed as a mix of conversations, provoked by the preparation material and by in-class activities. The materials and workshops are geared to help participants reflect on key challenges around entrepreneurship, and how to potentially tackle them. While we will spend quite some time discussing pop-culture opinions and reviewing evidence from scientific research, I also aspire to have participants critically reflect upon and experiment with their own behavioral approaches.</p> <p><b>*TYPICAL SESSION STRUCTURE*</b>  A typical class in this course departs from a set of questions relevant to the entrepreneurial phenomenon. I ask students to come prepared by having reviewed the respective problem set(s) that motivate the session and having engaged with readings and/or other media material shared upfront. In the classroom, we will then review - typically in a dialogue form - what the academic literature and practitioners have to say. We may not always like the answers we find, and sometimes the knowledge about important questions is sketchy at best. That will provide room for debate and to build on the collective wisdom in the class.</p> <p><b>*COURSE THEMES*</b>  Some of the questions we will explore in this course:</p> <p>Session 01 (28.2.): What do entrepreneurs do? Can it be taught? Is entrepreneurship the rewarding career it is often made out to be? What do you need to learn as an entrepreneur?</p> <p>Session 02 (14.3.): What are the enablers and impediments to getting started? What makes some people better perform under stress than others?</p> <p>Session 03 (28.3.): What makes for an effective entrepreneurial team? Why do people contribute to uncertain endeavors and how to keep them motivated?</p> <p>Session 04 (25.4.): What role does rhetoric have in entrepreneurial ventures? How do entrepreneurs communicate vision effectively?</p> <p>Session 05 (16.5.): Apply your wisdom -- analyze and feedback another team on their pitch.</p> <p>Session 06 (23.5.): How to make decisions under uncertainty? What are the key issues in running successful entrepreneurial experimentation programs?</p> <p>Session 07 (30.5.): Resource Mobilization and ethics. Never let the truth get in the way of a good story: Where are the ethical boundaries in entrepreneurial companies?</p> <p>Much of the current practice in entrepreneurship has emerged from practitioners rather than the academic environment and is subsequently infused with colorful stories and selective case examples. However, as we are at a university-level institution, in this class, I aspire to have us critically review what pop-culture wisdom has produced and mirror that against the scientific evidence we have from top-of-class research. We will be equally critical of both :-)</p>		
Skript	Class slides and materials will be made available through Moodle.		
Literatur	Typical preparatory materials for a session consist of a collection of academic papers, blog posts, podcasts, or videos.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is open to students from all departments at ETH. While generally designed with MSc and Ph.D. students in mind, we welcome any student. No prior knowledge is required.		
	Note, a lot of the learning in this class occurs through the focused study and review of the preparation materials and through the active participation in the class dialogue and in-class activities. For best learning outcomes, you will want to make sure that you can participate in the majority of the class sessions.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>363-1103-00L</b>	<b>Lean Startup Academy – From Idea to Startup</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Hengartner</b>
Kurzbeschreibung	This course puts you right at the center of the entrepreneurial action. Equipped with a KICKBOOK, you will learn how to get from an idea to a tangible prototype and real customer feedback. You will work with state-of-the-art "Lean Startup" methodologies from Silicon Valley, that are used by successful entrepreneurs globally and learn entrepreneurial competences.				

Lernziel	<p>After completing this course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students will be able to validate an own startup idea with “Lean Startup” methodologies and tools.</li> <li>2. Students can explain and apply different “Lean Startup” methodologies and tools to validate startup ideas.</li> <li>3. Students can identify advantages and challenges of different “Lean Startup” methodologies and tools.</li> <li>4. Students can outline the different steps of validating problem and solution behind their startup idea.</li> <li>5. Students can test the market in qualitative and quantitative way with “Lean Startup” methodologies and tools.</li> <li>6. Students can conceptualise, produce and hold a startup pitch presentation in front of a jury.</li> </ol>
Inhalt	<p>Have you ever considered becoming a successful startup entrepreneur after finishing your studies? Are you interested in entrepreneurship and want to learn how to work in a startup? Do you just have a great startup idea and want to validate its business potential? If you answered one or more of these questions with “yes”, the Lean Startup Academy might be the right course for you.</p> <p>This course will be put right at the center of the entrepreneurial action. Equipped with a KICKBOOK, you will learn how to get from an idea to a tangible prototype and real customer feedback. You will work with state-of-the-art Lean Startup methodologies from Silicon Valley, that are used by successful entrepreneurs globally. It is project-based learning and you will apply everything you learn right away to validate your own business idea or the idea of another student.</p> <p>At the beginning, you will reflect on your motivation and get the chance to pitch your startup idea to the whole class. Your goal is to recruit a team of other students to validate your idea. You don't need to pitch an idea and not all presented ideas will be validated during class.</p> <p>The next module will focus around the problem behind your startup idea. You will do research and define different personas. Then you apply quantitative and qualitative methods to engage with potential customers and find a “problem worth solving”.</p> <p>Now you will start prototyping your first solutions and test them on the market to get real customer feedback. You will be surprised how fast, cheap and lean you can do that with the tools and methods that are taught in class.</p> <p>In the next phase you will design the vision, strategy and business model of your startup idea and define your MVP (Minimal Viable Product) and PoC (Proof of Concept).</p> <p>Finally, you will present your validated startup idea to an investor jury. Beforehand you will learn how to structure a pitch, convince your audience and become a successful presenter.</p> <p>But this is not the end – hopefully you were bitten by the entrepreneurial bug and this was just the beginning of your startup journey. In the final class you will learn about the different options to turn your startup idea into an actual startup.</p> <p>This class is taught by corporate entrepreneurship experts, who coach intra- &amp; entrepreneurs on a daily base and provide you with hands-on training and mentoring. The course builds on experiential learning and you will do things rather than listening to concepts and theories. That means, high levels of motivation, commitment and energy are required to take part in this course and move the entrepreneurial ideas forward. As a reward you will learn how to work in a startup environment and develop strong entrepreneurial competences.</p> <p>More info via <a href="http://www.kickbox.academy">http://www.kickbox.academy</a>.</p>

## ►► Natural Resources

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0552-00L	<b>Economic Growth and Resource Use</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Komarov</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with the factors that contribute to economic development. Throughout the course theoretical economic modelling will be used to discuss the effects of factors – such as land, human/physical capital, technology, fossil energy resources, and climate change – on economic growth and to draw conclusions for the future.				
Lernziel	The general objective of the course is to provide students tools and intuition to:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>i) think in a structured way – though economic modelling – about the factors that have led to the different growth experiences among countries, and still shape our contemporary situation;</li> <li>ii) assess and design policies on the basis of economic development;</li> <li>iii) draw conclusions for the future of economic development, that take into account prevalent issues such as the scarcity of fossil energy resources and climate change.</li> </ol>				
Inhalt	<p>Why is economic growth worth studying? Which are the factors behind economic growth? What is the role of natural resources in shaping economic development? Is our finite planet able to support sustainable long-term economic growth? Economics aims at explaining human behaviour; how do we model it and how can we steer it for the better? How do you design an efficient economic policy for a sustainable future? What is sustainable anyway? These are some of the questions you will learn to answer in this course.</p> <p>After spending the first lecture on overviewing the course, and the second lecture on building our mathematical and economic foundation, we begin with the three main modules that comprise this course.</p> <p>The first module – called “Land and Economic Growth” – deals with the historical evolution of the factors behind economic development from the pre-industrial times to our modern growth experiences. By studying the history of economic growth, we understand change and how the society we live in came to be. In this module we will develop economic models that capture the transition from an era of miniscule economic growth that persisted for millennia before the industrial revolution – with land and human labour as the main inputs to economic activity – to our modern growth experience where the continuous improvement in technology and services is our status quo.</p> <p>The second module – called “Non-Renewable Resources and Growth” – deals with the problem of optimal exploitation of non-renewable resources, as well as with the issue of “Resource Curse” – i.e., the observed negative relationship between economic development and resource abundance. Emerging in the 1970s due to two oil crises, the problem of the economy's extreme dependence on fossil and depletable energy resources sparked a great deal of research to guide our way forward. Some important questions we will formally answer in this module are the following. How do we optimally exploit a given stock of a non-renewable resource? What affects the prices of non-renewable resources? If fossil energy sources – a (so far) important input to production – are getting ever depleted, is long-term growth possible? How do we explain the “Resource Curse” and what are the policies that allow a sustainable future in countries that suffer from such a curse?</p> <p>The third module – called “Climate Change and Growth” – deals with the pressing problem of our changing climate. Greenhouse gas emissions – so far essential for economic activity – accumulate in the atmosphere and alter environmental patterns. This phenomenon – commonly known as climate change – is responsible for the increase in the frequency and the intensity of natural disasters, which damage our stocks of capital and put a drag on economic growth. To derive appropriate policies for a sustainable future, we will incorporate these aspects in workhorse models of the economics and finance literature. Students will learn how to derive and set the “correct” price on the use of polluting energy resources from the perspective of policy-makers. Additionally, pricing of climate change risks for financial markets is important, both for individual investors and central banks, as it is they who provide liquidity to firms to pursue their long-term growth targets. Accordingly, we will close the lecture with the pricing of climate change risks from an investor's perspective.</p>				

Literatur	The main reference of the course is the set of lecture notes; students will also be encouraged to read some influential academic articles dealing with the issues under study.				
	The course is self-contained and only material that was discussed in the lecture will be relevant for the exam.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of basic calculus (differentiation - integration) and basic statistics (e.g. what is an expectation; variance-covariance) is considered as a prerequisite. Elementary knowledge of dynamic systems analysis, optimal control theory and economic theory is a plus but not a prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i>				
Kurzbeschreibung	An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.				
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.				
Inhalt	The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.				
	Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.				
	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>363-1190-00L</b>	<b>Integrated Economy-Environment-Energy Modeling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Alsina Pujols, L. Barrage</b>
	<i>Participation is limited to 20 students.</i>				
	<i>A mandatory prerequisite is the completion of "363-0503-00 Principles of Microeconomics" and "363-0565-00 Principles of Macroeconomics" (or equivalent).</i>				
Kurzbeschreibung	Integrated assessments of how energy policy and environmental change interact with the broader economy are an essential tool for both research and policy design in the 21st century. The goal of this course is to advance students from being consumers to producers of such "integrated assessment" models at a level appropriate for writing a Master's thesis.				
Lernziel	After taking this course, students should be able to:				
	- Understand and code up the DICE climate-economic model, including basic extensions.				
	- Understand and code up the GHKT climate-economic model, including basic extensions.				
	- Understand the differences between and pros/cons of "policy optimization" vs. "decentralized equilibrium" and "general equilibrium" vs. "partial equilibrium/simulation" models.				
	- Understand and code up integrated assessment models with multiple regions. Familiarize with the challenges of international climate policy and the concepts of free-riding, Nash equilibrium, cooperative vs. non-cooperative equilibrium and Negishi welfare weights.				
	- Understand extended integrated assessment model structures designed to study important topics such as endogenous technical change and the interactions between climate change, uncertainty, and the economy.				

Inhalt	This course is designed for Master's students with an interest in questions at the intersection of the environment, energy systems and markets, and the (macro)economy. The goal of the course is to help students transition from being consumers to producers of Master's thesis-level research based on integrated assessment models. As a foundation, the course will give students a theoretical foundation in the workings of different types of integrated assessment models, such as policy optimization models, decentralized equilibrium models, and non/partial equilibrium models, as well as non-cooperative (Nash equilibrium) models, as well as their theoretical underpinnings (such as the Fundamental Welfare Theorems and Negishi weighting). The course will also go over the theoretical foundations of a specific set of seminal models that we will study in more detail, with a focus on climate-economic models. Moving towards practical applications, students will then learn how to code up and build on existing code of several influential models to prepare for exploring their own research questions. While the instructor will prepare and present lecture slides, students are expected to read key papers assigned for reading, and class discussion is strongly encouraged. Student assessment is based on both practical exercises and in-class quizzes. The course materials include both lecture slides (posted on the course website) and papers (also posted on the course website). The principal coding language we will use is Matlab (available through ETH), although students may use other languages if preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>363-0532-00L</b>	<b>Ökonomische Theorie der Nachhaltigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit; Modelle des neoklassischen und des endogenen Wachstums; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitution und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve; Nachhaltigkeitspolitik				
Lernziel	Die Studierenden sollen ein wissenschaftliches Verständnis für die Implikationen nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf das langfristige Wachstum von Volkswirtschaften entwickeln. Es soll herausgearbeitet werden, inwieweit das Potential für ein nachhaltiges Wachstum von Substitutionsmöglichkeiten, technologischem Fortschritt und umweltpolitischen Eingriffen des Staates abhängig ist. Nach einem erfolgreichen Abschluss dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage: 1. die Ursachen der langfristigen Entwicklung von Wirtschaften zu verstehen 2. den Einfluss von natürlichen Ressourcen und von Umweltverschmutzung auf die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu analysieren 3. die Rolle der Politik für die Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele zweckmässig einzuordnen.				
Inhalt	Die Studierenden werden zunächst mit unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen nachhaltiger Entwicklung vertraut gemacht. Aufbauend auf dieser Grundlage werden Bedingungen für nachhaltiges Wachstum bei Umweltverschmutzung und knappen natürlichen Ressourcen näher beleuchtet. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle von Substitutionsmöglichkeiten und technischem Fortschritt für die Ueberwindung von Ressourcenknappheit. Auswirkungen von Umweltexternalitäten werden in Bezug auf mögliche Ansatzpunkte für wirtschafts- und umweltpolitische Eingriffe des Staates betrachtet. Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsoptimismus vs. pessimismus; Einführung in Modelle neoklassischen und endogenen Wachstums; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitutionselastizität und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve: Grundkonzept, theoretische Elemente, empirische Resultate; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen, Hartwick-Regel, Konsumententwicklung bei zinsabhängigem Sparen, ressourcensparender technischer Fortschritt.				
Skript	Die Folien zur Veranstaltung werden vorlesungsbegleitend über Internet zugänglich gemacht.				
Literatur	Bretschger, F. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.  Bretschger, L. (2004), Wachstumstheorie, Oldenbourg, 3. Auflage, München.  Bretschger, L. (2018), Greening Economy, Graying Society, CER-ETH Press, ETH Zurich.  Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray and M. Common (2011), Natural Resource and Environmental Economics, Longman , 4th ed., Essex.  Neumayer, E. (2003), Weak and Strong Sustainability, 2nd ed., Cheltenham: Edward Elgar.  Weitere Literaturangaben in der Vorlesung				
<b>363-1164-00L</b>	<b>Topics in Energy and Climate Policy</b>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
	<i>Participation is limited to 20 students. A mandatory prerequisite is to attend the course "363-0514-00L Energy Economics and Policy".</i>				
Kurzbeschreibung	This block seminar allows students to deepen their knowledge of energy and climate policy issues by presenting and discussing some scientific papers that analyze the economic aspects of energy and climate policy instruments.				
Lernziel	After taking this course, students will be able to: • Engage in, participate and learn from discussion on the design, implementation and effectiveness of energy and climate policy instruments. • Read, present and discuss scientific papers that analyse issues in energy and climate policy critically.				



Inhalt During the course of Energy Economics and Policy, which is a prerequisite for this course, the students will be learning the basic principles and ideas in a frontal instruction-oriented style. This course is additionally offered to those interested students who want to further deepen their knowledge of topics in energy economics and policy. This block seminar will take place on a Friday afternoon and Saturday, and it will adopt a more participatory approach where students will actively present and discuss some topics in energy and climate policy. This block course will take place at the end of the spring semester.

We will be discussing papers dealing with the following topics:

Participation in the course will be limited to 20 students.

- Economics of market-oriented policy measures such as taxes and subsidies
- Economics of non-market-oriented policy instruments such as standards, regulations, information policies, nudges, etc.
- Application of energy and climate policy instruments with a focus on developing countries including topics related to mobility, electrification, and pollution.

The students will receive a proposal of a series of scientific papers at the beginning of the semester, during an introductory meeting, from which to choose one to present to the participants of the seminar. The presentation can be individual or in groups, depending on the number of participants. The student assessment will be based on their presentation as well as on their discussion of the other papers that are presented.

Participation in the course will be limited to 20 students, and a mandatory prerequisite is to attend the Energy Economics and Policy course offered by MTEC in FS2022.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Supply Chain and Information Systems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0448-00L	<b>Global Operations Strategy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. von Dzengelevski</b>
Kurzbeschreibung	This course equips students aspiring to work in globally operating companies with a theoretical foundation and practical skills for the strategic configuration and coordination of global production networks.				
Lernziel	Students will be able to analyze, plan, and design factory networks. 1. Students will be able to analyze the strengths and weaknesses of a company's global factory network. 2. Students will be able to conduct a basic factory localization analysis and elaborate on the risks involved and the limitations of the chosen method. 3. Students will be familiar with key issues in managing global operations. 4. Students will develop an understanding of how companies' global operations relate to current global issues and challenges. 5. Students will be able to analyze a global productivity improvement program. 6. Additional skills: Students will acquire experience in teamwork, report writing, and presentation.				
Inhalt	The course "Global Operations Strategy" equips students with tools and knowledge that will help them successfully manage the global activities of multinational companies in their future careers. The world of business is changing at a rapid pace, and so is the international environment in which it is conducted, leading to a set of complex challenges which this course engages with. Where should factories be located in order to deliver high quality products quickly to customers at reasonable cost? Which products should a company make itself, and which should be outsourced? How can the productivity in a plant network be increased with the help of global improvement programs? Questions like these will be discussed in class from an academic perspective and will be illuminated by a number of leading industry practitioners. Furthermore, students will learn to view the global operations of companies in the context of current industry dynamics, a changing geopolitical landscape and pressing global challenges, such as climate change. To reinforce students' learning, students will complete practically-oriented group case study work on the basis of which students' performance will be assessed.  The course design features academic lectures followed by industry perspectives, so that students can reflect on the presented academic concepts and synthesize them with the insights and experiences of industry leaders. In terms of teaching style, students can expect a blend of approaches, including lectures on key concepts, vivid class discussions, guest contributions by managers, as well as case study presentations by peers. Additionally, Q&A sessions and individual feedback sessions for case study groups will be arranged.				
Skript	See Moodle				
Literatur	See Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: 363-0445-00L Production and Operations Management				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>363-1129-00L</b>	<b>Humanitarian Operations and Supply Chain Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S. Wagner, S. B. Thakur-Weigold</b>
Kurzbeschreibung	As both manmade and natural disasters are on the increase, the humanitarian sector has been growing accordingly. Because logistics typically comprises 70-80% of mission budgets, efficient operations and supply chain management are critical to maximizing impact. This course explores the emerging theory and best practices which address this need.				
Lernziel	Upon completion of this seminar, participants will be able to differentiate between the commercial and humanitarian operational context and recognize the distinct phases of an intervention. They will be able to assess the humanitarian program as a system with constrained resources, and analyze logistics and supply chain processes fit to purpose. The course will involve both, research and practice, to ensure a realistic and rigorous understanding of humanitarian operations and supply chain management.				
Inhalt	<p>The seminar will review the strategies and core processes existing in a humanitarian supply chain, emphasizing how these are different from the commercial context, and explore success factors in practice. The instructional design will combine lectures and readings with videos, reports from the field, simulations and case studies.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the Core Humanitarian Standards (CHS), and the specific requirements of the humanitarian sector, together with what these imply for operations and supply chain management. How does HumOSCM differ from the commercial context? We will review what it means to be a refugee, an IDP, or a person affected by a natural or manmade disaster, the key stakeholders in a humanitarian intervention, current trends in the sector, and the role of the logistics cluster.</li> <li>2. Humanitarian interventions follow a lifecycle whose distinct phases create different requirements for logistics and other activities. We will review and discuss the characteristics of each phase and their respective strategies as well as fundamental types of intervention (emergency response vs. ongoing missions vs. development projects).</li> <li>3. The activities in a humanitarian intervention must be understood as a system in which material can only be delivered properly if information flows. We will emphasize how collaboration and coordination are key to successful field operations, and experience the effects of broken feedback loops and poor system design.</li> <li>4. Review of the core processes of the humanitarian supply chain: procurement, planning (preparedness), transportation (fleet management), inventory management (pre-positioning), donor management and reporting, and performance management.</li> <li>5. Special topic / deep dive: Applying lean principles to humanitarian operations, with a report from the field.</li> <li>6. Special topic / deep dive: How technologies (such as retinal recognition, drones, GPS mapping, cash programs), are changing the way aid is delivered, with a report from the field. When considering the impact of technological innovations, we will discuss the importance of process innovations as well.</li> </ol>				
Skript	<p>The course material will be made available for download on Moodle:</p> <p><a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21662">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21662</a></p> <p>All organizational matters will be handled by Dr. Bublu Thakur-Weigold (sthakur@ethz.ch). Please use the HumOSCM Class Forum on Moodle as a first point of contact.</p>				
Literatur	<p>There is no obligatory or recommended textbook.</p> <p>Readings that you might consult during the course will be provided for download.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The final course grade will be a weighted average of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Study of a current humanitarian intervention or disaster scenario and presentation of an appropriate HumOSCM strategy, including written summary (group work): 60%</li> <li>- Written summary of a case study analysis with findings and solution (individual work): 40%</li> </ul> <p>The course is limited to 20 participants.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>363-0768-00L</b>	<b>Industrial Perspectives on Operations Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Netland, H. Dietl</b>
Kurzbeschreibung	Industrielle Perspektiven des Operations Management bietet einen Einblick in aktuelle Themen und Entwicklungen in der Industrie. Regionale und internationale Gastredner aus der Industrie bieten praxisnahe Vorträge zu aktuellen Trends, innovativen Technologien und der Verbesserung betrieblicher Abläufe.				
Lernziel	Diese Lehrveranstaltung bietet den Studierenden einen umfangreichen Einblick in aktuelle (technologische) Entwicklungen und wie diese betriebliche Abläufe verändern. Nach erfolgreicher Absolvierung des Kurses haben Studierende: (1) ein Verständnis für betriebliche Abläufe in verschiedenen Industrien. (2) Wissen über aktuelle Trends und Herausforderungen in der Industrie. (3) einen Überblick über neue Technologien, welche in der Industrie bereits Anwendung finden. (4) Kenntnis über Herausforderungen sowie Vorteile von Massnahmen zur Verbesserung betrieblicher Prozesse.				
Inhalt	Die Veranstaltung bietet Studierenden eine Perspektive in die Gegenwart und Zukunft der Industrie. Logistische Abläufe erstrecken sich über mehrere betriebliche Ebenen - von der Produktion, über das gesamte Unternehmen bis hin zur unternehmensübergreifenden Supply Chain. Gastredner internationaler und lokaler Unternehmen bieten einen Einblick in neue Lösungen und Technologien, welche in der Industrie in den genannten betrieblichen Ebenen in Anwendung sind oder sich in der Entwicklungsphase befinden. Einige Gastvorträge werden sich gezielt mit unternehmensweiten Projekten zur Verbesserung der betrieblichen Leistungsfähigkeit auseinandersetzen. Somit bietet die Lehrveranstaltung einen praxisnahen Einblick in Unternehmen, mit einem Überblick zu Beweggründen für Massnahmen zur Verbesserung betrieblicher Prozesse und die Herausforderungen, welche damit einhergehen.				
Skript	Foliensätze zu den Gastvorträgen werden bereitgestellt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

<b>363-0452-00L</b>	<b>Purchasing and Supply Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Wagner</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The course expands the study of supply chain management theory and practice. It delves into the upstream side of the supply chain. It also discusses current topics including digitalization, automation and AI in purchasing and supply management, as well as supplier innovation and the role of startup companies as suppliers.				
Lernziel	After completing this course: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the importance of purchasing and supply management as a key process within firms' supply chain management activities</li> <li>• Students can describe and evaluate fundamental purchasing and supplier management concepts</li> <li>• Students are able to apply tools and methods to analyze and structure a firm's supplier portfolio and supplier relationships</li> <li>• Students learn how digitalization, automation and AI support and open up new opportunities for purchasing and supplier Management</li> <li>• Students are able to understand and assess the risks and opportunities that arise from ESG standards and risks in the upstream supply chain</li> <li>• Students can apply some analytical tools used in purchasing and supply management</li> <li>• Students know how purchasing performance should be assessed</li> </ul>				

**Inhalt** The value sourced from suppliers and the innovation stemming from the supply base has increased substantially in recent years. As a consequence, suppliers and the purchasing function have become critically important for firms in manufacturing and service industries. Purchasing and supply management (PSM) is on the agenda of top-management today. Top purchasing managers have moved up to CEO positions in companies such as Apple or Volkswagen. Evolving technologies, digitalization and AI create an entirely new environment for purchasing and supply management that provides excellent career perspectives for those who are prepared.

This course is a study of foundational and advanced approaches used in the purchasing and supply management process within modern companies. It will familiarize students with modern purchasing and supplier management theory and practice. They will learn how to design and implement purchasing strategies, processes, structures and systems, and how to structure and manage supplier portfolios and buyer-supplier relationships to meet firms' supply needs. The course will offer an integrated supplier management framework consisting of the management of the supplier base, supplier development and supplier integration.

The course will also introduce performance measurement approaches and data-driven analytical tools used for decision making in purchasing and supply management.

In practice, there is an increasing emphasis on outside-in innovation from the upstream supply chain. Therefore, the course will present how startups or entrepreneurial ventures become suppliers to established firms, respectively how established buying firms can tap the benefits offered by startup suppliers.

These topics are discussed in light of the need to consider and balance goals around savings, availability, risks and disruptions, innovation, as well as environmental, social, and governance (ESG) standards.

During this course, students have the chance to learn and discuss both overall trends and practical insights on development. The course furthermore encourages student involvement within lectures, in exchange with peers and with guest speakers from established firms and startup companies. Case study assignments and tools for self-assessment help students to learn actively and continuously throughout the course.

**Skript** The course material will be made available for download on Moodle:

<https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19412>

Please use the PSM Class Forum on Moodle as a first point of contact. Further organizational matters will be handled by the teaching assistant Maximilian Löffel (mloeffel@ethz.ch).

**Literatur** The following textbook is recommended (but not needed, lecture notes are sufficient):

van Weele, Arjan J. (2018): Purchasing and supply chain management, 7th ed., Andover: Cengage Learning (ISBN: 9781473749443).

Additional readings that students might consult during the course and for the exam preparation will be provided for download.

**Voraussetzungen / Besonderes** There are no prerequisites for the course.

Case study assignments make up 30% of the final grade. Details on submission and grading are provided within the course and on "Performance Assessment". The maximum grade can only be achieved if both the exam is taken and all case studies are submitted.

**Kompetenzen** It is furthermore possible to obtain a bonus for the final grade by fulfilling learning tasks. The bonus is not needed to achieve the maximum grade within the course. Further Information within the course and on Moodle.

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	geprüft
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Kreatives Denken	geprüft
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**363-1048-00L Sustainable Supply Chain Management W 3 KP 2G C. G. Schmidt, S. Wagner**

**Kurzbeschreibung** Sustainability risks are inherent in supply chain operations. The negative impact on society, the environment and individuals can be substantial. This course will provide students with contemporary knowledge on supply chain sustainability risks as well as practices to mitigate such risks and manage supply chains more sustainably.

**Lernziel** Having successfully completed the course, students will demonstrate an understanding of the theory and practice of supply chain sustainability risks as well as the sustainable management of global supply chains. In particular:

1. Understand and communicate the role and importance of sustainability in modern global supply chains.
2. Describe and compare different established and emerging practices, frameworks and theories on sustainable supply chain management, and their relation to corporate strategy.
3. Identify and assess the challenges and trade-offs associated with introducing sustainability considerations to supply chain management.
4. Evaluate and apply the appropriate tools and methods to provide structured solutions to the novel challenges, as well as manage change across different stakeholder groups.
5. Discover the role of technology in developing and facilitating sustainable supply chains and discuss current developments and trends.

Inhalt	<p>In light of recent social and environmental challenges, a range of stakeholders, including customers, investors, as well as governing and regulatory institutions increasingly pressure firms to consider the impact of their operations and supply chain on the environment and society. Sustainability emerges as a major strategic concern for supply chain managers and business leaders, becoming a crucial element in developing and maintaining competitive advantage in global and dynamic markets. You will familiarize yourself with practices in and theories of sustainable supply chain management.</p> <p>The course introduces you to the ongoing global challenges, such as global warming and CO2 emissions, natural resource scarcity, waste and energy reduction. Understanding negative impact lays the foundation for considering sustainability when building supply chain networks and adjusting supply chain strategy. You will, for example, get to know the closed-loop supply chain design. Closed-loop supply chains add the collection and processing of returned products to the traditional supply chain process. Case study assignments and practical exercises within lectures allow you to gain hands-on experience and enhance your knowledge.</p> <p>You will learn about the different types of sustainability risks along the supply chain. In order to identify and mitigate these risks, firms increasingly monitor their supply chains and manage their suppliers for sustainability. Digital technologies offer new opportunities in facilitating the implementation of sustainability practices along the supply chain. During the course, you will explore use cases and discuss current technological developments.</p> <p>The course encourages student involvement through interactive lectures and group discussions. In case study assignments and in exchange with guest speakers, students can gain valuable practical insights and learn to assess contemporary sustainability practices.</p>																																				
Skript	<p>The course material will be made available for download on Moodle:</p> <p><a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21639">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21639</a></p>																																				
Literatur	<p>Please use the SustSCM Class Forum on Moodle as the first point of contact.</p> <p>Supplementary textbooks:</p> <p>Achillas, C., Bochtis, D.D., Aidonis, D., &amp; Folinas, D. 2018. Green Supply Chain Management. Routledge.</p> <p>Grant, D. B., Trautrim, A., &amp; Wong, C. Y. 2013. Sustainable Logistics and Supply Chain Management: Principles and Practices for Sustainable Operations and Management. London, UK: Kogan Page Limited.</p> <p>Sroufe, R., &amp; Melnyk, S. 2013. Developing Sustainable Supply Chains to Drive Value: Management Issues, Insights, Concepts, and Tools. New York, NY: Business Expert Press.</p>																																				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>There are no formal prerequisites. However, to profit most from the course, it would be desirable if students attended the MTEC courses on Strategic Supply Chain Management (MTEC MSc course no. 363-0453-00L), on Purchasing and Supply Management (MTEC MSc course no. 363-0452-00L) and on Corporate Sustainability (MTEC MSc course no. 363-0387-00L) beforehand.</p>																																				
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																			
	Verfahren und Technologien	gefördert																																			
Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft																																			
	Problemlösung	geprüft																																			
	Projektmanagement	gefördert																																			
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																																			
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																			
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																			
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																			
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert																																			
	Kritisches Denken	gefördert																																			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																			

## ►► Systems Design and Risks

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0543-00L	Agent-Based Modelling of Economic Systems	W	3 KP	2V+1U	G. Casiraghi, F. Schweitzer, L. Verginer
Kurzbeschreibung	Agent-based modeling is introduced as a bottom-up approach to understand the complex dynamics of social systems. Topics include the growth, entry and exit dynamics of firms, strategic interactions of firms in collaboration networks and the emergence of failure cascades and systemic risk in networks. The role of randomness, heterogeneity and network effects for economic dynamics is pointed out.				
Lernziel	<p>A successful participant of this course is able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the importance of different modeling approaches and their goals</li> <li>- develop and implement different classes of agent-based models</li> <li>- efficiently simulate agent-based models using Python and visualize the output</li> <li>- understand the relation between rules implemented at the firm level and the emerging economic dynamics at the macro level</li> <li>- grasp the influence of randomness and agent heterogeneity on macro phenomena</li> </ul>				
Inhalt	<p>Agent-based modeling is introduced as a bottom-up approach to understand the complex dynamics of economic systems. The course is based on formal models of agents (e.g., firms) and their interactions. Computer simulations using Python allow the quantitative analysis of a wide range of economic dynamics, e.g., growth dynamics of firms, cooperation and competition, strategic interactions in networks, and systemic failure.</p> <p>The course on agent-based modeling of economic systems complements our course on /Economic Dynamics and Complexity/ (offered in the fall), focusing on nonlinear dynamics from a macroeconomic perspective. Here, we take a micro perspective to study the collective interactions of firms.</p> <p>We start by comparing different modeling approaches to highlight the problems and challenges of system modeling. The subsequent lectures then introduce different classes of agent-based models, in particular stochastic growth models, network models of R&amp;D collaborations, and models of systemic risk. Weekly self-study tasks are used to apply the concepts introduced in the lectures. We practice how to simulate agent-based nonlinear models and how to interpret their results.</p>				
Skript	The lecture slides are provided as handouts - including notes and literature sources - to registered students only. All material is to be found on the Moodle platform. More details during the first lecture.				
Literatur	See handouts. Specific literature is provided for download, for registered students only.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students should be familiar with economic concepts and should have basic programming skills. All necessary details to develop and implement agent-based models will be provided in the course.</p> <p>While the lectures focus on the theoretical foundations of agent-based modeling, weekly exercise classes provide practical skills. Using the Python programming language, the participants implement agent-based models in guided and in self-chosen projects, which they present and jointly discuss.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert
<b>363-1070-00L</b>	<b>Cyber Security</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2G</b>	<b>S. Frei</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a solid understanding of the fundamental mechanics and limitations of cyber security to provide guidance for future leaders as well as individuals constituting our society. Introduction to the concepts, developments, and the current state of affairs in the cyber security domain. We look at the topic from the attackers, defenders and societies perspective.		
Lernziel	Upon completion of this course students understand the essential developments, principles, challenges as well as the the limitations and the state of practice in cyber security from the technological, economic, legal, and social perspective. The course provides an interdisciplinary overview, guidance, and understanding of the dynamics in cyber security to guide decision making in business and society. Students understand the topics from the attackers, defenders, and societies perspective.		
Inhalt	<p>Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brief history of the rise of the Internet from the attackers, defenders, commercial and society perspective</li> <li>- Learning points from past and current assumptions, approaches, successes, failures, and surprises</li> </ul> <p>Internet Infrastructure</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establish a high level understanding of the fundamental design principals and functional blocks of the Internet infrastructure</li> <li>- Understand strengths and weaknesses of present design choices from security perspective</li> <li>- High level understanding of relevant networking concepts, protocols, software applications, policies, processes &amp; organizations in order to assess these topics</li> <li>- Establish a functional, high level understanding of relevant aspects of cryptography</li> </ul> <p>Cyber Security &amp; Risk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recognize cyber security as an interdisciplinary, highly dynamic, complex and adaptive system where increased interaction and dependencies between physical, communication, and social layers brings fundamentally different (and unpredictable) threats</li> <li>- Core security assets such as: confidentiality, integrity, availability, authenticity, accountability, non repudiation, privacy</li> <li>- Dominant players, protocols, and technologies</li> <li>- Different threat actors along the dimensions attacker goals, resources, approach, and threat</li> </ul> <p>Economics of Cyber Security</p> <p>Understand security challenges and limitations from an economic, rather than technological perspective</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From security perspective: incentives of industry vs. users, security as a negative externality, zero marginal cost of software, network effect, time to market, lock-in, switching cost, economics of usability, security as a trade-off</li> <li>- Social and psychological aspects of security</li> </ul> <p>Attacker Capabilities</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attacker capabilities and the offensive use from technical, economic, organizational, and operational perspective</li> <li>- Understand common and novel attack and evasion techniques, proliferation of expertise and tools, optimal timing to use zero-day attacks</li> <li>- Attack types and malware development lifecycle and detection evasion techniques</li> <li>- Botnets, exploit markets, plausible deniability, distributed denial of service (DDoS)</li> <li>- Processes and dynamics in the (in)security community, cyber-underground</li> </ul> <p>Defense Options and Limitations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Functional principles, capabilities, and limitations of diverse protection and detection technologies</li> <li>- Security effectiveness and evaluation/testing of security technologies</li> <li>- Trade-off between efficiency and resilience against structurally novel attacks</li> <li>- Effectiveness baseline security measures</li> <li>- Know cyber information sources and frameworks</li> </ul> <p>Cyber Security Challenges</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Increasing software complexity and vulnerabilities, the illusion of secure software</li> <li>- Full disclosure debate, economics of bug bounty programs</li> <li>- Internet of things, Industry control systems (SCADA/ICS)</li> <li>- Security and integrity of the supply chain (IoT, Smart-X)</li> <li>- Social media and mass protests</li> <li>- Erosion of privacy</li> </ul> <p>Legal Aspects</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Legal aspects of cyber security, compliance, and policies</li> <li>- Know the fundamental national and international legal and regulatory requirements in connection with cyber security on a cross-sector and sector-specific level</li> <li>- Understanding of legal risks and measures for risk mitigation</li> </ul> <p>Past Guest Talks:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pascal Gujer - Digital Forensics Expert Kapo Zurich (Cantonal Police Departement Zurich)</li> <li>- Maxim Salomon - Previously at Roche now with Google as Technical Program Manager for Security of Mergers &amp; Acquisitions "The safety vs. security of cyber physical systems"</li> <li>- Marc Ruef - Security Expert, "Navigating the Cyber Underground"</li> <li>- Roger Halbheer - Executive Security Advisor for Microsoft in EMEA</li> </ul>		
Skript	Lecture slides will be made available online.		
Literatur	Paper reading provided during the lectures		
Voraussetzungen / Besonderes	First lecture 2024-02-19 via Zoom. Contact S. Frei for details.		
	none		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>363-1114-00L</b>	<b>Introduction to Risk Modelling and Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Schernberg, D. N. Bresch</b>
Kurzbeschreibung	This course is a practical, hands-on introduction to various aspects of modelling, dealing with and managing risks across different industries, contexts and applications.				
Lernziel	The course illustrates what is required of the 21st century's risk manager. It provides a qualitative and quantitative introduction to some of the various risks that societies and businesses face and to their management.				
	The course encourages students to think critically about models and mathematical representations of risks. It identifies and explores the current challenges of managing today's risks given available technologies.				
Inhalt	After taking this course, students can formulate a risk analysis problem with quantitative methods in a particular field.				
	The course describes the building blocks of risk modelling as well as the process of risk-management. It examines at different approaches to modelling and dealing with as well as mitigating different kind of risks in different industries.				
	The lectures emphasise the decision-making processes in various businesses and how risk-management relates to a company's value chain. Applications range from enterprise risk management, natural catastrophes, climate risk, energy market risk, risk engineering, financial risks, operational risk, cyber risk and more.				
	Note that the programme varies every year. Therefore, all aforementioned topics are not necessarily explored every year.				
	The panel of lecturers comprises risk professionals from various industries and government as well as academics from different disciplines.				
	The course covers the following areas:				
	1. Fundamentals of Risk Modelling: Probability, Uncertainty, Vulnerability...				
	2. Fundamentals of Risk Management and Enterprise Risk Management				
	3. Risk Modelling and Management across Different Areas, with invited speakers				
Skript	The course materials are provided via Moodle. For each session, slides (and in most cases a video recording) are available.				
Literatur	Additional readings will be discussed during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>363-1091-00L</b>	<b>Social Data Science</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Garcia Becerra</b>
Kurzbeschreibung	Social Data Science is introduced as a set of techniques to analyze human behaviour and social interaction through digital traces. The course focuses both on the fundamentals and applications of Data Science in the Social Sciences, including technologies for data retrieval, processing, and analysis with the aim to derive insights that are interpretable from a wider theoretical perspective.				
Lernziel	A successful participant of this course will be able to:				
	- understand a wide variety of techniques to retrieve digital trace data from online data sources				
	- store, process, and summarize online data for quantitative analysis				
	- perform statistical analyses to test hypotheses, derive insights, and formulate predictions				
	- interpret the results of data analysis with respect to theoretical and testable principles of human behavior				
	- understand the limitations of observational data analysis with respect to data volume, statistical power, and external validity				

**Inhalt** Social Data Science (SDS) provides a broad approach to the quantitative analysis of human behavior through digital trace data. SDS integrates the implementation of data retrieval and processing, the application of statistical analysis methods, and the interpretation of results to derive insights of human behavior at high resolutions and large scales. The motivation of SDS stems from theories in the Social Sciences, which are addressed with respect to societal phenomena and formulated as principles that can be tested against empirical data. Data retrieval in SDS is performed in an automated manner, accessing online databases and programming interfaces that capture the digital traces of human behavior. Data processing is computerized with calibrated methods that quantify human behavior, for example constructing social networks or measuring emotional expression. These quantities are used in statistical analyses to both test hypotheses and explore new aspects on human behavior.

The course starts with an introduction to Social Data Science and the R statistical language, followed by three content blocks: collective behavior, sentiment analysis, and social network analysis.

The course will cover various examples of the application of SDS:

- Search trends to measure information seeking
- Popularity and social impact
- Evaluation of sentiment analysis techniques
- Twitter social network analysis

The lectures include theoretical foundations of the application of digital trace data in the Social Sciences, as well as practical examples of data retrieval, processing, and analysis cases in the R statistical language from a literate programming perspective. The block course contains lectures and exercise sessions during the morning and afternoon of five days. Exercise classes provide practical skills and discuss the solutions to exercises that build on the concepts and methods presented in the previous lectures.

**Skript** The lecture slides will be available on the Moodle platform, for registered students only.

**Literatur** See handouts. Specific literature is provided for download, for registered students only.

**Voraussetzungen / Besonderes** Participants of the course should have some basic background in statistics and programming, and an interest to learn about human behavior from a quantitative perspective.

Prior knowledge of advanced R, information retrieval, or information systems is not necessary.

Exercise sessions build on technical and theoretical content explained in the lectures. Students need a working laptop with Internet access to perform guided exercises.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Technology and Innovation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1076-00L	<b>Accelerating Net-Zero Transitions: Technology, Firms, W and Policy</b> <i>To ensure a seminar-like course with engaged discussions, we would like to keep the course small. Students should provide a short (max. 250 words) motivation statement on why they want to take this elective. Please send it by Friday, 9th February 2024, to nstolz@ethz.ch with the subject line "Motivation Letter - 363-1076-00L".</i>	3 KP	2G	C. Knöri, B. Girod, B. Probst	
Kurzbeschreibung	Explore the multifaceted journey toward net-zero emissions by studying the synergy between cutting-edge climate technologies, corporate strategies, markets, and impactful policy frameworks. Examine case studies and engage in discussions on how technology innovation, corporate actions, and policy decisions intersect to drive sustainable change.				
Lernziel	Goal: Understand how technology, firms, and policy can accelerate the transition towards net zero  1.) Firm: Understand the distinct role of firms in scaling climate technology, the role, scope, and stringency of voluntary and mandatory targets, and the differences between companies 2.) Technology: Understand the difference between CCUS and CDR and understand the key technologies, their advantages, and drawbacks 3.) Policy: Understand the unique role of policy and key pieces of CDR legislation				



**Inhalt** We face a climate and sustainability crisis which requires a rapid transition to net-zero emissions by mid-century. However, some hard-to-decarbonise sectors will likely have residual emissions well beyond the middle of this century that must either be removed from the atmosphere or captured at the source. While Carbon Dioxide Removal (CDR) and Carbon Capture and Storage (CCS) technologies and companies exist today, their deployed capacity today is low, and it will be challenging to scale the technologies, infrastructure and industry fast enough to balance a significant share of residual emissions by 2050.

This course will cover the synergies between cutting-edge climate technologies, corporate strategies, markets, and impactful policy frameworks. Students are enabled to answer critical questions such as: What are barriers hindering the diffusion of a certain climate technology? What roles do firms play in scaling climate technologies? What is the difference between CCUS and CDR, and what are key technologies? What role does policy play in the deployment of climate technologies?

The lecture is divided into four parts:

1. Technologies: Introduction to essential frameworks for assessing climate technologies' environmental and economic performance and overview of key technologies for reaching net zero.
2. Role of firms in technology diffusion: Overview of the role of firms in the net-zero transition. What role do voluntary targets play in the transition? What role can different company archetypes play in the diffusion of climate technologies?
3. Role of markets in net-zero transitions: Understanding the role of markets in net zero transitions. What is the difference between compliance and voluntary carbon markets? How do markets potentially accelerate or hinder a fast transition to net-zero? What other markets are relevant for net-zero transitions?
4. Role of policy and politics in net-zero transition: Understanding the need for policy in technology diffusion and net-zero transitions and how policy can support technology diffusion. What is the motivation for policymakers to accelerate climate technology diffusion? Why is CDR legislation central to the diffusion of these technologies?

The list of concepts, tools and techniques applied and discussed in this lecture includes:

- Analytical tools to assess the environmental performance of climate technologies (e.g. Life Cycle-Assessment).
- Economic view on the diffusion of climate technologies.
- Policy view on the diffusion of climate technologies.
- Evolutionary perspective (e.g. technological learning).
- Relevant environmental policies (e.g. standards, labels, carbon pricing).
- Relevant market-based approaches (e.g. voluntary vs. compliance markets).
- Techniques for convincing presentations (e.g. TED-style presentation).

**Skript** Handout and exercises will be available on electronic platform.

**Literatur** Relevant literature will be available on electronic platform.

**Voraussetzungen / Besonderes** Interest in sustainability and climate action.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	

<b>363-1191-00L</b>	<b>#AI4Impact: Machine Learning for Social Impact</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Boateng</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	How can AI be leveraged to make real-world impact? This course will introduce students to the fundamentals of machine learning (ML) in a hands-on manner with a focus on applying them to address challenges that will impact people's lives in areas such as health, education, legal, and the UN Sustainable Development Goals more broadly.				
<b>Lernziel</b>	This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Students will learn machine learning concepts such as classification, regression, deep learning, natural language processing, and generative AI, and apply them to real-world datasets in hands-on labs. Furthermore, students will learn to work together in teams to develop ML systems that make real-world impact. After taking this course, students will be able to explore and preprocess data, engineer and select relevant features, train relevant ML models, and conduct thorough experiments to evaluate model performance using appropriate metrics. The hope is that learners will leave the course adequately equipped and inspired to use their newly acquired ML superpowers to make the world a much better place!				

**Inhalt** This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Programming experience in Python is a requirement. No prior experience with machine learning is required.

The course is structured in lectures, hands-on coding exercises, assignments, and course projects.

**Lectures**

In the lectures, the students will be introduced to the fundamentals of ML along with relevant applications. Various topics include algorithms for classification, regression, deep learning, natural language processing, generative AI, and ML pipelines consisting of data exploration and preprocessing, feature extraction and engineering, model training, and evaluation. Lectures will include in-class coding exercises and discussions. It will also feature guest lecturers (e.g., practitioners) who will give talks on ML systems that they have developed and deployed for impact.

**Assignments**

Students will work individually to apply the ML concepts introduced in the lectures on provided datasets for impact. Emphasis will be placed on facilitating an intuitive and hands-on understanding of ML models and how to make them work on messy real-world datasets and contexts.

**Course Projects**

The course project will put everything together and will be the key deliverable. Students will work collaboratively in teams to implement an ML system for social impact, write a paper on the work with the caliber to be accepted at an applied ML conference in the relevant domain, and present it. Students will be responsible for finding relevant datasets for use. We will explore collaborations with NGOs and companies to make available relevant datasets to use for the project.

**Voraussetzungen /  
Besonderes**

- (1) Programming experience in Python
- (2) Passionate about making social impact with technology

**Kompetenzen**

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Kundenorientierung	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Kreatives Denken	geprüft
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**363-1098-00L**

**Business Analytics**

**W**

**3 KP**

**1G**

**A. Ferrario**

*Students from the MAS MTEC are not applicable for this course and are kindly asked to enroll in the course "AI for Executives (365-1120-00L)" instead.*

**Kurzbeschreibung**

In this course, students learn to plan, implement and evaluate analytics in applied settings to generate value from data for society, corporations and individuals. This serves the pressing need of firms to improve their efficiency – such as customer satisfaction, competitive advantage –by leveraging the growing amounts of structured and unstructured data and methods, such as machine learning.

**Lernziel**

Overall learning goal

By the end of the course, students will be able to plan, implement and evaluate analytics in applied settings in order to generate value from data for society, corporations and individuals.

This serves the pressing need of firms to improve their efficiency – such as customer satisfaction, competitive advantage –by leveraging the growing amounts of structured and unstructured data and methods, such as machine learning.

Detailed breakdown by objective

To achieve this overall goal, students should after participation being able to:

Objective 1 (Managerial aspects): Understand the processes and challenges of analytics-related projects

- Identify applications for analytics in corporations and organizations that create value
- List implications for management when undertaking a project involving business analytics
- Apply the data mining process CRISP-DM to their actual setting

Objective 2 (Methodological challenges): Understand common methods for performing business analytics

- Translate use cases of business analytics into a mathematical model formulation
- Name common methods for business analytics, as well as their underlying concepts
- Compare the properties of these models and perform performance assessment

Objective 3 (Practical implementation): Performing actual evaluations of business analytics based on real-world datasets

- Preprocess data in order to transform it into relational structures
- Apply statistical software (e.g. "R" or Python) to perform business analytics in practice
- Evaluate the results in order to choose the best-performing method

Inhalt	<p>With the emergence of ubiquitous computing technology and machine learning methods in industrial applications, company decisions nowadays rely strongly on computer-aided "Business Analytics".</p> <p>Business analytics refers to technologies that target how business information (or sometimes information in general) is collected, analyzed and presented. Combining these features results in software serving the purpose of providing better decision support for individuals, businesses and organizations.</p> <p>This course will teach what distinguishes the varying capabilities across business analytics – namely the underlying methods (e.g., machine learning). Participants will learn different strategies for data collection, data analysis, and data visualization. Sample approaches focus on machine learning modeling and machine learning pipelines to support business analytics projects.</p> <p>In particular, the course will teach the following themes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forecasting/Predicting: How can historical values be used to make predictions of future developments ahead of time? How can firms utilize unstructured and structured data to support the predictive performance? What are metrics to evaluate the performance of predictions? How to embed machine learning model predictions in business projects?</li> <li>• Data analysis: How can one derive explanatory power in order to study the response to an input?</li> </ul> <p>Note: the course provides the theoretical elements of business analytics projects. This provides then the basis for a project work where groups of students propose and implement analytics to business-relevant datasets. This project underlies eventually the grading.</p>		
Skript	<p>Content:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motivation and terminology: fundamentals of Business Analytics</li> <li>2. Examples of Business Analytics projects</li> <li>3. Key elements of Business Analytics projects</li> <li>4. Methods of Business Analytics (CRISP-DM) (e.g., data collection, data processing, machine learning modeling, model evaluation, managerial implications)</li> <li>5. Collaborating in Business Analytics projects</li> </ol>		
Literatur	<p>James, Witten, Hastie &amp; Tibshirani (2013): An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R. Springer.          Sharda, Delen &amp; Turban (2014): Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics. Pearson.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Please note that we expect simple scripting skills (e.g. in Python), as students will apply their theoretical knowledge by implementing a machine learning application with given open-source packages.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>363-1132-00L</b>	<b>Business Models for a Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	<p>This course leads students through the process of re-thinking an existing product in a circular way. At the end of the course students will come up with new, circular business models for their products. The course consists of an overview of circular economy principles, research, diverse workshop formats and team work.</p>				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Students familiarize themselves with the principles of a circular economy</li> <li>2) Students critically reflect on the limits of a circular economy</li> <li>3) Students experience a re-thinking process of an existing product along circular economy principles</li> </ol>				
Inhalt	<p>This course is aimed at people with a keen interest to understand and solve societal and environmental problems employing the principles of a circular economy.</p> <p>The seminar consists of a mix of lectures, workshops, individual working sessions, and team work. Critical reflection is an integrative part of the process.</p> <p>The course tackles a topic that in the light of climate change, resource scarcity and decreasing biodiversity, gains traction in industry, policy and academia: Circular economy. A circular economy is a regenerative system that uses as little resources as possible in the most efficient way. The implementation of a circular economy offers different ways to do so, e.g. by re-design, re-use, re-cycling. Along these different "cycles" new business models arise.</p> <p>In this course students evaluate different products on their potential for a circular economy by considering - among others -the product's technical, economic, and legal environment. Once they strengthened their knowledge on the product and oh circular economy principles, they will develop solutions and business models in teams. The course ends with a pitching event, where the teams will present their solutions and business ideas.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		

<b>363-1171-00L</b>	<b>Business Simulation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Stettner</b>
Kurzbeschreibung	<p>This course offers an experiential learning environment for the creation and execution of corporate and business-level strategies in a competitive market. Participants adopt the role of executive decision-makers and make strategic and tactical decisions about purchasing, production, marketing &amp; sales, finance, human resources, and R&amp;D, while anticipating and managing stakeholder effects.</p>				

Lernziel	Upon completion of the course, the student will be able to better formulate and implement strategies that drive competitive organizations. This course will provide insight into how to identify and choose a superior competitive position, how to analyze a strategic situation, and how to create the organizational context to make the chosen strategy work. As such, the objectives of this course are to deploy conceptual frameworks and models to analyzing competitive situation and strategic dilemmas and gain insight into strategic management. You will build on insights developed in other course, explore and apply tools to arrive at understandings that are both applicable in the business world and deeply rooted in a thorough academic understanding. The emphasis throughout is on the application of conceptual models which clarify the interactions between industry, competition, firm resources, and the structure and development of firm capabilities.		
Inhalt	This course is ideal for students who want to practice strategic thinking about a company as an inter-disciplinary entity rather than from a functional standpoint (e.g., marketing, finance, or operations). This course allows students to collaborate on developing and implementing business and corporate level strategies to effectively and efficiently coordinate activities, functions, people, and processes to achieve goals. As the managers of your simulated electronic sensor manufacturing firm, you will compete in multiple product markets to create and maintain competitive advantage by determining how your company should grow.  You will have access to the online simulation about two weeks before the course begins. You must thoroughly read the simulation manual and complete an individual exercise that may take up to two hours to complete. The goal of this preparation is to ensure that all course participants are on the same page and ready to handle the technical aspects of the simulation. Nonetheless, we will have plenty of time to practice and address any outstanding issues/questions. Thus, you must complete the exercise prior to the first-class meeting.  The performance of your company, i.e., how well your team "manages" your company, determines your grade in the team-based simulation. You will make a series of business decisions in the simulation that will be evaluated in a simulated competitive market. A total of 100 performance points (Pts) is possible. In general, firm performance will be determined by a firm's achievement on a Balanced Scorecard (as provided by the simulation), which includes a variety of performance measures such as equity position, short-term performance, and organizational and operational aspects. It is important to note that you are expected to be present and actively contribute to your company's effort. Your simulation grade may be adjusted based on feedback from team members.  Following each of the seven simulated years, we will review the firms' financial reports and try to identify strength and weakness and understand the coevolution of the firms within the industry. This will be a collective effort and each team will have the opportunity to take the lead in analysing its competitors and the industry.		
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>Duysters, G., Lavie, D., Sabidussi, A., &amp; Stettner, U. (2020). What Drives Exploration? Convergence and Divergence of Exploration Tendencies among Alliance Partners and Competitors. <i>Academy of Management Journal</i>, 63(5), 1425–1454.</li> <li>Lavie, D., Stettner, U., &amp; Tushman, M. (2010). Exploration and exploitation within and across organizations. <i>The Academy of Management Annals</i>, 4(1), 109–155.</li> <li>March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. <i>Organization Science</i>, 2(1), 71–87.</li> </ol> <p>Book Chapters and Articles</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>How Strategy Shapes Structure, W. Chan Kim; Renee Mauborgne 2009 R0909H-PDF-ENG</li> <li>Innovating Across the Business Model, Peter Skarzynski, Rowan Gibson, HBS Press 2008 5112BC-PDF-ENG</li> <li>Types of Innovation: Several Types on Many Fronts, HBS Press; 2003 7195BC-PDF-ENG</li> </ol> <p>Books</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Robert Burgelman, Clayton Christenson, and Steven Wheelwright. <i>Strategic Management of Technological Innovation</i>, 4th Edition, 2008,</li> <li>Melissa Schilling, <i>Strategic Management of Technological Innovation</i>, 5th Ed, Mc Graw Hill, 2016</li> <li>James Utterback, <i>Mastering the Dynamics of Innovation</i>, Harvard Business School Press, 1996, ISBN-13: 978-0875847405</li> <li>Vijay Govindarajan, Chris Trimble, and Indra Nooyi, <i>Reverse Innovation</i>, HBR Press, 2012</li> <li>Robert Grant, <i>Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition 9th Edition</i>, 2016</li> <li>Richard Daft, <i>Organization Theory and Design 12 Edition</i> 2015</li> </ol>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Verhandlung	gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

<b>363-1115-00L</b>	<b>Energy Innovation and Management ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. L. Powell, A. Nunez-Jimenez, A. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental changes, such as more decentralized energy production, sector coupling or digitalization, challenge the existing business models of organizations in the energy sector such as utilities or technology providers. This course adopts quantitative and qualitative approaches to explore innovation and managerial, organizational and decision-making aspects towards a net zero energy system.				
Lernziel	After completing the course, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>Understand the challenges occurring in the energy sector and that companies (in or relying on the energy sector) are facing</li> <li>Understand the basics of managerial/organizational aspects in the energy sector with a particular focus on innovations</li> <li>Identify and use the appropriate quantitative tools for strategic decision-making in the energy sector</li> </ul>				
Inhalt	This course explores innovation and managerial, organizational and decision-making aspects in the energy sector for the transition towards a net zero energy system. The course is split in two parts with a quantitative and a qualitative focus, respectively.  In the first part, students will learn about aspects such as the financial valuation of investment decisions and the ways that quantitative energy models of different types can be used to assist with strategic decision-making in the energy sector. Students will be introduced to three types of models: (1) techno-economic analyses of renewable energy generation and (mobile) storage technologies, (2) planning and simulation of a multi-energy system, and (3) an energy market game, which simulates the behavior of utilities in an electricity market. This part of the course will include individual and group assignments.  In the second part, guided by questions like "how does the energy industry change and why" or "how would you make the decision if you were the head of a utility", the students will understand how firms manage innovations and why they can be difficult to manage even for established firms in the energy sector. This part of the course will be guided as an interactive case study.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>363-1122-00L</b>	<b>From Entrepreneurial Thinking to Market Relevance - How Startups Scale</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>  <i>All interested students are invited to apply for this course by sending a short motivation letter to [NAME]: [Mailadresse]</i>  <i>Additionally please enroll via mystudies.</i></p> <p>This elective is relevant if you're planning to join or start a startup in the near future. It will help you recognise how value is created and captured. This includes go-to market, marketing &amp; visibility across verticals &amp; across the supply chain for sustained value capture &amp; business model sustainability.</p> <p>In short, it's the journey of how to create a billion dollar startup.</p>				
Lernziel	<p>At the conclusion of the course, the students are able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The difference between technology and market relevance</li> <li>2. Recognise challenges that startups face when they move from technology to commercialisation</li> <li>3. Addressing the failures of startups in scaling, and how early decisions limit scaling and value capture</li> <li>4. How recognising market need can help startups to create value and strengthen valuation with investors</li> </ol>				
Inhalt	<p>Technology startups face challenges in identifying market relevance in the course of commercialisation. Additionally, once they have matched their offering with market needs, they face additional challenges when scaling up since they get locked in early. Due to this, technology startups plateau off as niche.</p> <p>Platform startups, on the other hand, struggle with retaining relevance. Due to these aspects, failure rates are very high.</p> <p>This course addresses students who want to become entrepreneurs or want to join startups. They may come from business or science &amp; technology backgrounds. The course will enable the students to identify the relevance of seeing the technology from an early stage startup from the market relevance perspective and use this to help the company drive revenue and relevance. The students will also get an overview of how platform startups can retain relevance. The students will have exposure to investors and entrepreneurs (with a focus on ETH spin-offs) through the course, to gain insight to commercialisation and subsequent scaling up of the technology.</p> <p>Topics cover idea validation, technology and market size validation and assessment of market relevance, assessing time-to-market, customer focus, perceived value for customers, and finally, opportunities of maximising relevance of technology idea into sustained market traction. There is a particular emphasis on market validation on each step of the journey, to ensure relevance.</p> <p>The course comprises lectures and talks from invited investors / entrepreneurs regarding the aforementioned elements. Additionally, students will form teams and will support an existing startup over the course of the semester. This will allow them to gain first-hand experience and insights into the dynamics of a early stage company. By having such real-life exposure, the course content will be transferred from theory to practice.</p> <p>Grading of the course will be based on in-class presentations, class interaction as well as the student teams' performance and feedback from their selected startups.</p>				
Literatur	"From Science to Startup" by A. Sethi				

<b>363-0792-00L</b>	<b>Knowledge Management</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>P. Wolf</b>
Kurzbeschreibung	<p>The course introduces and contrasts the objectivist and the practice-based theoretical perspectives on Knowledge Management that are predominant in Organization Studies. Further, common Knowledge Management approaches, methods and tools will be presented, and case studied will be discussed in class.</p> <p>Finally, the participants will develop a case study about an organization of their choice.</p>				
Lernziel	<p>After completing this course, students:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. know the conceptual differences in the objectivist and the practice-based Knowledge Management perspectives.</li> <li>2. understand the concepts of tacit and explicit knowledge and their underlying characteristics.</li> <li>3. know available Knowledge Management (KM) tools and methods.</li> <li>4. can analyze challenges in knowledge development and sharing in organizations.</li> <li>5. are able to select and apply knowledge management tools and methods in an managerial context.</li> <li>6. are able to come up with meaningful measures to improve KM in an organization based upon KM assessment results.</li> </ol>				

Inhalt	<p>The efficient management of knowledge as a resource of an organization is considered to be a major source of competitive advantage. Still, many organizations find it challenging to develop an appropriate approach for dealing with knowledge. This course aims at drawing a realistic picture of what can be achieved by managers in the frame of knowledge management initiatives and specifies available means and approaches.</p> <p>This course will provide a general introduction into knowledge management at different levels:</p> <p>It will first introduce the objectivist and the practice-based perspective as the most common theoretical perspectives on Knowledge Management. These two perspectives translate into different practical approaches to manage knowledge in organizations.</p> <p>The course will then provide a broad overview on the different tools and methods that are discussed in the literature as part of the knowledge management "toolbox". It differentiates knowledge management from data management (such as document or big data management) and focusses on knowledge sharing approaches. It will raise awareness on opportunities and barriers to attempts of managing knowledge in organizations.</p> <p>Students will discuss KM case studies, assess the status of Knowledge Management in an organization which they know well and develop a case study about this organization. This involves crafting out recommendations on how to improve the knowledge management in this organization.</p>		
Skript	None. Participants will be provided with slides before the course.		
Literatur	<p>Relevant literature (3-5 scholarly articles) will be made available to the students at least four weeks before the course. The students will be asked to read through a case study before the course. This case study will be assigned and made available to the students at least three weeks before the course.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This is an interactive course, and there is a preparation task that makes it difficult to deal with students who sign up for the course and then drop out less than two weeks before the course. Students are asked to only register if they are sure that they will participate in this course.</p> <p>There will be a graded term work assignment - reports to be handed in by end of April/beginning of May. In this term work, students will develop an own KM case study.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>363-0887-00L</b>	<b>Management Research ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Stettner</b>
	<p><i>The course requires completion of an assignment prior to the first day of class. Please check the Moodle course page for more information.</i></p> <p><i>The course is mandatory for MSc and MAS students writing their master thesis at the Chair of Strategic Management and Innovation.</i></p>				
Kurzbeschreibung	Students learn how to approach management research from various perspectives, how to evaluate empirical research, and how to develop their own research projects.				
Lernziel	<p>You will learn how to approach management research from various perspectives, how to evaluate empirical research, and how to develop your own research project. The successful completion of the course will help you to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Think critically and make compelling arguments about the strengths and weaknesses of published management research</li> <li>- Find and review appropriate literature and previous research for your thesis</li> <li>- Develop and frame interesting and relevant research questions and problem statements</li> <li>- Design your research and choose an appropriate methodology for analysis (specific research methods and techniques are not discussed in this course)</li> <li>- Structure your manuscript</li> <li>- Plan and manage your thesis project</li> </ul>				

**Inhalt**

Course structure:  
 This course combines lectures, group discussions and individual assignments.  
 Day 1: Course introduction, group analysis exercises and discussions, lectures on main topics.  
 Between course days 1 and 2: Individual and group work on assignments.  
 Day 2: Assignment review and discussion, lectures on main topics, conclusion session.

Target audience:  
 The course is designed with two groups of students in mind: first, students who write their master thesis at the SMI chair and second, students who write their master thesis in the field of management at other MTEC chairs.  
 For both groups, the focal topics of this course will arise frequently during the journey of writing their thesis, and the majority of topics are relevant for all students. However, we will provide some specific content (grading guidelines, thesis format) which might not be applicable for students tutored at other MTEC chairs.

- Course topics:
1. Thesis topic and thesis proposal:
    - Choice of thesis topic, identification of research gap, formulation of research questions, writing of thesis proposal
  2. Literature review:
    - Search and evaluation of academic literature, use of reference tools, writing of theoretical background chapter of thesis
  3. Empirical research design:
    - Types of empirical research designs, choice of methodology, overview of data collection and analysis methods
  4. Research output and report:
    - Writing of introduction, results and conclusion, thesis format and structure
  5. Thesis assessment:
    - SMI grading criteria, MTEC guidelines

References:

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Los Angeles, CA: Sage.

Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Jackson, P. (2012). Management research (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Van Aken, J., & Berends, H. (2018). Problem-solving in organizations: A methodological handbook for business students (3rd ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

**Voraussetzungen / Besonderes**

This course is open to all students writing their master thesis at the Departement of Management, Technology and Economics.

The course is mandatory for all Master students and MAS students writing their Master thesis at the Chair of Strategic Management and Innovation.

The first assignment is due before the first day of class. Please check the assignments on the Moodle course page.

If you register for the course on short notice before the first day of class, please inform the instructor of your registration via email.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

363-1184-00L	Management Theories for Sustainability	W	3 KP	2S	J. Hoppmann
Kurzbeschreibung	The seminar introduces Master and PhD students doing research in the field of sustainability to the most important management theories. The goal is to enable participants to decide, which theoretical perspectives to use in their own projects and enhance the chance of publishing in top-ranked journals. In addition, students will practice how to evaluate theories and derive practical implications.				
Lernziel	After taking this course, students will be able to... <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know important theories in the field of management.</li> <li>• Understand their background, core constructs, important propositions, boundary conditions, and assumptions.</li> <li>• Critically analyze and discuss strengths and weaknesses of as well as the relationships between different management theories.</li> <li>• Apply the theories and constructs to important sustainability topics, such as strategic sustainability transformations, sustainable innovation, sustainability policy, sustainable finance, or sustainable consumption.</li> <li>• Derive and critically assess the practical implications of theories for managers and firms.</li> </ul>				

**Inhalt** The course "Management Theories for Sustainability" aims to provide interested students at the Master and PhD level with the theoretical knowledge that allows them to understand and apply management theories in their sustainability-oriented research.

Prior to the seminar, each participant will be assigned a theoretical perspective for which they will prepare a 20-minute presentation that describes the theory's history, core constructs, main propositions, boundary conditions, and assumptions. The presentation will be based on 2-3 review articles that are provided prior to the course. In addition, the students should identify one empirical paper in the context of sustainability that applies their theoretical perspective and briefly describe how the paper uses the theory.

At the beginning of the seminar, participants will be introduced some important basics on theories and theorizing (e.g., what is a theory, how can we judge its quality). Subsequently, participants will then give their presentations, followed by an open discussion of the theory's strengths and weaknesses, which alternative settings/projects in the field of sustainability could the theory be meaningfully applied to, what a good empirical design to test/build theories in the field would look like, and what current trends in the field are. The discussion of theory application will be facilitated by selected case studies from the sustainability-context and interactive group work, aiming to showcase the practical relevance of the theoretical frameworks.

Theories that will be covered in the course are (1) Contingency Theory, (2) Institutional Theory, Institutional Entrepreneurship, and Institutional Work, (3) Resource Dependence and Stakeholder Theory, (4) Co-Evolution, (5) Social Network Theory and Social Capital, (6) Innovation Ecosystems and Platforms, (7) Resource-based View and Resource Orchestration, (8) (Dynamic) Capabilities and Routines, (9) Exploration/Exploitation and Ambidexterity, (10) Agency Theory, (11) Transaction Cost Economics, (12) Upper Echelons Theory and Top Management Teams, (13) Managerial Cognition and Sensemaking, (14) Organizational Identity and Image, and (15) Framing and Impression Management.

In addition to preparing the presentation, participants will be expected to read the case studies and participate in the discussions in class. In addition, when preparing their presentations, participants should gather additional information on the theory covered in their paper, e.g., by reading the background papers listed in the reading list. Students are NOT required to read the papers pertaining to other theories. These theories will be covered in class.

**Voraussetzungen / Besonderes** Requirements for this course: General interest in sustainability-related topics.

<b>363-1043-00L</b>	<b>Marketing Analytics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1S</b>	<b>S. Tillmanns</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	This lecture dives deep into AI-driven marketing, blending theory with hands-on data analysis from real-world retail scenarios. Students explore a diverse array of predictive analytics tools, engage in a competitive prediction challenge, and receive expert mentorship. Beyond marketing, they will acquire skills impacting various sectors. Perfect for aspiring marketers and AI enthusiasts.				
<b>Lernziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Insight Extraction: Derive value from real-world customer data.</li> <li>- AI &amp; Analytics: Grasp machine learning and predictive model essentials.</li> <li>- Data Handling: Prepare and process customer data using top tools.</li> <li>- Modeling Mastery: Develop prediction models with diverse methods.</li> <li>- Broad Application: Use skills beyond marketing for predictive analysis.</li> <li>- Concise Documentation: Record methodologies and strategic choices effectively.</li> <li>- Industry Engagement: Network with experts and gain real-world insights.</li> </ul>				
<b>Inhalt</b>	<p>This lecture provides a holistic learning experience that pushes the boundaries of traditional classroom settings, allowing students to grapple with real-world customer data from an online retailer. The nexus of the future in marketing is at the intersection of Artificial Intelligence and data. In this class, students will be exposed to the dynamic world of machine learning and predictive analytics. They are not confined to a single approach — a vast landscape of statistical methods, software packages, and external data sources awaits their exploration and experimentation.</p> <p>Students will have the unique opportunity to participate in a riveting prediction competition. Their analytical prowess will be tested against real-world outcomes, culminating in a finale where teams present their insights before representatives from a leading online retailer.</p> <p>The curriculum begins with foundational lectures that introduce students to the bedrock principles of marketing analytics and hands-on data processing using industry-leading software packages. Throughout the course, specially scheduled sessions with seasoned lecturers ensure that students receive the mentorship and feedback necessary to refine and optimize their predictive models.</p> <p>While the primary focus lies in marketing, the skills and competencies students acquire in this lecture transcend disciplinary boundaries. They will be equipped with data handling and prediction strategies that can revolutionize decision-making in diverse sectors requiring continuous or binary metric predictions.</p> <p>Students will consolidate their learning and innovative methodologies in a well-crafted paper. This documentation will detail model comparisons, breakthroughs, and the rationale behind each strategic choice.</p> <p>This lecture, designed for aspiring marketers, data science enthusiasts, and AI aficionados alike, offers a seamless blend of theoretical insights and hands-on practice. Students will forge invaluable industry connections, broaden their academic and professional perspectives, and graduate with a universally applicable, state-of-the-art toolkit.</p>				
<b>Voraussetzungen / Besonderes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A genuine passion for data analysis and artificial intelligence.</li> <li>- No prior expertise or concrete skills are necessary; an inquisitive mind and eagerness to learn are all that is required.</li> <li>- A willingness to dive into new challenges and explore the dynamic world of AI-driven marketing.</li> </ul>				
<b>Kompetenzen</b>	<b>Fachspezifische Kompetenzen</b>	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	<b>Methodenspezifische Kompetenzen</b>	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	<b>Soziale Kompetenzen</b>	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
	<b>Persönliche Kompetenzen</b>	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>363-1128-00L</b>	<b>Pricing - Theory and Practice</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>F. Uhrich, F. von Wangenheim</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Pricing is much more than just a price: It is about how to convert interest into transaction. Pricing combines like almost no other business discipline quantitative and analytical rigor with qualitative and psychological aspects. This course explains the underlying economical and psychological concepts that influence price setting and price perception.				



Lernziel	Understand underlying theories and concepts of price setting and price perception. Learn how to master pricing from strategy to execution. See how diverse pricing can be across industries.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to pricing the relevance of pricing &amp; the profit formula</li> <li>- Pricing theory—3 lenses on pricing &amp; a holistic view on pricing: cost-based pricing, customer/value-based pricing, competitive pricing &amp; the holistic view on all pricing layers (pricing strategy, pricing execution, pricing enablers)</li> <li>- Price elasticity—theory &amp; reality: price elasticity curves, break-even elasticity, typical elasticity values</li> <li>- Behavioral pricing—cognitive biases: value perception (loss aversion, transactional utility, precise pricing, power of free), reference frames (anchoring, asymmetric dominance, extremeness aversion, unit framing), certainty effects (IKEA effect, social proof, endowment effect), and flat-rate bias</li> <li>- Pricing practice—key concepts by industry: B2B (pricing power, price realization, surcharges, long-tail pricing, one-shot pricing, contract pricing), B2B2C (multi-channel pricing, price waterfall, trade spend, cross-border pricing), B2C (Promo effectiveness, psychological prices, good-better-best pricing, end-of-lifecycle pricing, non-profit/social pricing), eCommerce, digital/software/subscriptions (internet of things, land &amp; expand, freemium, bundling/unbundling, lifecycle)</li> <li>- Pricing diagnostics &amp; price monitoring: price clouds, price-mix-reporting, basket analysis</li> </ul>		
Kompetenzen	The course is a mixture of front lecture and student homework and presentation.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

363-0764-00L	Project Management	W	2 KP	2V	C. G. C. Marxt
Kurzbeschreibung	The course gives a detailed introduction into various aspects of classic and agile project management. Established concepts and methods for initiating, planning and executing projects are introduced and major challenges discussed. Additionally the course covers different agile and hybrid project management concepts.				
Lernziel	<p>Projects are not only the base of work in modern enterprises but also the primary type of cooperation with customers. Students of ETH will often work in or manage projects in the course of their career. Good project management knowledge is not only a guarantee for individual but also for company wide success.</p> <p>The goal of this course is to give a detailed introduction into project management, more specific participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- will understand the basics of successful classic and agile project management</li> <li>- are able to apply the concepts and methods of project management in their day to day work</li> <li>- are able to identify different project management practices and are able to suggest improvements</li> <li>- will contribute to projects in your organization in a positive way</li> <li>- will be able to plan and execute projects successfully.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The competitiveness of companies is driven by the development of a concise strategy and its successful implementation. Especially strategy execution poses several challenges to senior management: clear communication of goals, ongoing follow up of activities, a sound monitoring and control system. All these aspect are covered by successfully implementing and applying program and project management. As an introductory course we will focus mainly on project management.</p> <p>In the last decade project management has become an important discipline in management and several internationally recognized project management methods can be found: PMBOK, IPMA ICB, PRINCE 2, etc. These frameworks have proven to be very useful in day-to-day work.</p> <p>Unfortunately the environment companies are working in has changed parallel to the rise of PM as a discipline. Incremental but even more important fundamental changes happen more often and much faster than a decade ago. Experience has shown that the classic PM approaches lack the inherent dynamics to cope with these challenges. So overtime new methods have surfaced, such as SCRUM. These methods are called Agile Project Management methods and follow a dynamic model of reality, called complex adaptive systems perspective.</p> <p>This course will cover both classic and agile project management topics. The first part of the semester will lay the basics by discussing the classic way of planning, organizing and executing a project based on its life cycle. Topics covered include: drafting project proposals, stake holder analysis, different aspects of project planning, project organization, project risk management, project execution, project control, leadership in projects incl. conflict mitigation strategies, termination and documentation. In the second part basic conceptual topics for agile project management such as the agile manifesto, SCRUM, Lean, Kanban, XP, rapid results are covered. The course tries to tap into pre-existing knowledge of the participants using a very interactive approach including in-class discussion, short exercises and case studies.</p>				
Skript	<p>No</p> <p>The lecture slides and other additional material (papers, book chapters, case studies, etc.) will be available for download from Moodle before each class.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

---

**363-1060-00L**     **Strategies for Sustainable Business**     **W**     **3 KP**     **2V**     **J. Meuer**  
*Limited number of participants.*

*Registration will only be effective once confirmed by email from the organizers.*

**Kurzbeschreibung**     In this course, students will learn to critically analyze strategies for sustainable business through exploring case studies on three main questions:

1. What is sustainability in business?
2. How do I design a sustainability strategy?
3. How do I implement a sustainability strategy?

**Lernziel**     After the course, you should be able to:

1. Understand and explain sustainability challenges companies are facing;
2. Critique sustainability and related strategies;
3. Evaluate decisions taken by managers;
4. Suggest alternative approaches;
5. Develop action plans;
6. Reflect on strategies for sustainability in their own organizations.

You will also learn to apply a range of strategy concepts to sustainability challenges, including leadership, stakeholder management, diversification, and organizational change.

**Inhalt**     The sessions are interactive and allow you to step into the role of decision-makers as they face key challenges in integrating sustainability. In the past years, we have, for example, taken a closer look at corporate sustainability at IKEA and have discussed how Patagonia is trying to define its net-zero strategy. We have also taken the perspective of an NGO activist to look at Walmart's development and launch of Love, Earth—a new line of sustainable jewelry—to understand why and how companies increasingly address environmental and social impacts at the strategic and operational levels. In other scenarios, you may adopt the role of the General Manager of a 500-room, 4-star city-center hotel with the goal of reaching net zero greenhouse gas emissions by 2050. During this course, you will also have the opportunity to try out different ways of implementing a sustainability initiative in a simulation exercise.

**Literatur**     We will provide case study material and guidelines for analyzing cases to participants by email several weeks before the seminar.

**Voraussetzungen / Besonderes**     After signing up you will first be placed on the waiting list. We will contact all students on the waiting list to confirm their participation in the seminar. If you have any questions, please don't hesitate to contact Johannes Meuer (jmeuer@ethz.ch).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
				Kreatives Denken	gefördert
				Kritisches Denken	gefördert
				Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

---

**363-1029-00L**     **Sustainability & Financial Markets**     **W**     **3 KP**     **2G**     **T. O. Busch**  
*Credit points will be awarded for attending all course days. Course registrations of D-MTEC students will be prioritized.*

*Prerequisites: Basic understanding of corporate sustainability (see lecture Prof. Hoffmann, autumn semester) and interest in financial markets and investments.*

**Kurzbeschreibung**     Sustainable investments are becoming increasingly prominent while at the same time current business practices reach beyond ecological limits. Are sustainable investments a myth? Clearly not; however, sustainable investment practices still have to move on. This lecture is focused on the related challenges and discusses ways how the field of sustainable investments could become more effective.

Lernziel	Sustainable investments are becoming increasingly prominent while at the same time the market reality remains unchanged despite evidence that current business practices reach beyond ecological limits and are in breach of both the inter-generational and intra-generational equity. Are sustainable investments a myth? Clearly not - capital markets could indeed play a central role in overcoming this dilemma. However, sustainable investment practices still have to move on for effectively incorporating and promoting sustainability. For this to occur, two central challenges need to be addressed: In order to improve the authenticity of data, it is important to make clear what environmental, social, and governance (ESG) related data is actually measuring. This, in turn, will contribute to ensuring that investors gain trust in ESG-criteria and investments. In order to overcome the prevailing focus on short-term profit maximization, it is necessary to put more emphasis on a systems-perspective. This, in turn, will help investors to move on from having a too narrow ceteris paribus perspective towards addressing risks and opportunities within changing ecological and human-social systems. The learning objectives of this lecture is to understand these two challenges in detail and discusses ways how the field of sustainable investments could move ahead.		
Inhalt	Sustainable investment practices have become a mainstream topic in finance. This seminar is focused on the related challenges and discusses ways how the field of sustainable investments could become more effective. As for the first part of this seminar, Prof. Busch will introduce basic concepts and approaches in the sustainable finance field. Furthermore, a historical perspective will be introduced on how sustainability emerged as an important topic in financial markets. Two empirical case studies will illustrate how investors and banks implemented respectively responded to sustainability challenges. Two invited guest speakers from the financial industry will demonstrate the practical relevance of the topic for and within Switzerland. The second part of the seminar is devoted to academic articles in the sustainable finance context. Participants will be ask to read at least one article and present the context in class. This serves as the foundation for the evaluation / grading. As such, there is no written exam.		
Voraussetzungen / Besonderes	Number of participants: max. 25 persons. First come first served by order of enrollment in myStudies.		
	Requirements for this course: Basic understanding of corporate sustainability (see lecture Prof. Hoffmann, fall term) and general interest in financial markets and investments.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

---

**363-1038-00L Sustainability Start-Up Seminar** **W** **3 KP** **2G** **A. H. Sägesser**  
*Number of participants limited to 30.*

**Kurzbeschreibung** Participants are lead through a venturing process inspired by Lean and Design Thinking and social innovation methodologies. The course contains problem identification, idea generation and evaluation, team formation, and the development of one entrepreneurial idea per team. Starting points for entrepreneurial ideas are the climate crisis and biodiversity loss.

- Lernziel**
1. Students have experienced and know how to take the first steps towards co-creating a venture and potentially company
  2. Students reflect deeply on sustainability issues (with a focus on climate change & biodiversity) and can formulate a problem statement
  3. Students believe in their ability to bring change to the world with their own ideas
  4. Students are able to apply entrepreneurial practices such as e.g. the lean startup approach
  5. Students have built a first network and know how to proceed and who to approach in case they would like to take their ventures further.

**Inhalt** This course is aimed at people with a keen interest to address sustainability issues (with a focus on climate crisis and biodiversity loss) in collaborative and co-creative ways, with a curious mindset, and potentially first ideas for entrepreneurial action!

The seminar consists of a mix of lectures, workshops, individual working sessions, teamwork, and student presentations/pitches. This class is taught by a reflective practitioner of entrepreneurial action for societal transformation. Real-world climate entrepreneurs and experts from the Swiss start-up and sustainability community will be invited to support individual sessions.

All course content is based on latest international entrepreneurship practices and contains continuous processes of self- and world making.

The seminar starts with an introduction to sustainability (with a special focus on climate change & biodiversity), social innovation and entrepreneurship. Students are asked to self-select into an area of their interest in which they will develop entrepreneurial ideas throughout the course.

The first part of the course then focuses on deeply understanding sustainability problems within the area of interest. Through workshops and self-study, students will identify key design challenges, generate ideas, as well as provide systematic and constructive feedback to their peers.

In the second part of the course, students will form teams around their generated ideas. In these teams they will develop a business model and, following the lean start-up process, conduct real-life testing, as well as pivoting of these business models.

In the final part of the course, students present their insights gained from the lean start-up process, as well as pitch their entrepreneurial ideas and business models to an expert jury. The course will conclude with a session that provides students with a network and resources to further pursue their entrepreneurial journey.

**Skript** All material used will be made available to the participants via moodle.

**Literatur** No pre-reading required.

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Prerequisite:  
Interest in sustainability, entrepreneurship, collaboration and readiness to open up, share and reflect deeply.

Notes:

1. It is not required that participants already have an idea for entrepreneurial action at the beginning of the course.
2. Focus is on entrepreneurial action which can take many forms. Eg. startup, SME, campaign, intrapreneurial action, non-profit, ...
2. No legal entities (e.g. GmbH, Association, AG) need to be founded for this course.

Target participants:

PhD students, Msc students and MAS students from all departments. The number of participants is limited to max.24.

Waiting list:

After subscribing you will be added to the waiting list.

The lecturer will contact you a few weeks before the start of the seminar to confirm your interest and to ensure a good mixture of study backgrounds, only then you're accepted to the course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
				Kooperation und Teamarbeit	geprüft
				Kundenorientierung	geprüft
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
Verhandlung	gefördert				
Anpassung und Flexibilität	geprüft				
Kreatives Denken	geprüft				
Kritisches Denken	geprüft				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft				
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ►► Additional Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0881-00L</b>	<b>Semester Project Small ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Das Ziel der Studienarbeit (90 Stunden) ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				
Lernziel	Das Ziel der Studienarbeit (90 Stunden) ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				
<b>363-0883-00L</b>	<b>Semester Project Large ■</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Das Ziel der Studienarbeit (180 Stunden) ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				
Lernziel	Das Ziel der Studienarbeit (180 Stunden) ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				

## ► Ergänzungsfächer

*Vertiefung der technischen/naturwissenschaftlichen Kenntnisse in Absprache mit Tutor/Tutorin, die Studierenden müssen den Tutor bis am Ende des ersten Semesters bestimmt haben.  
Kernfächer und Wahlfächer des D-MTEC dürfen nicht als Ergänzungsfächer gewählt werden.*

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETHZ*

## ► Praktikum in Industrie und Wirtschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0879-00L</b>	<b>Practical Training ■</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Aus eigener praktischer Tätigkeit und Anschauung erworbene Kenntnisse und Erfahrungen ergänzen das Studium an der ETH und bereiten auf das spätere Berufsleben vor.				
Lernziel	Aus eigener praktischer Tätigkeit und Anschauung erworbene Kenntnisse und Erfahrungen ergänzen das Studium an der ETH und bereiten auf das spätere Berufsleben vor.				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0600-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>57D</b>	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i>				
	<i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i>				
	<i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat;</i>				
	<i>c. Praktikum absolviert hat;</i>				
	<i>d. den Academic Writing Kurs erfolgreich abgeschlossen hat.</i>				
Kurzbeschreibung	In der Masterarbeit zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit zu selbständigem, strukturiertem und wissenschaftlichem Arbeiten. Sie steht unter der Leitung des Tutors/der Tutorin und behandelt in der Regel ein Thema aus Gebieten des gewählten Vertiefungsprogramms. Sie wird in der Regel in einem Unternehmen der Wirtschaft oder an der ETH Zürich ausgeführt.				
Lernziel	In der Masterarbeit zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit zu selbständigem, strukturiertem und wissenschaftlichem Arbeiten. Sie steht unter der Leitung des Tutors/der Tutorin und behandelt in der Regel ein Thema aus Gebieten des gewählten Vertiefungsprogramms. Sie wird in der Regel in einem Unternehmen der Wirtschaft oder an der ETH Zürich ausgeführt.				
<b>363-1063-00L</b>	<b>Academic Writing Course</b>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Mihalka</b>
	<i>Compulsory for all MTEC MSc students.</i>				
	<i>Attendance of the initial lecture is compulsory. Students who are unavailable at the time of the initial lecture need to take the course in another semester.</i>				
Kurzbeschreibung	This course for MTEC MSc students focuses on developing students' English writing skills and their understanding of the disciplinary expectations for academic texts. The course is particularly designed to support students in the thesis writing process.				

Lernziel	After the completion of the course, students are able to:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the concept of plagiarism and cite their sources accurately and appropriately,</li> <li>- use generative AI tools effectively and responsibly,</li> <li>- manage the writing process efficiently,</li> <li>- analyse model texts,</li> <li>- plan, draft, and revise academic texts,</li> <li>- provide peer review on others' writing,</li> <li>- write in a clear, precise, concise, and generally reader-friendly manner.</li> </ul>		
Inhalt	Initial lecture: Writing at MSc level in D-MTEC, avoiding plagiarism, course overview		
	Workshop 1: The writing process Workshop 2: Paragraph structure Workshop 3: Methods Workshop 4: Figures and tables Workshop 5: Literature review Workshop 6: Introduction Workshop 7: Results, Discussion, Conclusion Workshop 8: Abstract and Title		
Skript	Handouts and self-study materials are available on Moodle.		
Voraussetzungen / Besonderes	The course is compulsory for MSc students at D-MTEC. It is offered each semester (spring and autumn).		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

#### Management, Technologie und Ökonomie Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Advanced Fundamentals of Mechatronics Engineering

## ► Advanced Fundamentals

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>173-0001-00L</b>	<b>Mathematical Tools I - Advanced Linear Algebra</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>H. Rasched</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to advanced Linear Algebra with emphasis on applications like Linear ODE systems and Fourier theory - accompanied by working with Matlab and its application.				
Lernziel	Students understand mathematics as a language for modeling and as a tool for solving practical engineering problems. They can analyse models, describe solutions qualitatively or calculate them explicitly if needed. They can solve examples as well as their practical applications manually and using computer algebra systems.				
Inhalt	1st week: Dedicated to abstract notion of vector space with main application to linear ODE-systems, including recap of ODEs (1st and 2nd order). 2nd week: Focus on Euclidean vector spaces with main application to Fourier series.				
Skript	Slides, exercises, Matlab codes, recording etc. are in the canvas course				
Literatur	David C. Lay et al, Linear Algebra and its Applications, 5/E, Pearson Hall, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge in matrix algebra, systems of linear equations, eigen values/vectors as in [Lay], Chapter 1 to 3, Chapter 5.1, 5.2 and 6.1 additionally Appendix A and B. Some background on linear ODE of 1st and 2nd order. Some experience with Matlab or similar tools.				
<b>173-0002-00L</b>	<b>Embedded Systems and Computer Programming</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>M. Magno</b>
Kurzbeschreibung	An embedded system is some combination of computer hardware and software, either fixed in capability or programmable, that is designed for a specific function or for specific functions within a larger system. The course covers theoretical and practical aspects of embedded system design and includes a series of lab sessions.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learning and improving the key bases of C programming for Embedded Systems.</li> <li>- Understanding specific requirements and problems arising in embedded system applications.</li> <li>- Understanding embedded systems architectures and components, hardware-software interfaces, embedded operating systems, real-time scheduling theory, as well as low-power and low-energy design.</li> <li>- Using the formal models and methods in embedded system design in practical applications using the programming language C, the operating system FreeRTOS, a commercial embedded system platform and the associated design environment.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Embedded Systems are today present in the form of a wide range of electronics devices for several application scenarios. Having a deep understanding of Embedded Systems will give the students the skills to design and manufacture different kinds of embedded system devices, including the Internet of Things and smart sensors.</p> <p>This course focuses on learning the bases of embedded systems and the design of embedded systems using formal models and methods from a software point of view. Specifically, the following topics will be covered in the course: basics of C programming for embedded systems, embedded system architectures and components, hardware-software interfaces, embedded operating systems, real-time scheduling, low-power and low-energy design.</p> <p>Besides, this course includes exercise and hand-on laboratory sessions where students learn how to solve theoretical problems and how to program a commercial embedded system platform (i.e., Texas Instruments MSP430 with an ARM cortex-M4F core) with the programming language C and real-time operating system RTOS.</p>				
Skript	Course material including lecture notes, exercise sheets, and laboratory documentation will be available on canvas.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P. Marwedel: Embedded System Design, Springer, ISBN 978- 3-319-85812-8/978- 3-030-60909-2, 2018/2021.</li> <li>- G.C. Buttazzo: Hard Real- Time Computing Systems. Springer Verlag, ISBN 978- 1-4614-0676-1, 2011.</li> <li>- Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia: Introduction to Embedded Systems, A Cyber- Physical Systems Approach, Second Edition, MIT Press, ISBN 978- 0-262-53381-2, 2017.</li> <li>- Avelino J. Gonzalez: Computer Programming in C for Beginners, Springer, ISBN 978-3-030-50752-7, 2020.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in computer architectures and programming, circuits and electronics, and digital systems				
<b>173-0003-00L</b>	<b>Signals and Systems</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>M. Zeilinger, A. Carron</b>
Kurzbeschreibung	Signals arise in most engineering applications. They contain information about the behavior of physical systems. Systems respond to signals and produce other signals. In this course, we explore how signals can be represented and manipulated, and their effects on systems. We further explore how we can discover basic system properties by exciting a system with various types of signals.				
Lernziel	Master the basics of signals and systems. Apply this knowledge to problems in the homework assignments and programming exercise.				
Inhalt	Discrete-time signals and systems. Fourier- and z-Transforms. Frequency domain characterization of signals and systems. Time series analysis. Filter design.				
Skript	Lecture notes available on course website.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
<b>173-0004-00L</b>	<b>Thermofluids</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>A. Bardow, J. Seiler</b>
Kurzbeschreibung	Thermodynamics and fluid dynamics are closely interconnected and play an important role in many engineering problems. In this course, we explore the fundamentals required to solve practicable questions present in many of those problems. Furthermore, we convey skills to analyse, design and optimise technical systems for real world applications.				
Lernziel	Master the basics of thermodynamics and fluid dynamics. Apply this knowledge to problems in the engineering field and calculation exercises.				
Skript	Slides will be used in the morning sessions and will be shared with the students.				
Literatur	„Principles of Engineering Thermodynamics“ by Michael J. Moran et al., 8th Edition.				
Voraussetzungen / Besonderes	The key textbook for the second half of the course is “Fluid Mechanics” by Frank White, 8th Edition. This is available in the Ashesi Library. Students will be asked to use either MATLAB or Python for some of the exercises.				
<b>173-0005-00L</b>	<b>Materials for Engineers</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>R. Spolenak</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The appropriate processing-microstructure-property relationship will lead to the fundamental understanding of concepts that determine the mechanical and functional properties of materials. Materials and process selection will be core to this course. The lab sections and group projects will provide students with valuable hands-on experience.				

Lernziel	<p>At the end of the course, the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• choose the appropriate material for mechanical engineering applications</li> <li>find the optimal compromise between materials property, cost, and ecological impact</li> <li>understand the most important concepts that allow for the tuning of mechanical and functional properties of materials.</li> <li>• improve on critical thinking and quantitative reasoning in order to learn and apply the theoretical foundation of the course to critical real-life problems.</li> <li>• develop the technological competence to combine theory as well as analytical and computational simulation approaches to address structural problems.</li> <li>• use materials selection software, 3D modelling, manufacturing or workshop tools, and materials testing equipment.</li> <li>• apply manufacturing processes to a designed product.</li> <li>• produce coherent and scientifically sound laboratory reports.</li> <li>• provide leadership and teamwork spirit.</li> </ul>				
<b>173-0006-00L</b>	<b>Mathematical Tools II - Advanced Multivariate Calculus</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>M. Akveld</b>
Kurzbeschreibung	In this course we will give a brief review of more dimensional calculus. The main focus of the course is vector analysis (integral theorems) and PDEs.				
Lernziel	Students understand mathematics as a language for modelling and as a tool for solving practical engineering problems. They can analyse models, describe solutions qualitatively or calculate them explicitly if need be. They can solve examples as well as their practical applications manually and using computer algebra systems.				

Week 1

Day 1 – Revision more dimensional calculus

- Discussion of self assessment.
- More dimensional differentiation (partial derivatives, directional derivatives, gradient, extrema etc.).
- More dimensional integration (iterated integrals, Fubini, change of coords (polar, cylindrical, spherical), Jacobi determinant)
- Physical applications

Prerequisites:

- 1-dimensional differentiation and integration

Day 2 – Vector analysis 1: Vector fields

- Revision Vector fields
- Line integrals
- 2D flux and circulation
- Fundamental theorem for line integrals

Prerequisites:

- Some knowledge of vector fields
- 1-dimensional integration

Day 3 – Vector analysis 2:

- Green's Theorem (2D versions of Stokes and Gauss)
- Surface integrals

Prerequisites:

- vector product (interpretation of vector and of its length)

Day 4 – Vector analysis 3:

- Divergence and Rotation
- Gauss's Theorem (or divergence Theorem)
- Stokes's Theorem
- Applications

Day 5 – Revision ODEs 1st and 2nd order and Laplace transforms

- Odes 1st and 2nd order
- Laplace transforms
- Heaviside- and  $\delta$ -function
- Summary of Week 1

Prerequisites:

- Mathematical Tools I
- Methods for solving ODEs 1st order (separation of variables, variation of constant)

Week 2

Day 6 – Introduction and classification of PDEs:

- General introduction
- Classification
- Terminology (Dirichlet, Neumann, mixed problems)

Day 7 – Wave equation (1D and 2D)

- Separating Variables
- (double) Fourier Series
- d'Alembert's solution
- method of characteristics
- Steady State solution

Day 8 – Heat equation

- Fourier series
- Fourier integrals
- Fourier transforms

Prerequisites:

- Fourier series

Day 9 – Laplace equation

- Polar coordinates -> Fourier-Bessel series
- cylindrical and spherical coordinates -> Euler-Cauchy
- Using Laplace transforms

Prerequisites:

- Change of coordinates

Day 10 – Reserve time

- Summary
- Preparation for the exam

Literatur

- E.Kreyszig; Advanced Engineering Mathematics, 10th Edition Wiley (check!)
- W.Briggs, L.Cochran; Multivariable Calculus 2/E Pearson Hall, 2015



Voraussetzungen / Besonderes

- Ashesi-Maths-Courses "Differential Equations Numerical Methods" (ODE part) or similar course in an Engineering BSc programme
- "Multi-variable Calculus, Linear Algebra" or similar course in an Engineering BSc programme
- Mathematical Tools I (in particular Fourier Series)

<b>173-0008-00L</b>	<b>Introduction to Digital Electronic Circuits</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13G</b>	<b>A. Emboras</b>
Kurzbeschreibung	This lecture introduces basic digital circuit components. The first part focuses on logic gates, and their realization with CMOS transistors. The physics and the operation principle of transistors will be analyzed in details. Then, the Boolean algebra, codes, as well as the synthesis and analysis of simple circuits will be discussed. The second part is dedicated to latches and flip-flops.				
Lernziel	Students should master the basic concepts of digital electronics, recognize its fundamental logic blocks and understand the basic physical operation mechanism CMOS transistors. Additionally they will be able to assemble them to create their own digital circuits, gather experience in the field of digital electronics, and become familiar with the design of simple and more advanced digital circuits, for example finite-state machines and memory cells.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: This course has no specific prerequisite, except basic knowledge of electrical engineering concepts, in particular Ohm's and Kirchhoff's laws. They will be repeated during the first lecture to ensure that everybody is on the same page.				

► **Industry Internship**

*Wird im Herbstsemester angeboten.  
Wird zum ersten Mal im HS 2024 angeboten.*

► **Master's Thesis**

*Wird im Herbstsemester angeboten.  
Wird zum ersten Mal im HS 2024 angeboten.*

**MAS in Advanced Fundamentals of Mechatronics Engineering - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Applied Technology

## ► Vertiefung Applied Information Technology

*Wird nur im Herbstsemester angeboten.*

## ► Vertiefung Applied Manufacturing Technology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>165-0100-00L</b>	<b>Manufacturing Processes</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	The module discusses the most important manufacturing processes and technologies driving Industry 4.0, including both traditional and advanced manufacturing. The course will cover a wide variety of modern forming, shaping and joining techniques. Further, it will introduce advanced technology such as non-conventional machining, micromanufacturing and additive manufacturing.				
Lernziel	The module will reveal the fundamental link between materials properties and processing, and will thus provide a basis for the discussion of product design considerations from the viewpoint of manufacturing processes.				
<b>165-0101-00L</b>	<b>Production Systems</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Verhasselt</b>
Kurzbeschreibung	The module deals with the technology and principles that are used to manage systems of production, i.e. combinations of manufacturing processes and support processes such as logistics.				
Lernziel	The goal is for participants to learn about the variety of typical industry production systems including their applicability in defined business environments and situations; to learn about the basics of production management and about evolving trends and new technology.				
<b>165-0102-00L</b>	<b>Product Development &amp; Technology Implementation</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Meboldt, D. Omidvarkarjan</b>
Kurzbeschreibung	The module focuses on agile product development and the implementation of new technologies using additive manufacturing as an example. Participants will be introduced to basic principles, methods and mindset of Agile development by solving a practical development task in teams. Next, we will explore how agile development is used to integrate new technologies into a company.				
Lernziel	After attending this course, participants are familiar with the fundamentals of Additive Manufacturing (AM), the technology's impact on product development and value creation. Furthermore, the students are introduced to the key principles and practices of Agile product development.				
<b>165-0103-00L</b>	<b>Materials</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	This module provides fundamental training in the behavior and manufacturing properties of materials as well as an introduction to materials selection and design considerations as practiced in industry, including related concepts such as Design for Manufacturing and "green" design.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• to understand the societal implications of materials development</li> <li>• to appreciate the challenges in materials selection</li> <li>• to follow the economical aspect of process selection</li> <li>• to grasp that any material is much more than its chemical composition</li> </ul>				

## ► Vertiefung Energy oder Electronics and Digitization

### ►► Vertiefung Applied Technology in Energy

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>247-0100-00L</b>	<b>Energy Fundamentals</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Schaffner</b>
Kurzbeschreibung	The module provides an introduction to the fundamental science and the underlying technology throughout the rest of the CAS in Applied Technology in Energy.				
Lernziel	Participants will have an overview over today's energy system (including energy generation, distribution and consumption) functions and will understand the underlying scientific principles, technologies as well as the regulatory frameworks.				
Inhalt	Today's energy system (including energy generation, distribution and consumption) will be explained, starting from the underlying scientific principles moving to energy technologies as well as the relevant regulatory frameworks and economic principles. Special attention will be paid to understanding renewable (solar & wind) electricity generation and why this rapidly evolving technology is driving change in multiple industries. If time permits, the basics of climate change science and its relationship to energy related business decisions will be discussed as well.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>247-0101-00L</b>	<b>Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, C. Prehal</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview over the most important technologies for electrical energy storage, with an emphasis on batteries.				
Lernziel	Participants will gain knowledge about energy storage technologies. They will understand technological progress as well as barriers in the future development of batteries.				
Inhalt	The most important technologies for electrical energy storage in industry will be explained, with an emphasis on batteries. They will be introduced to the energy storage technologies in use in industry as well as technology- and market-driven opportunities for change and new applications. The design, manufacture, operation, and usage scenarios of lithium ion batteries will be explained in detail. Future improvements in battery energy storage will be explored in terms of both likely progress and critical barriers.				
<b>247-0102-00L</b>	<b>Electric Power Grid Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Franck, G. Hug</b>
Kurzbeschreibung	This module provides an overview over the technical operation and management of power grid systems.				
Lernziel	Participants will gain an understanding of the operation and management of power grid systems, including challenges and opportunities for future developments.				

Inhalt	For decades, electric power grid systems remained essentially unchanged. Now, they are undergoing significant changes driven by technology. Despite or maybe even because of these changes it is important to understand the fundamental setup and workings of the electric power grid.		
	Participants will learn about the technical operation and management of traditional power grid systems. The fundamental equipment and mechanisms responsible for transforming and transporting electricity to end users and the concept of AC power will be explained. Typical grid connections and management and the underlying physical principles will be discussed. The opportunities for and barriers to future grid technology and systems from both an operator's and end user's perspective will be explored, potentially including distributed generation, microgrids/islanding, demand response, virtual power plants, etc.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert gefördert
		Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert
		Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

<b>247-0103-00L</b>	<b>Electrification and Practical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Schaffner</b>
Kurzbeschreibung	The focus of this module is on understanding the challenges of a future sustainable energy system with a focus on electrification technology and their practical application in multiple industries.				
Lernziel	Participants will understand the opportunities and challenges of future energy systems including the electrification of different sectors (e.g. transportation, buildings, industry).				
Inhalt	This course takes a case study approach to look at how electrification is currently impacting products and technology use in manufacturing, electronics, automotive/ transport, building construction and facilities management. Some policy and regulatory elements may be discussed to provide context, but the focus is on understanding the technical and practical aspects of implementation. The technical results that can be expected will be discussed in terms of power availability and security, energy efficiency, etc. as well as how electrification supports other potential technical goals such as digitalization and automation.				

### ►► Vertiefung Applied Electronics and Digitization

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>247-0300-00L</b>	<b>Fundamentals of Semiconductors and Electronics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Grossner</b>
Kurzbeschreibung	This online module will cover the fundamental science and technology underlying modern electronics and will prepare participants to better understand the other three courses of the CAS AED program.				
Lernziel	The goal of this online module is to enable participants to understand the basic science underlying electronics related technology and how this applies to specific use cases of the technology.				
<b>247-0301-00L</b>	<b>Semiconductor Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Grossner</b>
Kurzbeschreibung	This course will describe the fundamental building blocks of modern electronics, the semiconductor devices. It includes important practical aspects such as manufacturing, characterization, and application.				
Lernziel	The goal of this course is to enable participants to understand and discuss with technical professionals the basic components of modern electronic devices.				
<b>247-0302-00L</b>	<b>Integrated Circuits (ICs)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. K. Gürkaynak</b>
Kurzbeschreibung	This course will expose participants to the full design cycle and cost-performance relationships for integrated circuits (ICs) used in machine learning and cryptographic applications.				
Lernziel	The aim of this course is to enable participants to work effectively with design engineers as they make business decisions regarding technical trade-offs in IC chip design.				
<b>247-0303-00L</b>	<b>Complex Electronic Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Mezza</b>
Kurzbeschreibung	This course will show participants the entire life cycle of an electronic system from the initial ideas and prototyping to a final electronic product that enters the market.				
Lernziel	The main goals of this course are to demonstrate 1) the challenges of planning the development of a complex electronic system and 2) how to work with engineers and scientists to discover and solve the (often) unforeseen problems that arise during development, including impacts to the initial plan and schedule.				

### ► Vertiefung in Applied Technology: R&D and Innovation

*Wird nur im Herbstsemester angeboten.*

#### ► Experimental Project

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>247-0550-00L</b>	<b>Experimental Project</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>6G+4A</b>	<b>U. Grossner, T. Ziemann</b>
Kurzbeschreibung	Each participant develops a complete, functional, technical system. Starting from the initial idea, a mechanical concept and an electrical design are created. Then, the parts are fabricated and assembled, followed by programming the software and measuring the function, before finally analyzing generated data and documenting the process.				
Lernziel	This practical project should complement the preceding courses of the MAS AT and allow the participants to independently put the learned theory into practice. Participants will gain a wide range of practical experiences in hardware and software, touching every aspect of R&D prototype development.				

Inhalt The participants are encouraged to come up with their own project ideas and pursue them with support from the teachers. Example projects will be available for inspiration and as templates and can be adopted instead of an own idea with as little or as many modifications as desired. In any case, the individual development will start from the ground up, using pre-fabricated components as little as possible. A lecture series teaches the basics, exercises cover the first own steps in each topic and manufacturing and testing of the prototypes will occur during several hands-on sessions in the APS lab. Most of the work on the project should be completed independently, using freely available software running on the participants' computer and corresponding education resources.

The topics include

- Conceptualization of an idea and planning the realization
- Electrical design of circuits and PCBs using ECAD software
- Assembly and soldering of PCBs
- Mechanical design of housing and mechanical components using CAD software
- Manufacturing of mechanical components using a 3D printer
- Programming embedded software to run on a microcontroller
- Programming computer software to interface with the hardware and analyze data
- Testing of the desired functionality and measurement of the electrical workings
- Report of the process, the finished prototype and analysis of generated data

Skript Course material will be available on Moodle.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
247-0500-00L	Master's Thesis	O	10 KP	21D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The topic of the independent Master's thesis should focus on a technical problem and can be related to a specific business case. The problem and technology evaluated are freely selectable, but must be approved in advance by the thesis supervisor.				
Lernziel	The thesis should be integrative of the science and technology material and skills learned during the programme, particularly:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand and apply the foundations of the area of science and technology relevant to the topic,</li> <li>• Understand and describe the technical barriers to applying a technology successfully, and</li> <li>• Respective documentation using precise and targeted technical language.</li> </ul>				

### MAS in Applied Technology - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Architecture and Digital Fabrication

The MAS Digital Fabrication is a 1 year full-time programme and is structured as a series of teaching modules with an independent master thesis. Lessons within the modules are given in the form of lectures, practical workshops, and projects as the main modus for developing skills. Learning will be supported through one on one mentoring in studio, group critiques, symposia, and excursions.

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>069-0002-00L</b>	<b>Integrated Digital Design and Fabrication Project</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>8G</b>	<b>B. Dillenburger</b>
Kurzbeschreibung	In the Design and Digital Fabrication Project students collaboratively design, fabricate and assemble a 1:1 architectural installation. The resulting project exploits the geometric freedom offered by computational design and showcases the potential of digital fabrication methods such as additive manufacturing for architecture.				
Lernziel	Students develop custom scripts to design and to generate automatically the required data for a digital fabrication method. Computational form finding methods and computational optimization strategies are investigated to improve the performance of the structures. In a collaborative teamwork, the students explore how to integrate digital technologies into the continuous workflow from concept-phase to fabrication. Students acquire in-depth experience in working with large-scale 3D printing technologies and learn how to establish a continuous digital process chain from design to fabrication.				
Inhalt	Information on this course will be provided shortly by the chair of Prof. Benjamin Dillenburger.				
<b>069-0003-00L</b>	<b>Integrated Design and Robotic Fabrication Project</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>8G</b>	<b>F. Gramazio, P. Aejmelaeus-Lindström, M. Kohler, F. Milano</b>
Kurzbeschreibung	The second term of the MAS programme is split into two consecutive design and fabrication projects. Students work collaboratively on all aspects from design to the digital / robotic fabrication of their 1-1 scale structure. Students acquire experience in project management, learn to organise their work packages and develop integrated digital fabrication processes.				
Lernziel	Students tackle the challenge of integrating an innovative constructive system and robotic fabrication workflow into a digital design project with respect to a given timeline.				
Inhalt	During the eleven weeks of the project, the assignment is to design and fabricate with a human-instructed adaptive robotic plaster spraying process. Students work collaboratively on all aspects from computational and interactive design to simulation, customised robotic tooling and on-site fabrication. They acquire extensive experience in human-machine collaboration and synthesize their learnings in a 1-1 scale fabrication project realized with a collaborative robotic arm attached to a movable gantry system and controlled by human gestures in an intuitive design process.				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>069-0100-00L</b>	<b>Master's Thesis</b>	<b>O</b>	<b>20 KP</b>	<b>2D</b>	<b>F. Gramazio, B. Dillenburger, M. Kohler</b>
Kurzbeschreibung	In the third term of the MAS programme, students focus on developing their own research thesis, working individually or in groups of two. In line with the programme, students select a research brief in the field of robotic fabrication processes and 3D printing technologies.				
Lernziel	Students familiarise themselves with academic research in the field of architecture and digital fabrication. Closely supervised by researchers of Gramazio Kohler Research and Digital Building Technologies, students work from a research brief to physical output demonstrating their achievements. Through a series of experiments, students gradually refine their arguments, familiarising themselves with the rigour of academic research, while at the same time contributing to ongoing research. The individual thesis work includes a final physical demonstrator and results in a written thesis. The work is furthermore presented in front of a jury of international experts.				

### MAS in Architecture and Digital Fabrication - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Architecture, Real Estate, Construction

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0002-00L</b>	<b>Handlungskompetenz</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Führung zeichnet sich durch eine charakteristische Handlungskompetenz aus. Deren Summe aus Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz als Ausdruck der Handlung des Führenden ist mit dem Verständnis seiner Haltung untrennbar verbunden.				
Lernziel	Ziel ist das Erlangen eines hohen Niveaus an Fachkompetenz, an Selbstkompetenz und an Sozialkompetenz und die Fähigkeit, die erworbenen Kenntnisse optimal in seinen Führungsstil einzubringen.				
Inhalt	<p>Fachkompetenz ist die Fähigkeit, Aufgaben der eigenen Disziplin bewältigen zu können. Dabei sind sowohl die gelernte Theorie als auch die erfahrene Praxis von Wichtigkeit, um Zusammenhänge erkennen und Sachverhalte selbständig und zielgerichtet lösen zu können.</p> <p>Selbstkompetenz ist die Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen. Dazu bearbeitet es in einem iterativen Prozess der Fähigkeit, das eigene Wissen und Können in Bezug auf Selbständigkeit, Kritikfähigkeit und Selbstvertrauen zu analysieren und zu schärfen, um durch Zuverlässigkeit eigene Wertvorstellungen entwickeln zu können.</p> <p>Unter Sozialkompetenz versteht man die Fähigkeit, andere zu verstehen sowie sich ihnen gegenüber situationsangemessen und klug zu verhalten.</p>				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0004-00L</b>	<b>Publizieren</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im vierten Semester schliessen die Studierenden ihre eigene MAS Thesis ab und beantworten ihre Forschungsfragen. Dabei gilt es, ihre erworbenes Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Im vierten Semester schliessen die Studierenden ihre eigene MAS Thesis ab und beantworten ihre Forschungsfragen. Dabei gilt es, ihre erworbenes Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Skript	<a href="http://www.map.arch.ethz.ch/de">www.map.arch.ethz.ch/de</a>				

## ► Vertiefung in Digitalisierung

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0106-00L</b>	<b>Modul 6: Mensch und Veränderung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Aktivitäten, Haftung, Abhängigkeiten, Kompetenzen				
Lernziel	Modul 6 beschreibt, wie sich Prozesse aufgrund digitalisierter Informationen und verlässlicher Teamarbeit verändern.  Lernenden werden befähigt Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:  - Lean Construction Prozess, Mensch, Metrics, IPD				
Inhalt	Lean Construction Management ist eine Methode, welche den gesamten Ablauf in Bauprojekten neu betrachtet und dabei für ein stabilen und effektiven Planungs-, Baustellen- und Bewirtschaftungsbetrieb sorgt. Als Methode ergänzt es den Integrated Project Delivery IPD Ansatz.  Lernenden werden befähigt Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden:  - Lean Construction Prozess, Mensch, Metrics, IPD				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0107-00L</b>	<b>Modul 7: Organisation und Prozesse</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Holokratie, Organisationsstrukturen, Vertragsmodelle, Besteller Anforderungen, Kompetenzen				
Lernziel	In Modul 7 geht es zum Einen um Fragen, welche an digitale Leistungen gestellt werden und um "Bestellerkompetenz" zur Beschaffung von relevanten Daten und Informationen während der Projekterstellung und der anschliessenden Nutzung. Zum Anderen geht es um Kompetenzen, welche Organisation in Zukunft an Bewerber stellen und Erwartungen, welche Bewerber an Organisationen und Firmen stellen sollten.  Lernenden werden befähigt Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden: - Holokratie - Foresight / Resilienz - Anreizsysteme - Verträge - EIR				
Inhalt	Wir lernen Modelle kennen die neue Wertsysteme (incentives) mit einbezieht. Diese kommen allen Projektbeteiligten zugute und schaffen für alle mehr Resilienz. Wir beschäftigen uns mit Methoden, Dienstleistungen, Produkten und Standards, welche ganzheitlich den gesamten Lebenszyklus "cradle-to-cradle" beachten und die Auswirkungen von baulichen Massnahmen mit einbeziehen. Wir verstehen wie wichtig verlässliche und nachvollziehbare Daten sind und lernen wichtige Informationen im Kontext von weniger wichtigen zu unterscheiden.				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				
<b>072-0108-00L</b>	<b>Modul 8: Entwicklung und Implementierung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Zukunftsfähige Unternehmensstrategien				

Lernziel	Im Modul 8 geht es um Methoden für eine nachhaltige Strategieentwicklung - im Spannungsfeld von neuen digitalen Anforderungen. Es geht darum den Wandel zu verstehen, neue Chancen zu erkennen und geschäftliche Entwicklungen und Modelle agil und dennoch zukunftssicher machen.  Lernenden werden befähigt Bedürfnisse und Anforderungen an eine neue Strategieentwicklung zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden: - Mustererkennung - Strategieentwicklung / Design Thinking, Designing a Business - Kulturwandel - Wissensmanagement
Inhalt	Wir lernen Methoden kennen, die helfen Strategien und Visionen von Organisation, Geschäftsbereich, Projekten zu unterstützen oder solche zu starten. Unabhängig davon ob es um innerbetriebliche Zusammenarbeit, unterstützen von innovativen Strategien oder um eine vorausschauende und kooperative Entscheidungsfindung geht, wir lernen relevante Muster zu erkennen und diese, entsprechend jeweiliger Herausforderungen, sinnvoll zu adaptieren und einzusetzen .
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>

<b>072-0109-00L</b>	<b>Modul 9: Erfolgsmodelle</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Ressourcen und Kompetenzen, Messkriterien, Feedback				
Lernziel	Im Zentrum des Modul 9 steht der erlebte und gelebte Erfolg. In 8 Modulen wurden intensiv unterschiedliche Strategieentwicklungen und deren Perspektiven diskutiert, Wissen vermittelt und Methodikkompetenz aufgebaut. Im zweitletzten Modul werden in einem Schnelldurchlauf nochmals die wichtigsten Punkte zusammengefasst und offen diskutiert, ob und was sich bereits verändert hat.  Lernenden werden befähigt Themen der Strategie Entwicklung zu verstehen und diese in der Praxis anzuwenden: - Erfolgsfaktoren - Messkriterien (Qualitativ to Quantitativ: messbar machen von nicht Messbarem) - COINS (Context, Observation, Impact, Next, Stay)				
Inhalt	Die Implementierung einer Digitalisierungsstrategie in Projekt oder Unternehmung ist erfahrungsgemäss dann erfolgreich, wenn Projektziele, Akteure und Ressourcen richtig verstanden werden, damit frühzeitig die einfach zu erreichenden Mehrwerte entstehen. Erfolgreiche Beispiele werden ebenso studiert wie die Formulierung von Pilotprojekten, Softwareanpassungen, Investitionen und kritischen Pfaden. Die Rolle konkreter Werkzeuge wie beispielsweise IDMs (Information Delivery Manuals) wird erläutert.				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				

<b>072-0110-00L</b>	<b>Modul 10: Ausblick</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schlüsselbegriffe: Adaption und Strategie				
Lernziel	Modul 10 greift abschliessend tagesaktuelle Entwicklungen auf und positioniert diese betreffend ihrer Wichtigkeit, damit die Teilnehmenden eigenständig und situationsangemessen agieren können.				
Inhalt	Die Geschwindigkeit mit der die Digitalisierung auf die eigene Haltung und Handlung Einfluss nimmt, macht es notwendig, das langfristig belastbare Wissen mit dem tagesaktuellen Geschehen abzugleichen. Konkret werden Instrumente und Ideen der Verbände SIA, CRB, KBOB, IPB und Bauen digital Schweiz diskutiert, sowie die Möglichkeiten aktueller Software vermittelt.  Die Teilnehmenden präsentieren ihre eigene Thesis zur Digitalisierung und stellen diese dem Plenum zur Diskussion.				
Skript	Skripte, Unterlagen, Studien, Termine und Adressen sind auf dem Server des Programms hinterlegt.				
Literatur	Literaturempfehlungen unter <a href="http://www.bauprozess.arch.ethz.ch">www.bauprozess.arch.ethz.ch</a> und <a href="http://www.kompetenz.arch.ethz.ch">www.kompetenz.arch.ethz.ch</a>				

## ►► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0190-00L</b>	<b>Studienarbeit in Digitalisierung</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>6A</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	<a href="http://www.map.arch.ethz.ch/de">www.map.arch.ethz.ch/de</a>				

## ► Vertiefung in Gesamtprojektleitung

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0206-00L</b>	<b>Modul 6: Rechtliche Grundlagen</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange eines Projekts betrachtet. Schwerpunkte bilden das Obligationen- sowie das Arbeitsrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Öffentliches Beschaffungswesen und Obligationenrecht - Auftrag und Werkvertrag - Arbeits- und Personalrecht - Urheberrecht				
Inhalt	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange eines Projekts betrachtet. Schwerpunkte bilden das Obligationen- sowie das Arbeitsrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				

Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0207-00L</b>	<b>Modul 7: Projektmanagement</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im siebten Modul dreht sich alles um ein sinnvolles Projektmanagement. Die verschiedenen Instrumente des Projektmanagement werden erläutert und ihre richtige Verwendung geübt. Insbesondere wird auch analysiert und diskutiert wofür der Begriff „Lean Management“ steht.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Projekthandbuch - Projektwissen und Prozessverständnis - Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement - Lean Management und Lean Construction - Projektentwicklung				
Inhalt	Im siebten Modul dreht sich alles um ein sinnvolles Projektmanagement. Die verschiedenen Instrumente des Projektmanagement werden erläutert und ihre richtige Verwendung geübt. Insbesondere wird auch analysiert und diskutiert wofür der Begriff „Lean Management“ steht.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0208-00L</b>	<b>Modul 8: Kommunikation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Kenntnisse der professionellen Gesprächsführung, Präsentation sowie im Networking werden im achten Modul vermittelt. Die Studierenden lernen sowohl das leiten eines Meetings, wie auch die Präsentation vor einem grösseren Publikum. Es werden auch die nonverbalen Elemente der Kommunikation analysiert und trainiert.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Verbale und nonverbale Kommunikation - Öffentlichkeitsarbeit - Moderation und Präsentation - Gesprächsführung - Aufbau und Pflege des Netzwerks				
Inhalt	Die Kenntnisse der professionellen Gesprächsführung, Präsentation sowie im Networking werden im achten Modul vermittelt. Die Studierenden lernen sowohl das leiten eines Meetings, wie auch die Präsentation vor einem grösseren Publikum. Es werden auch die nonverbalen Elemente der Kommunikation analysiert und trainiert.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0209-00L</b>	<b>Modul 9: Effektivität und Effizienz</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im Modul neun stehen die Teile des Projektmanagements, Kosten, Termine und Ressourcen, im Zentrum der Betrachtung. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Logistik, damit die Ressourcen effizient eingesetzt werden können. Zudem werden die Chancen und Gefahren der Digitalisierung für den Planungs- und Bauprozess besprochen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Kosten - Termine - Ressourcen (Logistik und Human Resources) - Kapazitätsplanung				
Inhalt	Im Modul neun stehen die Teile des Projektmanagements, Kosten, Termine und Ressourcen, im Zentrum der Betrachtung. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Logistik, damit die Ressourcen effizient eingesetzt werden können. Zudem werden die Chancen und Gefahren der Digitalisierung für den Planungs- und Bauprozess besprochen.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0210-00L</b>	<b>Modul 10: Unternehmensführung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Das zehnte und letzte Modul vermittelt das Basiswissen zur Unternehmensführung. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für das Projektteam als Teil eines Unternehmens und können entsprechend agieren. Als Abschluss des Studiengangs werden die Grenzen des Projekts verlassen und es wird der Blick auf die grösseren Zusammenhänge geschult.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Unternehmensführung - Ressourcen, Wertangebot und Auftraggebende - Projektteams als Teil des Unternehmens - Kapazitäts- und Einsatzplanung - Wirtschaftlichkeit				
Inhalt	Das zehnte und letzte Modul vermittelt das Basiswissen zur Unternehmensführung. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für das Projektteam als Teil eines Unternehmens und können entsprechend agieren. Als Abschluss des Studiengangs werden die Grenzen des Projekts verlassen und es wird der Blick auf die grösseren Zusammenhänge geschult.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				

## ►► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0290-00L</b>	<b>Studienarbeit in Gesamtprojektleitung</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>A. Paulus</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				



► Vertiefung in Immobilienstrategien urban-peri-urban

►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0306-00L</b>	<b>Modul 6: Interessen</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Schwerpunkt des sechsten Moduls sind die Interessen der unterschiedlichen Beteiligten. Um die Interessen, die von gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Aspekten beeinflusst sind, zu verstehen, werden diese zunächst analysiert und interpretiert. Ziel ist es, aus der Risikoanalyse geeignete Handlungen zu generieren.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Interesse versus Position - Stakeholder mit ihren Zielen und Zielkonflikten - Wirtschaftliche und kulturelle Verantwortung - Drei-Dimensionen-Modell				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
	Kreatives Denken			gefördert	
	Kritisches Denken			gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>072-0307-00L</b>	<b>Modul 7: Rahmenbedingungen</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Jede operative, strukturelle und soziale Massnahme hat Konsequenzen in der Zukunft. Im siebten Modul liegt der Fokus auf deren Wechselwirkungen während des Lebenszyklus einer Immobilie. Im Detail wird die Zusammenarbeit der Beteiligten betrachtet, um im Bewusstsein der Chancen und Gefahren des Projekts gemeinsame Entscheide treffen zu können.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Steuerung und Management - Leistungsteam - SWOT-Analyse - Konsequenzen von Entscheiden				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
	Kreatives Denken			gefördert	
	Kritisches Denken			gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>072-0308-00L</b>	<b>Modul 8: Erfolgsmethoden</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im achten Modul wird das bisher generierte Wissen anhand von praktischen Beispielen rekapituliert und reflektiert. Ziel ist es, die Erfahrungen anderer aufzunehmen, davon zu lernen und diese auf das eigenen Umfeld nicht nur anzuwenden, sondern auch neu zu interpretieren. Im Zentrum steht der Diskurs über eigene Wertvorstellungen und Haltungen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Kritisches Denken - Analyse, Interpretation und Adaption - Interdisziplinäres Handeln				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
				Kritisches Denken	gefördert
				Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>072-0309-00L</b>	<b>Modul 9: Strategien</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Das vorletzte Modul widmet sich dem Thema der Strategie: Wie kann die gebaute Umwelt entwickelt werden, wer trifft die notwendigen Entscheide und was sind die daraus folgenden Konsequenzen? Im Detail bedeutet dies, mit der Grundlage einer Bestandsaufnahme, Zukunftsbildern des Bestands eine Strategie zu entwickeln. Es gilt, das Ungewisse zu handhaben.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Strategien entwickeln - Szenarien: Zeithorizonte und Konsequenzen - Mikro- und Makroumwelt - Robustheit, Flexibilität und Versicherung - Massnahmenkatalog und Implementierung				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
				Kritisches Denken	gefördert
				Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>072-0310-00L</b>	<b>Modul 10: Kultur</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die gebaute Umwelt braucht Entscheide. Das zehnte Modul widmet sich der Führungskompetenz. Im Mittelpunkt stehen die Teilnehmenden, die ihre neu gewonnenen Fähigkeiten umzusetzen wissen. Sie wollen ihre gebaute Umwelt aktiv mitgestalten, indem sie bewusst und mit Verantwortung Einfluss nehmen. Effektivität bedeutet, die richtigen Dinge zu tun, Effizienz, die Dinge richtig zu tun.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Führung - Selbst- und Sozialkompetenz - Effektivität und Effizienz - Entscheidungsfindung				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
072-0390-00L	<b>Studienarbeit in Immobilienstrategien urban- peri-urban</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben während des Programms ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. In der akademischen Begleitung steht die Wissensvermittlung, die Diskussion und das wissenschaftliche Arbeiten im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
Anpassung und Flexibilität				geprüft	
Kreatives Denken				geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik			geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft	

## ► Vertiefung in Unternehmensführung

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
072-0406-00L	<b>Modul 6: Rechtliche Grundlagen</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange einer Unternehmung betrachtet. Schwerpunkte bilden das Arbeits- und Personalrecht sowie das Obligationenrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Arbeits- und Personalrecht - Öffentliches Beschaffungswesen und Obligationenrecht - Datenschutz				
Inhalt	Im sechsten Modul werden die rechtlichen Belange einer Unternehmung betrachtet. Schwerpunkte bilden das Arbeits- und Personalrecht sowie das Obligationenrecht. In Studien wird das neue Wissen auf das eigene Umfeld angewendet und aufgezeigt, wo mögliche Haftungsrisiken bestehen. Themen wie Versicherungen, Datenschutz und Urheberrecht ergänzen die Lehrinhalte.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				

Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0407-00L</b>	<b>Modul 7: Führung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Führung ist die Gesamtheit der Administration, des Managements und der Lenkung/Steuerung. Dazu benötigt es spezifische Handlungskompetenzen, die im siebten Modul sowohl in der Theorie erklärt als auch in der Praxis getestet werden. Eine Form der Führung ist die Personalführung, deren Unterthemen Veränderung und Konfliktlösung ebenfalls im Fokus des Moduls stehen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Sozio-ökonomische Organisationsverständnis - Führung: Haltung und Handlung - Personalführung - Umgang mit Veränderung - Konfliktlösung				
Inhalt	Führung ist die Gesamtheit der Administration, des Managements und der Lenkung/Steuerung. Dazu benötigt es spezifische Handlungskompetenzen, die im siebten Modul sowohl in der Theorie erklärt als auch in der Praxis getestet werden. Eine Form der Führung ist die Personalführung, deren Unterthemen Veränderung und Konfliktlösung ebenfalls im Fokus des Moduls stehen.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0408-00L</b>	<b>Modul 8: Organisation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im achten Modul wird die Wirkung des Projektmanagements auf die Unternehmensführung erläutert. Im Detail wird darauf eingegangen, inwieweit die Unternehmensführung durch Projekte und Produkte unterschiedlich beeinflusst werden. Anhand einer Fallstudie wird das Projektmanagement und dessen Instrumente aufgezeigt; insbesondere das Projekthandbuch wird als Führungsinstrument verstanden.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Projektmanagement - Tools und Instrumente - Kontrolle und Überwachung				
Inhalt	Im achten Modul wird die Wirkung des Projektmanagements auf die Unternehmensführung erläutert. Im Detail wird darauf eingegangen, inwieweit die Unternehmensführung durch Projekte und Produkte unterschiedlich beeinflusst werden. Anhand einer Fallstudie wird das Projektmanagement und dessen Instrumente aufgezeigt; insbesondere das Projekthandbuch wird als Führungsinstrument verstanden.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0409-00L</b>	<b>Modul 9: Erfolgsmethoden</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die verschiedenen Methoden, Prinzipien, Instrumente etc. der vorherigen Module werden im Neunten rekapituliert und anhand von Beispielen exemplarisch aufgezeigt. Dabei gilt es, die unterschiedlichen Kulturen, Strukturen und Aufgabenverständnisse zu erfassen und auf die eigene Unternehmung zu adaptieren.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Kritisches Denken - Analyse, Interpretation, Adaption, Anwendung				
Inhalt	Die verschiedenen Methoden, Prinzipien, Instrumente etc. der vorherigen Module werden im Neunten rekapituliert und anhand von Beispielen exemplarisch aufgezeigt. Dabei gilt es, die unterschiedlichen Kulturen, Strukturen und Aufgabenverständnisse zu erfassen und auf die eigene Unternehmung zu adaptieren.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>072-0410-00L</b>	<b>Modul 10: Strategie</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Das letzte Modul widmet sich der Unternehmensstrategie. Im Detail bedeutet dies, mit der Grundlage einer Bestandsaufnahme, Zukunftsbilder der eigenen Unternehmung mit unterschiedlichen Umwelten zu entwickeln. Eine Strategie ist auf Flexibilität, Robustheit und Versicherung ausgerichtet und befasst sich sowohl mit dem Wissen als auch dem Ungewissen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Strategie und Zukünfte - Zeithorizonte - Mikro- und Makroumwelt - Gewissheit und Ungewissheit				
Inhalt	Das letzte Modul widmet sich der Unternehmensstrategie. Im Detail bedeutet dies, mit der Grundlage einer Bestandsaufnahme, Zukunftsbilder der eigenen Unternehmung mit unterschiedlichen Umwelten zu entwickeln. Eine Strategie ist auf Flexibilität, Robustheit und Versicherung ausgerichtet und befasst sich sowohl mit dem Wissen als auch dem Ungewissen.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				

## ►► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>072-0490-00L</b>	<b>Studienarbeit in Unternehmensführung</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>6A</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Es gilt, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Umsetzung von Methoden - Wissenschaftliches Arbeiten - Analyse, Interpretation, Auswertung - Lektorat und Korrektorat - Storytelling - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Die Studierenden schreiben ein Essay im Sinn einer Stellungnahme. Dabei müssen sie mindestens eine Forschungsfrage beantworten. Dabei gilt es, mit Methode das erworbene Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Skript Literatur	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar. www.map.arch.ethz.ch/de				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
				Kooperation und Teamarbeit	geprüft
				Kundenorientierung	geprüft
				Menschenführung und Verantwortung	geprüft
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Sensibilität für Vielfalt	geprüft				
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
072-0090-00L	<b>MAS ETH ARC These</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>29D</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Die MAS ETH ARC These ist der Leistungsnachweis der Studierenden. Sie wird während vier Semestern akademisch betreut, indem methodisches Denken, Selbstkritik, Erzählwelt, Erklärwelt und Handlungskompetenz im Vordergrund stehen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Erzählwelt und Erklärwelt - Methoden - Handlungskompetenz - Relevanz und Inhalte				
Inhalt	Die MAS ETH ARC These ist der Leistungsnachweis der Studierenden. Sie wird während vier Semestern akademisch betreut, indem methodisches Denken, Selbstkritik, Erzählwelt, Erklärwelt und Handlungskompetenz im Vordergrund stehen.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				

### MAS in Architecture, Real Estate, Construction - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Denkmalpflege und Konstruktionsgeschichte

## ► Bereich Preservation

*Wird nur im HS angeboten*

## ► Bereich Future Heritage

*Wird nur im HS angeboten*

## ► Weitere Kernfächer und Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>079-0300-00L</b>	<b>Baufaufnahme und Konstruktionsgeschichte</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Holzer</b>
Kurzbeschreibung	Vertiefung der Kenntnisse in der historischen Bauforschung und Konstruktionsgeschichte anhand ausgewählter Bauwerke. In halbtägigen Seminaren finden Vor-Ort-Untersuchungen in Kleingruppen statt, die durch Einführungsveranstaltungen im Hörsaal ergänzt werden.				
Lernziel	Ziel des Seminars ist die Befähigung, die Methoden der historischen Bauforschung anzuwenden. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erlernen vor Ort anhand konkreter Bauwerke das Erfassen, Dokumentieren und das Analysieren historische Bausubstanz, um die Baugeschichte eines Bauwerks zu entschlüsseln. Die erlangten Fähigkeiten und Kenntnisse sind allgemeingültig und auch an anderen Objekten anwendbar.				
Inhalt	Das Seminar bietet den MAS-Teilnehmenden einen analytischen Blick auf historische Bausubstanz. In Kleingruppen untersuchen wir historische Bauwerke im Raum Zürich mit einem Fokus auf historischen Mauerwerks- und Holzkonstruktionen. Im Mittelpunkt steht das Erkennen aller baukonstruktiv und bautechnisch relevanten Details sowie das Analysieren der Befunde und Beobachtungen. Die Gruppen werden individuell vor Ort betreut und angeleitet. Nach einer Einführungsveranstaltung wird eine aktive Teilnahme der Studierenden erwartet und Vorträge gehalten.				
<b>079-0301-00L</b>	<b>Vermittlung in der Denkmalpflege ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	Das Seminar für MAS Studierende baut auf den Inhalten des vorangegangenen Herbstsemesters auf. Dabei konzentriert es sich auf die Vermittlung wissenschaftlicher Ergebnisse in der Denkmalpflege. Es bietet einen Überblick über Methoden der Vermittlung in Architektur und Denkmalpflege und befähigt die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur Kommunikation ihrer Rechercheergebnisse.				
Lernziel	Ziel des Seminars ist es, Methoden der Recherche und der Vermittlung von Objekten der gebauten Umwelt anzuwenden. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden in die Lage versetzt, ein von ihnen ausgewähltes Bauwerk oder eine denkmalpflegerische Themenstellung an eine ausgewählte Zielgruppe zu kommunizieren. Durch die Auseinandersetzung mit einem selbstgewählten Thema können Fragestellungen vertieft und in der Gruppe diskutiert werden.				
Inhalt	Die wissenschaftliche Erarbeitung von Eigenschaften und Besonderheiten eines Bauwerks oder eines denkmalpflegerischen Sachverhalts wird zum Ausgang genommen, innovative Methoden und Schnittstellen der öffentlichen Vermittlung zu untersuchen und anzuwenden. Im Seminar widmen wir uns in einem ersten Teil der Recherche und Analyse. Damit legen wir die Basis für den zweiten Teil, in dem es um die eigenständige Vermittlung eines individuell zu bestimmenden Bauwerks oder Themas geht.				
Literatur	Der Kurs findet im Wechsel mit dem MAS Kurs «Praktische Denkmalpflege» (Dozent Reto Wasser) statt. Eine Literaturliste wird im Kurs zur Verfügung gestellt.				
<b>079-0302-00L</b>	<b>Seminarwoche FS24 ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3S</b>	
Kurzbeschreibung	Studien zur Bauforschung und Konstruktionsgeschichte anhand einer historischen Holzbrücke. Nach einer ganztägigen Einführung in die Themenstellung des Semesters finden Vor-Ort-Untersuchungen an der Brücke bzw. den Brücken statt.				
Lernziel	Die Studienwoche bietet den MAS-Studierenden einen analytischen Blick auf historische Konstruktionen. Die Kenntnisse werden durch u.a. die Methoden der historischen Bauforschung erlangt. Es werden exemplarisch die ursprüngliche Funktionsweise, Erhaltungsstrategien und damit verbundene denkmalpflegerische Fragestellungen aufgezeigt und diskutiert. Begleitend werden Archivrecherchen unternommen.				
Inhalt	Die erlangten Fähigkeiten und Kenntnisse sind allgemeingültig und auch an anderen Objekten anwendbar. Der erste Tag widmet sich den Grundkenntnissen zu den behandelten Bauwerken. Am Vormittag wird es einführende Vorlesungen zu verschiedenen Aspekten des Themas geben. Am Nachmittag wird ein entsprechendes Bauwerk begangen, um die Grundlagen vor Ort eingehend zu vertiefen. Die restliche Woche ist durch selbständige Arbeit der Gruppe gekennzeichnet. Es wird dabei ein Systemaufmass einer Brücke erstellt. Das Ziel ist die exakte Darstellung der vorgefundenen Konstruktionen und deren Funktionsweisen. Begleitend werden durch den Dozenten kurze Einheiten zu weitergehenden Methoden der Bauaufnahme und Bauforschung vor Ort durchgeführt. Neben der Arbeit vor Ort wird sich die Gruppe mit den archivalischen Quellen zum Bauwerk beschäftigen. Am Ende entsteht ein Dossier mit den erarbeiteten Plänen und einem historischen Abriss, gegründet auf die Archivalien, der behandelten Brücke.				
Skript	Es werden eine detaillierte Aufgabenstellung und ein Skript zur Thematik bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Belegung der Lehrveranstaltung ist der Zielgruppe (MAS) vorbehalten.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	geprüft	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
		Verhandlung	geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

<b>079-0350-00L</b>	<b>Praktische Denkmalpflege</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Belegung nur nach Rücksprache mit der Professur.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	Im Fokus des Seminars für MAS Studierende liegt die Auseinandersetzung mit dem Thema der Bauberatung seitens der Denkmalpflege. Anhand konkreter Beispiele sollen denkmalpflegerische Positionen mit Gästen aus der Praxis diskutiert werden. Inhaltlich baut das Seminar auf den Vorkenntnissen aus dem vorhergehenden Herbstsemester auf.				
Lernziel	Ziel des Seminars ist die praktische Anwendung des im vorhergehenden Semester erlangten Wissens zur Denkmaltheorie als auch zur Arbeitsweise der Denkmalpflege, aus der Perspektive der architektonischen Praxis. Es wird im Kontext einer konkreten Aufgabenstellung die Entwicklung und Vermittlung einer denkmalpflegerischen Position geübt.				
Inhalt	Das Seminar beinhaltet vor Orttermine, den Einbezug von Gästen aus dem Bereich der denkmalpflegerischen Praxis (Denkmalpfleger:innen, Architekt:innen und Restaurator:innen), sowie eine praxisnahe Aufgabenstellung an einem gebauten Objekt. Mittels individueller Recherche und regelmässigem Austausch mit den Seminarteilnehmer:innen, als auch Diskussionen mit den eingeladenen Gästen, werden die für die Aufgabe notwendigen Inhalte für eine schriftliche und gestalterische Umsetzung erarbeitet.  Der Kurs findet im Wechsel zur MAS Lehrveranstaltung «Vermitteln» (Dozentin Dr. Regine Hess) statt.				

<b>052-0918-24L</b>	<b>Methoden der Bauforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Name des Fachs vor HS22: Umbaugeschichte.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Holzer</b>
Kurzbeschreibung	Jeder Eingriff in die historische Bausubstanz setzt ein umfassendes Verständnis des Objekts mit einer genauen Erfassung des Bestands voraus. Die Grundlage dafür liefert die historische Bauforschung, mit deren Methoden der vorgefundene Zustand dokumentiert und analysiert wird.				
Lernziel	Für die historische Bauforschung ist das Bauwerk selbst die Primärquelle. Es wird eine möglichst lückenlose Erkenntnis der Baugeschichte angestrebt. Ziel des Wahlfachs ist das Erlernen der Methoden der historischen Bauforschung.				
Inhalt	Das Wahlfach vermittelt die Methoden der historischen Bauforschung.  Die Vorlesung geht anhand von Beispielen aus der aktuellen Forschung des Institutes vor und erläutert die Themenbereiche Erfassen - Messen - Dokumentieren - Interpretieren - Bewerten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		

<b>063-0902-00L</b>	<b>Historische Konstruktionen</b> <i>Dieses Kernfach ("00L" am Ende) kann nur einmal belegt werden. Bitte vor Belegung prüfen.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Holzer</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung behandelt historische Konstruktionen, deren Bauprozesse deren Tragverhalten, jährlich wechselnd an verschiedenen Beispielen.				
Lernziel	Die Teilnehmer lernen exemplarisch an Beispielen die Analyse historischer Strukturen. Sie können historische Bauwerke hinsichtlich ihrer konstruktiven Details, ihrer herstellungstechnisch bedingten Eigenarten und ihres prinzipiellen Tragverhaltens einordnen.				
Inhalt	Die Vorlesung behandelt im FS 2024 Holzkonstruktionen von der Antike bis ins 20. Jh.				
Skript	Keines, jedoch werden zu einzelnen Themenvorlesungen Aufsätze und Materialien verteilt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

### ► Weitere Vertiefungsfächer und Kooperationen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0914-24L</b>	<b>Denkmalpflege: Thema</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>ITA Pool Informationsveranstaltung über die angebotenen Kurse: x.x.24 xx-xx h, ONLINE (Link folgt).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Langenberg</b>

Kurzbeschreibung	Im Rahmen des Wahlfaches werden aktuelle und historische Praxen und Theorien der Denkmalpflege diskutiert. Unter dem Titel «High-Tech» liegt der Fokus im Frühjahrssemester 2022 auf einem bestimmten Teilbestand der Architektur der 1970er und 1980er Jahre, dessen Eigenschaften und den Herausforderungen, die mit dem Erhalt solcher Objekte verbunden sind.		
Lernziel	Im Rahmen des Wahlfaches werden Herausforderungen, aber auch Chancen, die mit der Erhaltung von Bauten der High-Tech Bewegung verbunden sind, diskutiert und untersucht. Die Objekte werden von den Studierenden sowohl auf gestalterischer als auch auf konstruktiver Ebene erfasst und dokumentiert. Als Ergänzung zur Literaturrecherche werden Planungsunterlagen und Baustellenfotos ausgewertet; spezifische High-Tech-Baudetails werden am Objekt selbst untersucht. Weiterhin sollen Erhaltungsstrategien entwickelt werden, die die heutigen sozialen, technologischen und ökologischen Parameter berücksichtigen.		
Inhalt	Aufgabe der Denkmalpflege ist die Inventarisierung und Erhaltung von Schutzobjekten. Dabei sieht sie sich mit verschiedensten konstruktiven als auch sozialen Herausforderungen und Fragestellungen konfrontiert, wie beispielsweise Alterung und Verfall, Wunsch nach Ausbau, Verdichtung oder Nutzungsänderung, veränderten klimatischen Bedingungen und Anforderungen, Aneignung und Ablehnung von Objekten und Beständen, etc. Im Frühjahrssemester 2022 widmen wir uns im Rahmen des Wahlfachs unter dem Titel «High-Tech» einem bestimmten Teilbestand der Architektur der 1970er und 1980er Jahre. Ausgehend von England und Frankreich finden sich auch in der Schweiz verschiedene Beispiele. Diese ausdrucksvollen Bauten zeichnen sich durch experimentelle Konstruktionen, innovative Sonderlösungen sowie den Einsatz industriell vorgefertigter Bauteile aus. Aufgrund des im Vergleich mit der Gesamt-Lebensdauer eines Gebäudes schnellen Veraltens technischer Innovationen und dem daraus folgenden Ersatz, stellt sich die Frage nach einer ganzheitlichen und angemessenen Erhaltung der High-Tech Bauten.		
Literatur	Banham, R; J. Partridge: «Pompidou cannot be perceived as anything but a monument» In Architectural Review, 1977.  Buchanan, P.: «High-Tech: another British thoroughbred» In The Architectural Review, July 1983.  Buchanan, P.: «Renzo Piano: Poet of Technology.» In Archit. Design, 2015 Vol. 85: S. 88-93.  Davies, C.: High Tech Architecture. (New York: Rizzoli, 1988).  Kähler, G.: Zweck oder Selbstzweck? Kritische Anmerkungen zur High-Tech-Architektur. In Werk, Bauen + Wohnen, Nr. 5/1987, S. 14-17.  Langenberg, S.: «Zur Erhaltung des nicht Haltbaren» In: Birgit Franz, Ingrid Scheuermann (Eds.): Das Digitale und die Denkmalpflege. Weimar 2017, S. 48–55.  Macdonald, A.: High Tech Architecture. A Style Reconsidered. (Wiltshire: Crowood Press Ltd, 2019).  Stalder, L.: «What Happens to Architecture?», in: Florian Hertweck (ed.): Positions on Emancipation. Architecture between Aesthetics and Politics, Baden: Lars Müller Publishers / University of Luxembourg, 2017, p. 214–229.		
Voraussetzungen / Besonderes	keine		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>061-0124-24L</b>	<b>Landschaften und Gärten als kulturelles Erbe. Erforschen, Bewahren, Entwickeln ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Richter</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung vermittelt Kenntnisse dazu, wie Landschaften und Gärten als kulturelles Erbe bewahrt sowie in Entwurf und Planung angemessen berücksichtigt werden können.				
Lernziel	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu Gegenstandsbereich, Zielen, Begriffen, Institutionen und gesetzlichen Grundlagen der Gartendenkmalpflege. Sie lernen aktuelle Problemstellungen sowie Methoden zur Erforschung, Bewahrung und Entwicklung von historisch bedeutsamen Freiräumen und Kulturlandschaften kennen. Ziel ist es, ein Verständnis für die Berücksichtigung von wertvollen Strukturen und Beständen der Landschaftsarchitektur im Entwurfs- und Planungsprozess zu entwickeln.				
Inhalt	Zeugnisse der Landschaftsarchitektur wie Parks, Gärten, Plätze und Alleen sind einem ständigen Wandel unterworfen. Da sie vornehmlich aus Pflanzen bestehen, sind sie im Vergleich zu Bauwerken besonders fragil. Ähnlich einem Pergament, von dem der Text immer wieder abgeschabt und überschrieben wird, können Gartenkunstwerke vielschichtige Bedeutungsträger sein. Ästhetische Paradigmen, gesellschaftliche Bedingungen, Wertvorstellungen, das Verständnis für Raum und Zeit oder die Vorliebe für bestimmte Pflanzenarten schreiben sich in sie ein.  Die Lehrveranstaltung führt in den Gegenstandsbereich, die Ziele, Begriffe, Institutionen und gesetzlichen Grundlagen der Gartendenkmalpflege ein. Anhand von Beispielen werden aktuelle Problemstellungen erörtert sowie Methoden zur Erforschung, Bewahrung und Entwicklung von historisch bedeutsamen Freiräumen und Kulturlandschaften vermittelt. Nach der Erarbeitung einer theoretischen Basis erforschen die Studierenden im Praxisteil des Kurses selbständig einen Park, Garten oder Platz. Sie lernen die verschiedenen Schichten eines Ortes zu lesen, seine Geschichte aufzudecken und seinen Wert in Hinblick auf die künftige Entwicklung darzustellen. Die Erkenntnisse dieser Spurensuche werden textlich, zeichnerisch und fotografisch dokumentiert und in einem Gutachten zusammengefasst.  Der Kurs bietet eine Plattform für den fachübergreifenden Austausch zwischen Studierenden des MSc in Landschaftsarchitektur und des MSc in Architektur. Gastbeiträge eröffnen einen Rahmen für den vertieften Diskurs.				



Skript	Unterrichtsmaterialien werden im Kurs zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Die Unterrichtsmaterialien enthalten eine Literaturliste.		
Voraussetzungen / Besonderes	Exkursion (obligatorisch): Samstag, 04. Mai 2024, ganztags		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft	
	Kommunikation	geprüft	
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	

<b>079-0352-00L</b>	<b>Vertiefungswoche</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	Anhand gemeinsamer Leseseminare, Besichtigungen und Vorträge werden aktuelle Themen und Begriffe der Denkmalpflege in der Gruppe diskutiert.				
Lernziel	Die Studierenden vertiefen konkrete Fragestellungen und diskutieren sie in der Gruppe und mit Expert:innen				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefordert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefordert		
		Entscheidungsfindung	gefordert		
		Problemlösung	gefordert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefordert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefordert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefordert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefordert		
		Verhandlung	gefordert		
		Anpassung und Flexibilität	gefordert		
Kreatives Denken		gefordert			
		Kritisches Denken	gefordert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefordert		

### ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>052-0902-00L</b>	<b>Baugeschichte II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Holzer</b>
Kurzbeschreibung	Baugeschichte von der Gotik bis 1914				
Lernziel	Studierende kennen die Grundzüge der Baugeschichte 1130-1914				
Inhalt	Baugeschichte II behandelt:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gotik</li> <li>- Renaissance</li> <li>- Barock und Klassizismus</li> <li>- Historismus und Stilpluralismus</li> </ul>				
	<p>Wir behandeln den grossen technischen und architektonischen Umbruch zwischen 1130 und 1194, der zur Entstehung der "Gotik", des einzigen grossen Gegenentwurfes zur klassischen Architektur, geführt hat. Sodann betrachten wir die Ausbreitung der Gotik im 13. und 14., ausgehend von den grossen französischen Kathedralen, aber auch unter Berücksichtigung der umliegenden Länder und der "reduzierten Gotik" der Bettelorden und Stadtpfarrkirchen. Sodann wenden wir uns der nächsten grossen Aufbruchzeit zu, dem "langen 15. Jahrhundert" (etwa 1380-1520). Nördlich der Alpen entstand damals die spätgotische Architektur, eine ganz neue Umdeutung der gotischen Prinzipien, während sich in Italien die Frührenaissance etablierte. Beide sind durch intensiven Wissenstransfer und gemeinsame technische Innovationen verbunden. Die Renaissance konnte ab dem 16. Jahrhundert weite Teile Europas erobern, wenngleich die "Hochrenaissance" im engeren Sinne auf Italien beschränkt blieb und dort ihr Hauptwerk, den Kuppelbau des Petersdoms in Rom, hinterlassen hat. Ebenfalls von Rom ging die Barockarchitektur aus, die nur wenige technische Neuerungen, dafür aber eine Perfektion der Kuppelarchitektur mit sich brachte. Neben dem 17. Jahrhundert in Rom - der Hauptstadt des Barocks schlechthin - wird der Blick auch auf Frankreich und auf die Spätbarock- und Rokokoarchitektur in den deutschsprachigen Ländern (Österreich, Deutschland, Schweiz) gelenkt. Nach einer kurzen Studie der streng (neo-)klassisch ausgerichteten Architektur vor allem in Frankreich im späten 17. und im 18. Jahrhundert schliesst die Vorlesung mit der Architektur des 19. Jahrhunderts ab, die vor allem unter dem Vorzeichen der Ausbreitung der Baumaterialien Eisen und Beton betrachtet wird. Einen Meilenstein bezeichnet hier das Jahr 1850, in dem sowohl Henri Labroustes Bibliothèque Sainte-Geneviève in Paris als auch die Britannia Bridge zwischen dem englischen Festland und der Insel Anglesey fertig geworden sind.</p>				
Skript	Die Vorlesungsfolien stehen zum Download bereit. Vorlesungsaufzeichnungen werden bereitgestellt. Lernskript				
Literatur	see lecture notes				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>052-0706-00L</b>	<b>Landschaftsarchitektur II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bucher</b>
Kurzbeschreibung	Seit der Jahrtausendwende prägen Themen und Kontexte wie Klimawandel, Migration, Digitalisierung etc. die Naturgestaltung. Die Vorlesungen befassen sich mit Schlüsselthemen und Kontexten der Landschaftsarchitektur im 21. Jahrhundert sowie mit deren transdisziplinären Ansätzen.				
Lernziel	Überblick über gegenwärtige und kommende Aufgabenfelder der Landschaftsarchitektur. Kritische Reflexion zeitgenössischer Entwurfspraxis und Vermittlung von Ansätzen eines neuen Zugangs zur Gestaltung von Landschaft.				
Inhalt	Die Vorlesungsreihe "Theorie und Entwurf der zeitgenössischen Landschaftsarchitektur"(Landschaftsarchitektur II) schliesst an die Vorlesung "Geschichte und Theorie der Gartenkunst und Landschaftsarchitektur" (Landschaftsarchitektur I) an. Sie konzentriert sich nicht nur auf stilistische Fragen der Landschaftsarchitektur, sondern auch auf anstehende Aufgaben wie Revitalisierung von Landschaften, Nachhaltigkeit etc. Vorgestellt werden Gestaltungsansätze, die sich kritisch mit überkommenen Naturbildern auseinandersetzen. Die Themenfelder Ort, Boden, Wasser und Vegetation bieten dabei praktisches Anschauungsmaterial für den landschaftsarchitektonischen Entwurf.				
Skript	Kein Skript. Handout und prüfungsrelevante Literatur werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Für die Prüfung wird eine Literaturliste zusammengestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Allgemeine Hinweise zur Prüfung:  Bachelorstudierende: Als Grundlage für die Prüfungsvorbereitung dienen das in der Vorlesung vermittelte Wissen und die prüfungsrelevante Literatur, die der Lehrstuhl zur Verfügung stellt. Die Vorlesung ist als Jahreskurs angelegt. Da in der schriftlichen Sessionsprüfung Kenntnisse aus den beiden Vorlesungsreihen Landschaftsarchitektur I und II überprüft werden, wird unbedingt angeraten, die Vorlesung über zwei Semester zu besuchen. Kurz vor Semesterende werden die Prüfungsthemen bekannt gegeben. Die Professur stellt zu den Prüfungsthemen Texte als pdf zum Download zur Verfügung. Diese dienen dem vertieften Verständnis der Vorlesung.  Mobilitätsstudierende oder Studierende anderer Departemente: Studierende, welche die Vorlesung nur über ein Semester besuchen, schliessen die Vorlesung mit einer mündlichen Semesterendprüfung ab. Auch hier stellt die Professur prüfungsrelevante Literatur als Download zur Verfügung. Die Studierenden werden gebeten, sich vorab per Email bei der Professur zu melden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>079-0900-00L</b>	<b>Masterarbeit MAS ETH</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>23D</b>	<b>S. Langenberg</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen der Masterarbeit setzen sich die Studierenden eigenständig mit einem selbstgewählten Forschungsthema auseinander. Die Masterarbeit dient der Erarbeitung eines selbstgewählten Forschungsthemas. Durch Abgabe der MAS-Arbeit belegen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, ein Thema wissenschaftlich zu bearbeiten und durch den Umgang mit relevanter Fachliteratur Sachverhalte eigenständig und kritisch zu reflektieren. Der Umfang ihrer wissenschaftlichen Auseinandersetzung in einer schriftlichen Arbeit beträgt 90'000 bis 130'000 Zeichen.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Wahl ihrer Themen frei, nehmen dabei aber auf die drei vorangegangenen Semester und deren Inhalte Bezug.				
Inhalt					

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

#### MAS in Denkmalpflege und Konstruktionsgeschichte - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Digital Clinical Research

## ► Pflichtmodule

### ►► Modul Modern Concepts in Clinical Research

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>395-0104-00L</b>	<b>Digital Measures</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Goldhahn, I. Clay</b>
Kurzbeschreibung	Participants will learn all necessary steps to establish new digital measures for their own clinical research. They will get a comprehensive understanding of this new emerging field, will discuss the newest guidelines with authors from international societies, will have a chance to interact with digital pioneers, and will be enabled to develop a concept for their individual digital measure.				
Lernziel	The course enables participants to... <ol style="list-style-type: none"> <li>1. describe why new methods are needed to generate evidence.</li> <li>2. describe how new (digital) methods for generating evidence are established.</li> <li>3. explain how the concept of patient-centredness is applied in the development of new methods for evidence generation.</li> <li>4. analyse sources of bias in basic research.</li> <li>5. analyse the conditions for the development and validation of new evidence generation tools.</li> <li>6. understand the framework for the development of new methods for evidence generation and to analyse the advantages and disadvantages of different approaches.</li> <li>7. develop their own concept for a new digital measure.</li> </ol>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>395-0105-00L</b>	<b>Remote Monitoring</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Eckstein, C. Gugl, C. Menon, V. Mitropoulos</b>
Kurzbeschreibung	Participants will learn the essentials of remote monitoring in clinical trials. This includes key technology, selection of devices, integration into trials, and subsequent data management. Concepts and devices will be presented, and participants will have the chance to learn about challenges with hands-on workshops and direct interactions with experts.				
Lernziel	The course enables participants to... <ol style="list-style-type: none"> <li>1. describe the principles of remote monitoring</li> <li>2. understand essential concepts of sensor integration into clinical trials</li> <li>3. explain the opportunities and risks of the implementation of mobile sensor data in research and clinical routine</li> <li>3. explain the management, processing, and storage of electronic data</li> <li>4. set-up a data management plan</li> <li>5. scout and assess different technologies for particular research interests</li> <li>6. understand the requirements, challenges and opportunities associated with guiding/educating patients to use and comply with remote monitoring</li> <li>7. outline the potential and limitations of closed feedback loops between patients and physicians based on remote monitoring for therapy decision support (for example titration, diagnostics, remote intervention etc.)</li> </ol>				
<b>395-0106-00L</b>	<b>Digital Study Design</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. Goldhahn, K. Ormond, V. Voelter</b>
Kurzbeschreibung	Digital health technology enables new study designs, including better evidence generation for value-based health care. This module focuses on the preparation of a study synopsis incorporating a digital technology and/or modern study concept. It tackles healthcare ecosystem complexity challenges and how modern trial designs and multistakeholder engagement can mitigate some of these challenges.				
Lernziel	Participants will be able <ol style="list-style-type: none"> <li>1. to understand the added value of value-based health care</li> <li>2. to apply the concepts of outcomes-based research and broad stakeholder value to increase the potential impact of the product studied in their clinical trial for the end user</li> <li>3. to create their own negotiation framework to ensure they bring in all stakeholders' perspective along the value chain for their clinical trial: patient, provider, pharma/MedTech, payer, policy</li> <li>4. to explain all components of a clinical trial using DHT</li> <li>5. to apply the CAS knowledge to design their individual digital clinical study</li> </ol>				
Inhalt	In this module, students will focus on different aspects of digital clinical trial design, e.g. on study designs for different research purposes, on gamification in healthcare, and on ethics of data. We are also addressing the challenges of ecosystem complexity, cost and product attrition onto the product lifecycle. We are discussing how modern clinical trial designs can mitigate some of these challenges by ensuring that sustainable value is created for all actors: not only the manufacturer and the patient, but also providers, regulators and payers. Students will learn about negotiation strategies and apply the principles of value-based health care. At the end of the module, students will discuss how DHT and/or modern study designs can be applied to their individual digital clinical trial idea.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Soziale Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Modul Digital Health

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
375-0001-00L	<b>Introduction to Digital Health</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>T. Kowatsch, F. von Wangenheim</b>
Kurzbeschreibung	Today, we face the challenge of chronic conditions. Personal coaching approaches are neither scalable nor financially sustainable. The question arises, therefore, to which degree Digital Health Interventions (DHIs) are appropriate to address this challenge. In this lecture, students will learn about the need for, as well as the design, implementation, and assessment of DHIs.				
Lernziel	At the intersection of information systems research, computer science, behavioural medicine, and health economics, this CAS module has the objective of helping participants better understand the relevance and key characteristics of DHIs.				
Inhalt	After the course, students will be able to:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the relevance of DHIs for the prevention and management non-communicable diseases (NCDs)</li> <li>2. understand key characteristics of digital health interventions (e.g., states of vulnerability and receptivity, digital biomarker, health care chatbots and voice assistants)</li> <li>3. understand digital health business models.</li> </ol>				
Literatur	The first module of the CAS in Digital Health provides an overview of the global epidemic of non-communicable disease (NCDs). Digital Health interventions (DHIs) are introduced as one approach of offering better support and treatment to people affected by NCDs. How can DHIs be leveraged in healthcare and in private capacity? To this end, the most important business models for DHIs are analyzed.				
	The topics are:				
Voraussetzungen / Besonderes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The health and economic burden of NCDs</li> <li>2. Key characteristics of of DHIs</li> <li>3. Business models for DHIs</li> </ol>				
	This CAS module consists of live sessions and complementary online lessons. Live input sessions are used to introduce and discuss the course topics. Complementary learning material (e.g., video and audio clips), multiple-choice questions and individual exercises are provided online to deepen the knowledge acquired in the input sessions.				
Literatur	1. Castro, O., Mair, J. L., ... Kowatsch, T. (2023). Development of "LvL UP 1.0": a smartphone-based, conversational agent-delivered holistic lifestyle intervention for the prevention of non-communicable diseases and common mental disorders. <i>Frontiers in Digital Health</i> , 5, 10.3389/fgdh.2023.1039171				
	2. Collins, L. M. (2018). Optimization of Behavioral, Biobehavioral, and Biomedical Interventions: The Multiphase Optimization Strategy (MOST). Springer. 10.1007/978-3-319-72206-1				
	3. Gilbert, S., Harvey, H., Melvin, T. et al. (2023). Large language model AI chatbots require approval as medical devices. <i>Nature Medicine</i> . 10.1038/s41591-023-02412-6				
	4. Jacobson, N., Kowatsch, T., & Marsch, L. (Eds.). (2023). <i>Digital Therapeutics for Mental Health and Addiction: The State of the Science and Vision for the Future</i> (1st ed.). Elsevier, Academic Press. 10.1016/C2020-0-02801-X.				
	5. Kowatsch, T., Otto, L., Harperink, S. et al. (2019). A design and evaluation framework for digital health interventions. <i>it – Information Technology</i> , 61(5-6), 253-263. 10.1515/itit-2019-0019				
	6. Kowatsch, T., & Fleisch, E. (2021). Digital Health Interventions. In O. Gassmann & F. Ferrandina (Eds.), <i>Connected Business: Create Value in a Networked Economy</i> (pp. 71-95). Springer International Publishing. 10.1007/978-3-030-76897-3_4				
	7. Kowatsch, T., Schachner, T., Harperink, S. et al. (2021). Conversational Agents as Mediating Social Actors in Chronic Disease Management Involving Healthcare Professionals, Patients, and Family Members: Intervention Design and Results from a Multi-site, Single-arm Feasibility Study. <i>J Med Internet Res</i> , 23(2). 10.2196/25060				
	8. Kowatsch, T., Lohse, K.-M., Erb, V. et al. (2021). Hybrid Ubiquitous Coaching With a Novel Combination of Mobile and Holographic Conversational Agents Targeting Adherence to Home Exercises: Four Design and Evaluation Studies. <i>Journal of Medical Internet Research (JMIR)</i> , 23(2). 10.2196/23612				
	9. Mishra, V., Künzler, F., Kramer, J.-N., Fleisch, E., Kowatsch, T., & Kotz, D. (2021). Detecting Receptivity for mHealth Interventions in the Natural Environment. <i>Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.</i> , 5(2), Article 74. 10.1145/3463492				
	10. Nahum-Shani, I., Smith, S. N., Spring, B. J. et al. (2018). Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. <i>Ann Behav Med</i> , 52(6), 446-462. 10.1007/s12160-016-9830-8				
	11. Sim, I. (2019). Mobile Devices and Health. <i>N Engl J Med</i> , 381(10), 956-968. 10.1056/NEJMr1806949				
	12. Wang, C., Lee, C., & Shin, H. (2023). Digital therapeutics from bench to bedside. <i>npj Digital Medicine</i> , 6(1), 38. 10.1038/s41746-023-00777-z				
Voraussetzungen / Besonderes	1. A completed Master-level degree in a relevant field such as social sciences, medicine, economics, or technological sciences.				
	2. At least two years of postgraduate work experience in a relevant field.				
	3. Advanced English language skills.				
	4. The ability to understand and discuss scientific publications.				
	5. Willingness and ability to cover the programme fees and additional costs.				
	6. Ability to travel to the on-site seminar hotel retreats in Switzerland *				
	7. Access to a computer with a large (external) display (15" or larger recommended) and Internet access that allows video and audio streaming (for online sessions).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>375-0002-00L</b>	<b>Assessing Digital Health Interventions (Group Project 1)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>1G</b>	<b>T. Kowatsch</b>
Kurzbeschreibung	Chronic diseases require an intervention paradigm that focuses on prevention and lifestyle change. Against this background, the question arises of how digital health interventions (DHIs) can allow medical doctors and other caregivers to scale and tailor long-term treatments to individuals in need at sustainable costs.				
Lernziel	At the intersection of information systems research, computer science, behavioural medicine, and health economics, this lecture has the objective to help students and upcoming healthcare executives interested in the multi-disciplinary field of digital health to better understand the design and assessment of DHIs.				
Inhalt	The lecture is structured in two parts and follows the concept of a hybrid treatment. In the second part of this course, participants work in teams and will use their knowledge from the first part of the lecture to critically assess DHIs, identify unmet needs and propose a DHI alongside a business model. Each team will then present and discuss their findings with their fellow students who will provide peer reviews.				
	After the course, students will be able to... 1. know design and assessment frameworks for DHIs 2. assess DHIs 3. discuss the advantages and disadvantages of DHIs 4. propose a DHI incl. business model that addresses an unmet need of existing DHIs				
	The second module of the CAS in Digital Health gives participants an in-depth understanding of the design process for Digital Health interventions (DHIs). How can we ensure that DHIs are effective and tailored to specific needs? The module reviews DHI frameworks and looks at the distinct stages of the research-development cycle.				
Literatur	The topics are: 1. Overview of design and assessment frameworks 2. Preparation of DHIs 3. Optimization of DHIs 4. Evaluation of DHIs				
	The lecture is structured in two parts and follows the concept of a hybrid treatment consisting of live sessions and complementary online lessons. In the first part, participants will learn and discuss the learning topics. Complementary learning material (e.g., video and audio clips), multiple-choice questions and exercises are provided online.				
	In the second part, participants work in teams and will use their knowledge from the first part of the lecture to critically assess DHIs, identify unmet needs and propose a DHI incl. a business model that addresses the unmet need. Each team will then present and discuss their findings with their fellow students who will provide peer reviews. Additional online coaching sessions are offered to support the teams with the preparation of their presentations.				
Voraussetzungen / Besonderes	1. Castro, O., Mair, J. L., ... Kowatsch, T. (2023). Development of "LvL UP 1.0": a smartphone-based, conversational agent-delivered holistic lifestyle intervention for the prevention of non-communicable diseases and common mental disorders. <i>Frontiers in Digital Health</i> , 5, 10.3389/fdgh.2023.1039171				
	2. Collins, L. M. (2018). <i>Optimization of Behavioral, Biobehavioral, and Biomedical Interventions: The Multiphase Optimization Strategy (MOST)</i> . Springer. 10.1007/978-3-319-72206-1				
	3. Gilbert, S., Harvey, H., Melvin, T. et al. (2023). Large language model AI chatbots require approval as medical devices. <i>Nature Medicine</i> . 10.1038/s41591-023-02412-6				
	4. Jacobson, N., Kowatsch, T., & Marsch, L. (Eds.). (2023). <i>Digital Therapeutics for Mental Health and Addiction: The State of the Science and Vision for the Future</i> (1st ed.). Elsevier, Academic Press. 10.1016/C2020-0-02801-X.				
	5. Kowatsch, T., Otto, L., Harperink, S. et al. (2019). A design and evaluation framework for digital health interventions. <i>it – Information Technology</i> , 61(5-6), 253-263. 10.1515/itit-2019-0019				
	6. Kowatsch, T., & Fleisch, E. (2021). Digital Health Interventions. In O. Gassmann & F. Ferrandina (Eds.), <i>Connected Business: Create Value in a Networked Economy</i> (pp. 71-95). Springer International Publishing. 10.1007/978-3-030-76897-3_4				
	7. Kowatsch, T., Schachner, T., Harperink, S. et al. (2021). Conversational Agents as Mediating Social Actors in Chronic Disease Management Involving Healthcare Professionals, Patients, and Family Members: Intervention Design and Results from a Multi-site, Single-arm Feasibility Study. <i>J Med Internet Res</i> , 23(2). 10.2196/25060				
	8. Kowatsch, T., Lohse, K.-M., Erb, V. et al. (2021). Hybrid Ubiquitous Coaching With a Novel Combination of Mobile and Holographic Conversational Agents Targeting Adherence to Home Exercises: Four Design and Evaluation Studies. <i>Journal of Medical Internet Research (JMIR)</i> , 23(2). 10.2196/23612				
	9. Mishra, V., Künzler, F., Kramer, J.-N., Fleisch, E., Kowatsch, T., & Kotz, D. (2021). Detecting Receptivity for mHealth Interventions in the Natural Environment. <i>Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.</i> , 5(2), Article 74. 10.1145/3463492				
	10. Nahum-Shani, I., Smith, S. N., Spring, B. J. et al. (2018). Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. <i>Ann Behav Med</i> , 52(6), 446-462. 10.1007/s12160-016-9830-8				
	11. Sim, I. (2019). Mobile Devices and Health. <i>N Engl J Med</i> , 381(10), 956-968. 10.1056/NEJMr1806949				
	12. Wang, C., Lee, C., & Shin, H. (2023). Digital therapeutics from bench to bedside. <i>npj Digital Medicine</i> , 6(1), 38. 10.1038/s41746-023-00777-z				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
	Verhandlung	gefördert	
	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

## ► Wahlpflichtmodule

### ►► Modul Regulatory Thinking

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>395-0203-00L</b>	<b>Production / GMP</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Nägeli</b>
Kurzbeschreibung	Die Kursteilnehmer werden in die GMP-Grundlagen eingeführt, welche zum Produktionsumfeld von Pharmaprodukten gehören. Die zugehörigen Prozesse des benötigten Qualitätsmanagementsystems werden erläutert und mit Beispielen untermauert. Die Teilnehmer wenden ihr Wissen in verschiedenen Szenarien an.				
Lernziel	Teilnehmer <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen wo man sich über die GMP Anforderungen informieren kann</li> <li>• kennen die Hauptprozesse eines GMP Qualitätsmanagementsystems</li> <li>• können risikobasiert Anforderungen an Gerätschaften oder Reinräume identifizieren</li> <li>• können Projektpläne bis «first in man» interpretieren</li> <li>• kennen die Aufwände, wenn man die Herstellung extern vergibt</li> <li>• verstehen die Abläufe bis eine analytisches Resultat feststeht</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die GMP Welt – alles im Internet verfügbar, wer blickt da noch durch</li> <li>• GMP taugliches Qualitätsmanagementsystem – die Hauptprozesse leichtgemacht</li> <li>• Gerätschaften, Reinräume und Medien – Risikobasiertes Abwägen was benötigt wird</li> <li>• Herstellprozesse bis zum Ende gedacht</li> <li>• Ausgelagerte Herstellung – ich will nichts selber machen, geht das?</li> <li>• Qualitätskontrolle und Freigabe – wie «testing into compliance» verhindert wird</li> </ul>				
<b>395-0205-00L</b>	<b>Development Process: Clinical</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Goldhahn, M. Kalousek, I. Schauwecker</b>
Kurzbeschreibung	Participants will be introduced into clinical development of medicinal products including diagnostics, medical devices, and drugs. They will learn how to develop a clinical strategy based on key characteristics of the product under development. Key considerations for supporting studies, endpoint development, and safety strategy will be discussed and applied.				
Lernziel	Participants <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the challenges to define a clinical development strategy</li> <li>- know the main elements of a clinical development plan</li> <li>- identify the necessary steps and stakeholders</li> <li>- generate a clinical development plan based on various cases</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• clinical strategies</li> <li>• GCP aspects in clinical studies</li> <li>• Patients as partners in development</li> <li>• Clinical development plan and Ph I-IV</li> <li>• Exploratory studies to support product development</li> <li>• preparation of a clinical development plan</li> <li>• Symposium Clinical strategy</li> </ul>				
<b>395-0206-00L</b>	<b>Approval Post Market Activities</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Voelter, D. Schaffarczyk</b>
Kurzbeschreibung	Wir untersuchen Zulassungsanforderungen und PMS-Strategien für SaMD, MD, IVD, ATMPs und Pharma und konzentrieren uns auf Sicherheit, Leistung und biologische/chemische Komplexität. Wir diskutieren Kostenerstattung, regulatorische Zulassungs- und Marktzugangsstrategien, einschließlich wirtschaftlicher Aspekte im Produktlebenszyklus.				
Lernziel	RegulatoryThinking <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassungsprozess von Gesundheitsprodukten steuern.</li> <li>• Synthese von Gemeinsamkeiten und Unterschieden in den regulatorischen Anforderungen verschiedener Produkttypen.</li> </ul>				
	Zulassungs-Prozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wesentliche Schritte für die Zulassung vor der Markteinführung skizzieren, einschließlich der klinischen Bewertung und Prüfung.</li> <li>• Formulierung von Strategien für effektive Zulassungsanträge und Interaktionen mit den Behörden.</li> </ul>				
	Überwachung nach dem Inverkehrbringen (Post-Market Surveillance, PMS) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines Prozesses für die laufende Überwachung und Berichterstattung über Produktsicherheit und -wirksamkeit.</li> <li>• Vorbereitung auf die Meldung von unerwünschten Ereignissen, Rückrufe und klinische Nachuntersuchungen nach der Markteinführung.</li> </ul>				
	Erstattungsstrategien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfung von Erstattungsstrategien mit Überlegungen zur behördlichen Genehmigung und zum Marktzugang.</li> <li>• Vergleich verschiedener Preisgestaltungs- und Erstattungsmodelle / Verständnis für deren Einfluss auf den Produkterfolg.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Überblick über den regulatorischen Rahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SaMD, MD, und IVD: Fokus auf Sicherheit und Leistung</li> <li>• ATMPs: Zusätzliche Überlegungen zur biologischen Komplexität</li> <li>• Pharmazeutische Produkte: Unterschiedliche Pfade aufgrund der chemischen Zusammensetzung</li> </ul> <p>Prinzip Regulatory Thinking</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsamkeiten der regulatorischen Anforderungen für alle Produkttypen</li> <li>• Unterschiede in den Zulassungsverfahren für SaMD, MD, IVD, ATMPs vs. Pharmazeutika</li> </ul> <p>Zulassungs-Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassungsanträge und Interaktion mit Behörden</li> </ul> <p>Überwachung nach dem Inverkehrbringen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berichterstattung Sicherheit und Wirksamkeit</li> <li>• Meldung von unerwünschten Ereignissen und Produktrückrufe</li> <li>• Klinische Nachbeobachtung nach der Markteinführung und Sammlung von Daten aus der Praxis</li> </ul> <p>Erstattungsstrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfung von Kostenerstattung und Zulassung</li> <li>• Gesundheitsökonomie und Marktzugangsüberlegungen</li> <li>• Preisgestaltung und Erstattungsmodelle für Healthtech-Produkte</li> </ul> <p>Einhaltung gesetzlicher Vorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufrechterhaltung der Compliance</li> <li>• Verwaltung von Produktvariationen und Aktualisierungen</li> <li>• Die Rolle von Qualitätsmanagementsystemen bei der Einhaltung von Vorschriften</li> </ul>
--------	---

<b>395-0207-00L</b>	<b>Success Factors</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Goldhahn</b>
Kurzbeschreibung	Participants will learn and apply success factors of regulatory thinking. They will prepare, present, and defend their individual project. The group will analyse potential success factors of the presented strategy.				
Lernziel	Participants - apply the course knowledge to an individual regulatory challenge - generate a regulatory strategy - analyse strategies of the other course participants				
Inhalt	Onsite symposium to present and discuss regulatory strategy.				
Literatur	Principles of Biomedical Sciences and Industry - Translating Ideas Into Treatments				

### ►► Modul Nutrition in Medicine

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
395-0303-00L	<b>Healthy Nutrition in Old Age</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	
395-0304-00L	<b>Food Health Interactions</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	
395-0305-00L	<b>Personalised Nutrition</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. von Meyenn</b>

### ► Master-Arbeit

*Wird ab HS 2023 angeboten*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
395-0900-00L	<b>Master's Thesis</b>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>32D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	The research project includes the study of existing literature, specification of the research question, choice of the methodological approach and/or study design, statistical considerations (if applicable), regulatory considerations, description about the data management and/or data collection, analysis and interpretation of data (if applicable), and the written and oral reporting of the findings.				
Lernziel	The students shall demonstrate their ability to carry out a structured, scientific piece of work independently. Hereby they will be able to use digital tools and new study concepts independently and responsibly to conduct pragmatic and patient-centric clinical research.				
Inhalt	Students enrolled in the MAS ETH in digital Clinical Research programme who have acquired at least the minimum number of required credits from two CAS are eligible to write the Master's thesis. They will use the knowledge gained in the first two CAS of the MAS programme to design a clinical research project investigating a question within their area of interest.  The 20-weeks research project must have a digital component, such as the use of digital biomarkers or remote patient monitoring. It must also take into account regulatory considerations. If a student considers conducting a clinical trial in context with their Master's thesis, they must prepare a complete protocol as well as the necessary regulatory documents. Other approaches to the research question are possible in consultation with the supervising professor. In general, the research project includes the study of existing literature, the specification of the research question, the choice of the methodological approach and/or study design, statistical considerations (if applicable), regulatory considerations, the description about the data management and/or data collection, the analysis and interpretation of data (if applicable), and the written and oral reporting of the findings.				
Voraussetzungen / Besonderes	two CAS completed				

### MAS in Digital Clinical Research - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Entwicklung und Zusammenarbeit

Die Vorlesungen und Weiterbildungskurse des NADEL sind ausschliesslich für Studierende des MAS in Entwicklung und Zusammenarbeit und für Fachkräfte der Entwicklungszusammenarbeit (EZA) mit mindestens 2 Jahren Berufserfahrung in der EZA zugänglich. Doktoranden, die sich mit empirischer Forschung im EZA-Bereich befassen, können "sur Dossier" zugelassen werden.

## ► Vertiefungsmodule

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
865-0037-00L	<b>Market Systems Development (MSD) to Reduce Poverty</b> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage.</i>	W	3 KP	3G	J. Neve
Kurzbeschreibung	The course conveys basic knowledge about the M4P-project approach in development cooperation (Making Markets Work for the Poor). Important elements are: strategic framework of the M4P-concept; understanding systems and system change; sustainability and facilitation of system change; measurement and management of private sector promotion in development assistance.				
Lernziel	The course conveys basic knowledge about the M4P-project approach in development cooperation (Making Markets Work for the Poor). Important elements are: strategic framework of the M4P-concept; understanding systems and system change; sustainability and facilitation of system change; measurement and management of private sector promotion in development assistance.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students of the course must fulfil requirements specified on the homepage of NADEL.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
865-0044-00L	<b>Evaluation of Projects and Programmes</b> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage</i>	W	3 KP	3G	K. Schneider
Kurzbeschreibung	The course deals with different approaches and types of evaluations within the framework of development projects. The participants acquire knowledge and skills for the use of methods for the analysis of project processes and results and their use in project management. In order to deepen the understanding, practical project examples are focused on.				
Lernziel	The course enables to plan and manage evaluation processes effectively and efficiently.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Purpose, design and implementation of evaluations</li> <li>- Evaluation Standards</li> <li>- Advantages and disadvantages of different evaluation methods</li> <li>- Quality assurance and implementation of evaluation results</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students of the course must fulfil requirements specified on the homepage of NADEL. Electronic registration may be done only after registration with NADEL secretariate.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
865-0000-11L	<b>Fragile Contexts – The Nexus between Humanitarian Aid, Peace and Development</b> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage.</i>	W	3 KP	3G	F. Brugger, M. Malefakis, S. J. A. Mason
Kurzbeschreibung	The course explores characteristics of fragility and how they are measured and monitored. It further discusses cooperation between actors (peace building, security, humanitarian, development cooperation) and explores how development programming has to be adapted to these situations.				
Lernziel	The course explores characteristics of fragility and how they are measured and monitored. It further discusses cooperation between actors (peace building, security, humanitarian, development cooperation) and explores how development programming has to be adapted to these situations.				
865-0000-09L	<b>Towards Food and Nutrition Security</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i> <i>Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>	W	3 KP	3G	

Kurzbeschreibung	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>			
Lernziel	Ensuring food security for a growing global population will require a fundamental shift in the way we understand and manage food production, distribution and consumption. This course will examine various aspects of food security, and explore ways and means in which the availability, accessibility and utilization of safe and nutritious food can be improved, especially in developing countries.			
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Food and nutrition security: Concepts, consequences and global status</li> <li>• The implication of food security for sustainable development</li> <li>• Food availability and food production systems</li> <li>• Nutrition for health and development</li> <li>• Increasing the economic access and resilience of smallholders</li> <li>• Designing food security interventions</li> </ul>			
Voraussetzungen / Besonderes	Students of CAS courses must fulfill requirements specified at the NADEL website (see education)			
<b>865-0066-01L</b>	<b>Mediation Process Design: Supporting Dialogue and Negotiation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b> <b>S. J. A. Mason, M. Malefakis</b>
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.            Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".            MACIS students register through the NADEL administration office.</i>			
Kurzbeschreibung	<i>Registration only through the NADEL homepage</i>			
Lernziel	<p>The aim of this course is to gain a basic understanding of dialog, negotiation and mediation process design: what are different principles, approaches and questions related to process design that development cooperation practitioners need to be aware of?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the basic principles of dialog, negotiation and mediation processes and how these methods can be situated in the broader field of development, in fragile contexts, and peace-building.</li> <li>- Gain insight into different design approaches</li> <li>- Practice basic skills of dialogue facilitation and mediation.</li> <li>- Explore ways for improving collaboration with local and international third parties designing and guiding negotiation and mediation processes.</li> </ul>			
<b>865-0006-00L</b>	<b>Leveraging Private Impact Investors in Development Cooperation</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b> <b>C. Humphrey</b>
	<i>Only for MAS/CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.            Doctoral students dealing with empirical research in the area of development and cooperation (EZA) may be admitted "sur Dossier".</i>			
Kurzbeschreibung	<i>Registration only through the NADEL homepage.</i>			
Lernziel	<p>This three-day course demystifies impact investing for people working in development cooperation. The course provides an introduction to understanding the terminology and instruments involved in impact investing and evaluating opportunities and trade-offs for development.</p> <p>This three-day course demystifies impact investing for people working in development cooperation. Impact investing—the idea that it is possible to “do good” as well as make money with certain types of investment—is changing the landscape of development cooperation. Impact investing is growing rapidly and development agencies and non-governmental organizations increasingly seek to leverage private investor resources. But many development actors are not accustomed to working with private investors, and are uneasy about their profit motivation and modes of operation. The course provides an introduction to the terminology and instruments involved in impact investing and evaluates developmental opportunities and trade-offs.</p>			
Inhalt	<p>Key topics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Defining impact investing and understanding its importance for development</li> <li>- Different types of impact investor and their incentives</li> <li>- Overview of instruments such as loans, equity investments, syndication and impact bonds</li> <li>- How to define and measure “impact”</li> <li>- Techniques used by development agencies to leverage private investor resources</li> <li>- Considering what impact investing can and cannot achieve for development goals</li> </ul>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		geprüft
<b>865-0023-00L</b>	<b>Resilience Building for International Cooperation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.            Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>			
	<i>ETH doctoral students working on topics related to poverty</i>			

reduction in low- and middle income countries may also be admitted.

Registration only through the NADEL homepage.

Kurzbeschreibung	Development cooperation can be stressful due to task complexity, on-the-ground realities and lack of measurable impacts. Geopolitical shifts and past failures are calling into question “western” models of development. This two-day course builds personal and professional resilience for development workers confronted with these challenges.		
Lernziel	In this two-day course, participants will explore and reflect on the changing landscape of development cooperation, as well as their unique, innate capacities to harness wellbeing resources in becoming resilient within the development cooperation environment. The course will further include a balanced mix of resilience theories, country ownership implementation processes, and practice-oriented sessions from practitioners in development organizations. Scenario-building will also be employed to engage and prepare participants for anticipated occurrences related to behavioral management and safeguarding of values necessary for resilience building.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**865-0029-00L**     **Design Thinking for Sustainable Development**     **W**     **2 KP**     **2G**     **J. Neve**  
*Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.*

*ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.*

Registration only through the NADEL homepage.

Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to design thinking for social impact. Participants will gain an introduction to the design thinking process, methods, tools, and mindsets, and experience and reflect on them through application to a real sustainable development challenge.		
Lernziel	The Sustainable Development Goals are ambitious. Addressing them will require creativity, innovation and new approaches. Design thinking is human centered, iterative, and encourages us to step out of our typical modes of thinking. This course provides an introduction to design thinking for sustainable development. Participants will gain an introduction to the design thinking process, methods, tools, and mindsets, and will experience and reflect on them through application to a real sustainable development challenge. Participants will also learn from case studies that have effectively used design thinking, and discuss where and how the methods can be applied to sustainable development initiatives.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The iterative design thinking process.</li> <li>• Design thinking tools and methods – theory and practical application.</li> <li>• Case studies of sustainable development projects that have used a design thinking approach.</li> <li>• Where and how design thinking can be applied to sustainable development initiatives.</li> <li>• Design thinking mindset.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
Persönliche Kompetenzen			Kooperation und Teamarbeit
	Kundenorientierung		geprüft
	Sensibilität für Vielfalt		gefördert
	Anpassung und Flexibilität		gefördert
	Kreatives Denken		geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**865-0031-00L**     **Foundations of Leading Change**     **W**     **1 KP**     **1G**     **S. Patel, M. Grant**  
*Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.*

*ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.*

Registration only through the NADEL homepage.

Kurzbeschreibung	This course introduces participants to new perspectives and tools for leading change. It incorporates established models and frameworks to build a human-centric understanding of how change happens, both at an individual and organizational level. Participants learn how to engage others in change processes and begin crafting their own approach to leadership.		
Lernziel	Participants acquire skills to authentically navigate uncertainty and resistance in times of change, and practice using some foundational techniques for fostering collaborative dialogue and creating supportive environments for change.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reframing leadership</li> <li>-Understanding human responses in change processes</li> <li>-Overcoming resistance</li> <li>-Listening &amp; Questioning</li> <li>-Role of belonging in change processes</li> </ul>		

Kompetenzen	Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert gefördert
<b>865-0032-00L</b>	<b>Finance for the 2030 Goals</b> <i>Only for CAS in Development and Cooperation students, as well as specialists with at least 24 months of practical experience in international cooperation.</i>  <i>ETH doctoral students working on topics related to poverty reduction in low- and middle income countries may also be admitted.</i>  <i>Registration only through the NADEL homepage.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Humphrey</b>
Kurzbeschreibung	International development finance will play a central role to help tackle current and future social and environmental crises, as public resources are insufficient for needed investments. This three-day course explores how the development finance landscape is evolving in response to this new reality, what more needs to be done, and what this means for development practitioners.				
Lernziel	The course focus is international development finance trends and policy debates now underway, and their implications for current development practices. Target participants include development practitioners needing to understand how their efforts fit into the broader international context, civil society stakeholders seeking to influence policy decisions on a national and international level and private sector actors aiming to leverage private investment toward development impact.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defining global investment "needs" and the role of development finance, including instruments and techniques.</li> <li>The politics of financing global development and climate targets.</li> <li>The evolving role of multilateral banks, including the World Bank.</li> <li>The growing importance of China as a global development financier.</li> <li>Climate-focused financing platforms such as the Green Climate Fund.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Verhandlung			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert geprüft
<b>865-0042-00L</b>	<b>Finanzmanagement von Projekten</b> <i>Nur für Studierende des MAS bzw. CAS in Entwicklung und Zusammenarbeit sowie Fachkräfte mit mind. 24 Monaten Berufserfahrung in der internationalen Zusammenarbeit.</i> <i>Doktoranden, die sich mit empirischer Forschung im EZA-Bereich befassen, können "sur Dossier" zugelassen werden.</i>  <i>Einschreibung nur über das NADEL-Sekretariat.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Günther, M. Störmer</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt Grundkenntnisse über Methoden und Instrumente des Finanzmanagements und der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Entwicklungsprojekten. Anhand praxisbezogener Beispiele und Übungen werden die Studierenden mit Instrumenten und Methoden des Finanzmanagements vertraut gemacht.				
Lernziel	Der Kurs vermittelt Grundkenntnisse über Methoden und Instrumente des Finanzmanagements und der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Entwicklungsprojekten. Anhand praxisbezogener Beispiele und Übungen werden die Studierenden mit Instrumenten und Methoden des Finanzmanagements vertraut gemacht.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Lehrveranstaltung ist an Voraussetzungen gebunden, die der Homepage des NADEL zu entnehmen sind.				

#### MAS in Entwicklung und Zusammenarbeit - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Ernährung und Gesundheit

## ► Disziplinäre Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention W+</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: <ul style="list-style-type: none"> <li>- maintenance of health,</li> <li>- prevention of chronic disease,</li> <li>- progression of chronic diseases... ...at different life-stages.</li> </ul>				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
Lernziel	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in: <ul style="list-style-type: none"> <li>- evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries</li> <li>- commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations</li> <li>- micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution</li> <li>- other critical factors required for maximum success of nutrition interventions</li> </ul>				
Inhalt	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.				
Skript	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-6202-00L</b>	<b>Nutrition Case Studies ■</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	In groups, students address real-world case studies focusing on the links between nutrition and health. Each case is introduced in a case brief and presented to the class by the respective group, followed by a class discussion facilitated by the group and the lecturer. Cases cover diverse topics in public health.				
Lernziel	In this course, students develop their communication and problem solving skills, as well as critical thinking ability. <p>At the end of this course students can:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the relationships between nutrition/diets and several major diseases/health outcomes;</li> <li>- Integrate knowledge on diet/nutrition, health/disease and methodologies in nutrition sciences;</li> <li>- Make evidence-based decisions/recommendations by gathering and analyzing scientific information.</li> </ul>				
Skript	Presentation slides, case studies, and relevant literature will be shared.				
Literatur	Relevant scientific literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to attend and actively participate in the course, which includes the presentation of a case study (in groups), critical reading of pertinent literature, and active participation in class discussions.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft	
		Projektmanagement			geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
			Kooperation und Teamarbeit			geprüft
			Menschenführung und Verantwortung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft	
		Verhandlung			geprüft	
		Anpassung und Flexibilität			geprüft	
		Kreatives Denken			geprüft	
		Kritisches Denken			geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft			
<b>752-6201-00L</b>	<b>Research Methodology in Nutrition</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli</b>	
Kurzbeschreibung	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics/nutrigenomics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research.					
Lernziel	The following aims should be achieved during this course: 1) Students get insights into different methodologies applied in nutritional research and get an idea of when and how to use them. 2) Students practice to prepare their own mini lectures in order to teach their peers on predefined topics.					
Inhalt	The lecture covers different methodologies applied in the field of nutrition research including dietary assessment, body composition, biomarkers, techniques to assess minerals and trace elements, epigenetics, animal studies, study designs, and ethical issues related to nutrition research. The course is divided into four core topics and each of those is a combination of frontal lectures with team teaching amongst the students. Each student will prepare mini lectures for their peers on pre-defined questions within the core topics.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft	
		Analytische Kompetenzen			gefördert	
		Problemlösung			gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert	
Kreatives Denken				geprüft		
Kritisches Denken				gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert		
Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert		
<b>752-6002-00L</b>	<b>Advanced Topics in Nutritional Science</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn</b>	
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.					
Lernziel	The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:  1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons; 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health; 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health; 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health; 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.					
Skript	The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.					
Literatur	Any reading recommendations will be given per lecture.					
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft	
		Analytische Kompetenzen			gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert		
<b>766-6300-00L</b>	<b>Fundamentals of Food Toxicology</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V</b>	<b>S. J. Sturla</b>	
Kurzbeschreibung	The goals of the course will be for the student to be aware of chemical toxicants relevant to food and to know aspects of basic science regarding identities and origins, human exposures, and modes of toxicity.					
Lernziel	Learning objectives are to connect structures and physical properties of chemicals from food with biochemical transformation processes; classify food toxicants on the basis of their relevant biochemical pathways of toxicity; describe the influence of food on the disposition of toxicants and quantify human exposures to toxicants from food; and evaluate toxicological risk assessments of chemicals from food and judge the toxicological basis of regulatory measures for food safety.					
Inhalt	Bi-weekly lectures on topics such as mycotoxins, food packaging, food processing and additives, marine toxins, heavy metals, pesticide residues. Students are provided with resources for independent learning of Toxicology basics, participate in active learning sequences and presentations, and perform an independent, written evaluation of a food-related toxin.					
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.					
Voraussetzungen / Besonderes	The course is restricted to MAS/CAS Nutrition Students.					

<b>752-6402-00L</b>	<b>Nutrigenomics</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>G. Vergères</b>
Kurzbeschreibung	Nutrigenomics - toward personalized nutrition? Breakthroughs in biology recently led nutrition scientists to apply modern tools (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, genetics, epigenetics) to the analysis of the interactions of food with humans. The lecture presents these tools and illustrates their application in selected topics relevant to human nutrition and food sciences.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overall understanding of the transdisciplinary research being conducted under the term nutrigenomics.</li> <li>- Overall understating of the omics technologies used in nutrigenomics and their applications to human nutrition and food science.</li> <li>- Ability to critically evaluate the potential and risks associated with the field of nutrigenomics</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- For the content of the script see section "Skript" below</li> <li>- The lecture is completed by presentations of the students (in group) of material related to the lecture.</li> </ul>				
Skript	The script is composed of circa 440 slides (ca 15 slides/lecture) organized in 9 modules				
	Module 0 Nutrigenomics – Towards personalized nutrition				
	Module A Nutritional genomics				
	Module B Gut microbial genomics and nutrition				
	Module C Nutritional epigenomics				
	Module D Transcriptomics in nutrition research				
	Module E Proteomics in nutrition research				
	Module F Metabolomics in nutrition research				
	Module G Nutritional systems biology				
	Module H Personalized nutrition – opportunities and challenges				
Literatur	No extra reading requested. Most slides in the lecture are referenced with web addresses.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic training in biochemistry, molecular biology, physiology, and human nutrition. Interest in interdisciplinary sciences linking molecular biology to human health. Interest in the application of analytical laboratory methods to the understanding of human biology, in particular nutrition.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>752-6303-00L</b>	<b>Neurobiology of Eating and Drinking ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Burdakov</b>
Kurzbeschreibung	What neurons make us eat or drink? The course offers a multidisciplinary perspective on how the brain generates appetite and consumption, including approaches from biology and psychology, and modern experimental paradigms such as optogenetics. It will focus on analysis of recent primary research papers illustrating a selection of fundamental discoveries in this field in the past few years.				
Lernziel	<p>Explain how specific neural circuits control eating and drinking, including insights from multiple experimental paradigms with appreciation of their limitations and solutions to these limitations.</p> <p>Summarize detailed and specific primary research data into a more general picture, and communicate this process to a large audience in a clear way, including answering audience questions.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced neurobiology course, which is based on advanced research literature (academic reviews and original research articles), rather than textbooks. Knowledge of basic ("textbook-level") neurobiology is required in order to follow this course. Students who had basic courses in neurobiology during their bachelor (e.g. Physiology and Anatomy 1 and 2 of the ETH Food Science bachelor) will be sufficiently prepared for this course. Students without any background in neurobiology may need to do additional independent study in order to follow the course, since not much time will be dedicated to repeating basic neurobiology information during this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ► Wahlfächer

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>752-1202-00L</b>	<b>Food Safety and Quality Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Gude</b>
Kurzbeschreibung	The course procures the general rules of a quality management system and its application in the food chain to guarantee food safety. Therefore the HACCP concept will be touched in relation to risk management and risk assessment. Furthermore the origin of limits as well as the analytical proof will be highlighted. Finally general principles of laboratory testing will be discussed.				



Lernziel	Comprehensive knowledge to take over the responsibility for and organisation of quality assurance in a food processing environment. Awareness of the impact of legal, economic, cultural, and consumer related factors on the food system are known. Identification of major challenges in the agro-food-health chain can be identified		
Inhalt	The following topics are discussed Definition of (Food) Quality TQM/quality management Q.A in the food chain (manufacturer/retail) Food Quality, -Safety (also give by examples) Food Limits - origin of and how to get them HACCP introduction, risk management, -assessment Self control concepts GFSI/Standards BRC, IFS, ISO Statistical Process Control Risk Assessments on examples for biological and chemical hazards will be discussed		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft

<b>752-4010-00L</b>	<b>Problems and Solutions in Food Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Loessner, J. Klumpp, M. Schmelcher</b>
	<i>Prerequisites: It is essential to have a basic knowledge in General Microbiology and Food Microbiology. If students have not taken appropriate courses, it is strongly recommended to consult with the lecturer before attending this seminar.</i>				
Kurzbeschreibung	A journal-club style seminar, in which preselected recent scientific articles are analyzed, presented and discussed by students. The relevant topics are selected from the wider area of food microbiology, including fundamental and applied disciplines. Students learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Lernziel	Students will learn how state-of -the-art research is designed, conducted, appropriately analyzed, and presented.				
Inhalt	Several pre-selected, recently published papers will be up for selection by the students. All papers were selected from recent literature and reflect the wider area of food microbiology, including fundamental research (molecular biology, genetics, biochemistry) and applied disciplines (diagnostics, control, epidemiology). Groups of 2 students each will pick a paper for in-depth analysis (mostly work done at home and/or library) and presentation to the other students.				
Skript	No script needed. Pre-selected papers will be assigned to student groups in the kick-off meeting (first lecture); PDF copies will be available to all students.				
Literatur	No specific books needed. Access to a library and web-based literature search is required.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teamwork in small groups of 2 students				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Kommunikation	geprüft			
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft			
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			

<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined. This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>766-6500-00L</b>	<b>MAS Master-Arbeit</b>	<b>O</b>	<b>20 KP</b>	<b>43D</b>	<b>Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit ist eine selbständige wissenschaftliche Arbeit.				
Lernziel	Mit der Master-Arbeit sollen die Studierenden Ihre Fähigkeit zu selbständiger und wissenschaftlich strukturierter Tätigkeit aufzeigen.				

#### MAS in Ernährung und Gesundheit - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Fire Safety Engineering

Zweijähriges berufsbegleitendes Teilzeitstudium, beginnend im Herbstsemester mit gerader Jahreszahl.

Nächster Beginn: Herbstsemester 2024

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
121-0110-00L	<b>Modul 2: Grundlagen Nachweisführung im Brandschutz</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	10 KP	9G	A. Frangi
Kurzbeschreibung	Modul 2 befasst sich sowohl mit leistungs- als auch risikobasierten Bemessungskonzepten und -prinzipien. Die Studenten lernen grundlegende und fortgeschrittene Statistik und wenden diese Werkzeuge an, um leistungs- und risikobasierte Brandschutzlösungen zu entwickeln.				
Lernziel	Ziel dieses Moduls ist es, eine allgemeine Einführung in die Risikobewertung als Werkzeug zur Unterstützung von Entscheidungen unter Unsicherheit und einen Überblick über die Konzepte, Werkzeuge und Methoden der Gefährdungsbeurteilung und Risikoanalyse zu geben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
121-0120-00L	<b>Modul 3: Organisatorischer Brandschutz und Evakuierung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	O	10 KP	9G	A. Frangi
Kurzbeschreibung	Das Modul 3 vermittelt Wissen über Brandschutz durch organisatorische Brandschutzmaßnahmen, ingenieurgestützte Evakuierungsanalysen und Austritts- und Lebenssicherheit.				
Lernziel	Ziel dieses Moduls ist es, Kenntnisse über das menschliche Verhalten bei Bränden sowie über Gebäudemerkmale und -systeme zu vermitteln, die geeignet sind, die Sicherheit der Bewohner im Falle eines Brandes in einem Gebäude zu gewährleisten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
121-0140-00L	<b>Modul 5: Technischer Brandschutz</b> <i>Nur für MAS ETH in Fire Safety Engineering.</i>	O	6 KP	5G	A. Frangi

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
121-0200-00L	<b>Master-Arbeit</b>	O	18 KP	32D	A. Frangi

### MAS in Fire Safety Engineering - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Gesamtprojektleitung Bau

Das MAS in Gesamtprojektleitung Bau dauert 2 Jahre, beginnend im Herbstsemester. Es kann berufsbegleitend absolviert werden.

Beginn nächster Kurs: Herbstsemester 2023

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>067-0102-00L</b>	<b>Leistungen</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>21G</b>	<b>A. Paulus, S. Menz</b>
Kurzbeschreibung	Im zweiten Semester erarbeiten wir auf der Grundlage der Organisation und der spezifischen Rolle die Leistungsdefinition der am Projekt Beteiligten. Im speziellen verweisen wir auf das Pflichtenheft der Projektleitenden und deren Zusammenarbeit im Projekt. Erste Aspekte zur Führung werden innerhalb der Sozialkompetenz erarbeitet, indem Kommunikation und Präsentation näher betrachtet werden.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Sozialkompetenz - Leistungsdefinition - Projektleitung und Team - Kommunikation, Verhandlungstechnik und Präsentation - PQS und PQM - Arbeitsrecht				
Inhalt	Im zweiten Semester erarbeiten wir auf der Grundlage der Organisation und der spezifischen Rolle die Leistungsdefinition der am Projekt Beteiligten. Im speziellen verweisen wir auf das Pflichtenheft der Projektleitenden und deren Zusammenarbeit im Projekt. Erste Aspekte zur Führung werden innerhalb der Sozialkompetenz erarbeitet, indem Kommunikation und Präsentation näher betrachtet werden.				
Skript	Lernmaterialien, weiterführende Literatur und Informationen sind auf dem Server des Programms verfügbar.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				
<b>067-0104-00L</b>	<b>Methoden</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>11G</b>	<b>S. Menz</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Im vierten Semester gilt es, das Gelernte umzusetzen. Anhand des persönlichen Lernziels werden verschiedene Strategien aufgezeigt und auf die Führungskompetenzen der Studierenden individuell eingegangen.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Haltung und Handlung - Strategien entwickeln - Entscheide treffen - Führungskompetenz				
Inhalt	Im vierten Semester gilt es, das Gelernte umzusetzen. Anhand des persönlichen Lernziels werden Strategien aufgezeigt und auf die Führungskompetenzen der Studierenden individuell eingegangen.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>067-0204-00L</b>	<b>Thesis in Gesamtprojektleitung Bau</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>21G</b>	<b>S. Menz</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Im vierten Semester schliessen die Studierenden ihre eigene MAS Thesis ab und beantworten ihre Forschungsfragen. Dabei gilt es, ihre erworbenes Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die folgenden Begriffe, Prozesse oder Kompetenzen und können diese in ihrer Praxis anwenden. - Publizieren - Präsentieren und referieren				
Inhalt	Im vierten Semester schliessen die Studierenden ihre eigene MAS Thesis ab und beantworten ihre Forschungsfragen. Dabei gilt es, ihre erworbenes Wissen einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Hauptaufgaben sind kritisches Denken und Reflektion. In der akademischen Begleitung stehen die Wissensvermittlung, das Lektorat und das Korrektorat im Vordergrund.				
Literatur	www.map.arch.ethz.ch/de				

## MAS in Gesamtprojektleitung Bau - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Geschichte und Theorie der Architektur (GTA)

Das MAS Programm in "Geschichte und Theorie der Architektur" ist ein zwei jähriges begleitendes Studium und umfasst 60 KP. Eintritt ist jeweils im Herbstsemester.

Präsenzunterricht ergänzt durch selbständige Forschungsarbeiten, Praktika und Exkursionen, Lehrveranstaltungen an 1-2 Tagen pro Woche, insgesamt ca. 600 Kontaktstunden, dazu Selbststudium ca. 600 Stunden (pro Präsenzunterrichtstag ein Tag Arbeitsvorbereitung), einzelbetreute Seminararbeiten zu individuell gewählten Themen (ca.200 Stunden) und benotete Masterarbeit (ca. 600 Stunden)

## ► 2. Semester

### ►► Vorlesungen, Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0002-01L</b>	<b>Architektur und Stadt II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4S</b>	<b>S. Schindler Kilian, A. J. Bideau</b>
Kurzbeschreibung	Das Projektsemester widmet sich dem Zusammenspiel und der gegenseitigen Bedingtheit von Kunst, Architektur und Stadt. Anhand von ausgewählten Werken und Situationen in Zürich untersuchen Studierende historische und aktuelle Debatten rund um Autorschaft, öffentlichem Bauen und Stadtentwicklung. Durch Theorielektüre und Archivbestände erarbeitete Positionen bilden die Grundlage für eine Ausstellung.				
Lernziel	Das Projektsemester vermittelt Einblicke in die Archiv- und Quellenarbeit. Die Arbeit im Archiv GTA und an einzelnen externen Nachlässen ist Anlass, den Umgang mit historischen Dokumenten zu üben. Ein Ziel ist, historische Quellen (Pläne, Protokolle, Sekundärliteratur etc.) genau zu lesen, zu erfassen, zu interpretieren und Archibefunde in kurzen Texten festzuhalten und zu präsentieren. Anhand konkreter Beispiele sollen Fähigkeiten vermittelt werden, um den Wandel des Kulturbegriffs und der materiellen, urbanen Umwelt zu erklären. Untersucht wird das Zusammenspiel von architektonisch-städtebaulichen Strukturen und von dort vermittelten oder zirkulierenden Botschaften. Der Wandel städtischer Öffentlichkeit soll wiederum in Zusammenhang mit der Medialität des Kunstbegriffs gebracht werden.				
Inhalt	Leitfragen Projektsemester  Welche historischen Momente oder Wendepunkte in der Zürcher Stadtentwicklung lassen sich vom Historismus über die Moderne bis heute anhand der staatlich geförderten Kunstproduktion aufzeigen? Welchen Beitrag zur Konstitution und Bewertung von Öffentlichkeit liefert Kunst, wie hat sich ihr Wirkungsgrad im städtischen Raum verändert? Welche Rückschlüsse lässt dies wiederum auf die Entwicklung und Ökonomie der Stadt zu? Welcher Kunst- und Kulturbegriff kam und kommt jeweils zum Tragen, und welche gesellschaftlichen, politischen und Stadtentwicklungs-Interessen lassen sich in diesem Zusammenhang aufzeigen? Inwiefern wirkt sich das Medium Kunst politisch aus? Welches waren und sind die Produktionsbedingungen von 'Kunst am Bau' bzw. 'Kunst und Bau'? Wie haben sich Auftraggeberschaften, Publiken, Nutzungen, Rezeptionsweisen im letzten Jahrhundert verändert? Was geschieht, wenn Kontext oder Funktion von Kunstwerk, Bauwerk, Stadtraum sich verändern und damit die ursprünglich intendierte Botschaft ihren Sinnzusammenhang verliert?				
Literatur	Wird auf der Kooperationsplattform bekannt gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

### ►► Workshops

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0006-01L</b>	<b>Methoden des wissenschaftlichen Schreibens II</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>3U</b>	<b>L. Held</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung führt in die verschiedenen Formen geisteswissenschaftlichen Arbeitens ein und vermittelt die methodischen Grundlagen des Faches. Sie trainiert die Fähigkeit zur schriftlichen Auseinandersetzung mit einem Thema in Form von Schreibworkshops.				
Lernziel	Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die verschiedenen Forschungsmethoden, die auf dem Gebiet der Geschichte und Theorie von Kunst und Architektur zur Verfügung stehen. Sie wenden sie in Übungen an. Die Lehrveranstaltung stärkt die methodischen Kompetenzen (propädeutisches Wissen, Quellen- und Literaturrecherche) sowie ihre kritisch-analytische Kompetenzen (Lese- und Schreibkompetenz).				

### ►► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0106-00L</b>	<b>Studienreise I</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>S. Schindler Kilian, A. J. Bideau</b>
Kurzbeschreibung	Einwöchige Studienreise mit Fokus auf Gehen als methodisches Werkzeug für die Erforschung, das Schreiben und die Vermittlung von Architektur- und Stadtgeschichte.				
Lernziel	Die Studierenden setzen sich mit dem Spazieren als kritischem Zugang zu Stadt- und Landschaftsräumen auseinander, reflektieren das Verhältnis von Architektur und Erfahrung und lernen Schlüsseltexte zur Raumwahrnehmung und zur Geschichte und Praxis des Gehens kennen.				
Literatur	Wird auf der Kooperationsplattform bekannt gegeben.				

### ►► Arbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0203-01L</b>	<b>Projektbezogene Hausarbeit</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		<b>S. Schindler Kilian, A. J. Bideau</b>
Kurzbeschreibung	Eigenständige schriftliche, wissenschaftliche Arbeit im Rahmen eines Projektsemesters des MAS GTA.				
Lernziel	Ziel ist die selbständige, schriftliche, wissenschaftliche Auseinandersetzung mit einem architektur- und stadthistorischen Thema im Hinblick auf eine für die Öffentlichkeit konzipierten Präsentation des Forschungsergebnisses.				
Inhalt	Das Thema der Arbeit wird in Absprache mit den Dozierenden in Bezug auf das Projektsemester gewählt. Die Arbeit umfasst etwa 20'000 Zeichen.				
<b>056-0202-01L</b>	<b>Wissenschaftliche Hausarbeit (2)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		<b>S. Schindler Kilian, A. J. Bideau</b>
Kurzbeschreibung	Die einzelbetreute Seminararbeit zu einem individuell gewählten Thema schult die Fähigkeit zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, selbständig eine wissenschaftliche Arbeit von ca. 20.000 Zeichen Umfang zu verfassen.				

## ► 4. Semester

## ►► Vorlesungen, Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0004-01L</b>	<b>Architektur und Stadt IV</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4S</b>	<b>S. Schindler Kilian, A. J. Bideau</b>
Kurzbeschreibung	Die Frage nach der Ursache und Wirkung von Architektur ist eine alte. Vermögen Gebäude Veränderungen nicht nur abzubilden, sondern in einer Gesellschaft Transformationen zu befördern oder diese gar auszulösen? Verfügt Architektur an sich über ein transformatives Potenzial? Das transhistorisch aufgebaute Seminar richtet einen Blick auf unterschiedliche Ausprägungen von architektonischer Medialität.				
Lernziel	Studierende üben, Quellentexte und Sekundärliteratur genau zu lesen, zu interpretieren, und in kurzen Texten und im verbalen Austausch zu reflektieren.  Sie untersuchen das Zusammenspiel von architektonisch-städtebaulichen Strukturen und Botschaften, die durch erstere vermittelt werden.  Auswirkungen von Architekturen werden sowohl in unmittelbar räumlicher Hinsicht als auch im umfassenden gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichem Zusammenhang thematisiert. Diese Auswirkungen werden zudem miteinander verknüpft und im Hinblick auf baukulturelle Belange diskutiert.				
Literatur	Durch Gastreferate erhalten Studierende Einblick in unterschiedliche Perspektiven und wissenschaftliche Ansätze. Mit den Gästen werden die Fragestellungen und historiografischen Methoden anschliessend im Seminar diskutiert.				
Kompetenzen	Wird auf der Kooperationsplattform bekannt gegeben.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Workshop

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0008-01L</b>	<b>Forschungsmethoden in Geschichte und Theorie der Architektur II</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>3U</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung führt in die verschiedenen Formen geisteswissenschaftlichen Arbeitens ein und vermittelt die methodischen Grundlagen des Faches. Sie trainiert die Fähigkeit zur schriftlichen Auseinandersetzung mit einem Thema in Form von Schreibworkshops.				
Lernziel	Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die verschiedenen Forschungsmethoden, die auf dem Gebiet der Geschichte und Theorie von Kunst und Architektur zur Verfügung stehen. Sie wenden sie in Übungen an. Die Lehrveranstaltung stärkt die methodischen Kompetenzen (propädeutisches Wissen, Quellen- und Literaturrecherche) sowie ihre kritisch-analytische Kompetenzen (Lese- und Schreibkompetenz).				
Skript	<a href="https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses">https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses</a>				
Literatur	<a href="https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses">https://doctoral-program.gta.arch.ethz.ch/courses</a>				

## ►► Exkursionen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0107-00L</b>	<b>Studienreise II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>S. Schindler Kilian, A. J. Bideau</b>
Kurzbeschreibung	Einwöchige Studienreise mit Fokus auf Gehen als methodisches Werkzeug für die Erforschung, das Schreiben und die Vermittlung von Architektur- und Stadtgeschichte.				
Lernziel	Die Studierenden setzen sich mit dem Spazieren als kritischem Zugang zu Stadt- und Landschaftsräumen auseinander, reflektieren das Verhältnis von Architektur und Erfahrung und lernen Schlüsseltexte zur Raumwahrnehmung und zur Geschichte und Praxis des Gehens kennen.				
Literatur	Wird auf der Kooperationsplattform bekannt gegeben.				

## ►► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>056-0210-10L</b>	<b>MAS-Arbeit</b>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>21D</b>	<b>A. J. Bideau, S. Schindler Kilian, M. Delbeke</b>
Kurzbeschreibung	Benotete Master Thesis, mit der die Studierenden ihre Kompetenz nachweisen, ein individuell gewähltes Forschungsthema selbständig zu erarbeiten. Umfang: 90.000-120.000 Zeichen.				
Lernziel	Kompetenz-Nachweis, ein individuell gewähltes Forschungsthema selbständig zu erarbeiten.				
Inhalt	Ein individuell gewähltes Forschungsthema wird selbständig erarbeitet. Umfang: 90.000-120.000 Zeichen.				

### MAS in Geschichte und Theorie der Architektur (GTA) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Housing

1 year full time course in English, starting every autumn semester.  
Further information on [www.wohnforum.arch.ethz.ch](http://www.wohnforum.arch.ethz.ch)

Lectures, workshops, individual and group tutorials and excursions organized in the framework of the four modules: Cultural, socio-economic, demographic and political aspects of housing and human settlements (M1); Adequate housing and neighbourhood development strategies (M2); Housing for migrants, refugees, and people displaced by disasters (M3); Housing research and evaluation methods (M4).

## ► Kernfächer

Werden nur im Herbstsemester angeboten

## ► Wahlfächer

Es muss eine Seminarwoche (2 KP) besucht werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>057-0152-00L</b>	<b>Seminar Week</b>	<b>W+</b>	<b>2 KP</b>	<b>3S</b>	<b>J. E. Duyne Barenstein</b>
Kurzbeschreibung	The seminar week will provide an opportunity to visit a country of the Global South, learn about its national housing strategy, visit projects, and meet with related communities and stakeholders. Additionally, the seminar week offers its participants to reflect upon contextually appropriate housing solutions for the country in question.				
Lernziel	The seminar week will provide an opportunity to visit a country of the Global South, learn about its national housing strategy, visit projects, and meet with related communities and stakeholders. Additionally, the seminar week offers its participants to reflect upon contextually appropriate housing solutions for the country in question.				
Inhalt	The seminar week will provide an opportunity to visit a country of the Global South, learn about its national housing strategy, visit projects, and meet with related communities and stakeholders. Additionally, the seminar week offers its participants to reflect upon contextually appropriate housing solutions for the country in question.				
Skript	A seminar week reader and detailed program will be shared with the students a few weeks before the start of the seminar week.				
Literatur	A seminar week reader and detailed program will be shared with the students a few weeks before the start of the seminar week.				
Voraussetzungen / Besonderes	This seminar week is open only to the MAS students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>057-0200-10L</b>	<b>MAS Thesis</b>	<b>O</b>	<b>24 KP</b>	<b>43D</b>	<b>J. E. Duyne Barenstein</b>
Kurzbeschreibung	The second semester of the MAS Housing is completely dedicated to writing a personal thesis. Under the guidance of the program coordinator and eventually an additional reader, students receive regular feedback to academically develop a topic of their choosing.				
Lernziel	The aim of the MAS thesis is to acquire practical insights into scientific inquiry and to elaborate a topic in-depth by drawing connections to the skills and knowledge gained in the first semester.				
Inhalt	Individual meetings are set and organized based on the progress of each student. A mid-term and final presentation are scheduled for the entire MAS class.				
Skript	There is no reader for the second semester.				
Literatur	Students identify with the feedback of the coordinator the scientific literature relevant for their chosen topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course only open to enrolled students in the ETH MAS in Housing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>057-0205-00L</b>	<b>Writing an Annotated Bibliography and a Comprehensive Literature Review</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13A</b>	<b>J. E. Duyne Barenstein</b>
Kurzbeschreibung	Writing an Annotated Bibliography and a Comprehensive Literature Review				



Lernziel	An annotated bibliography and literature review are critical for grounding research and drawing out key issues from previous work in the selected topic of research. Thus, as part of the individual research project, students will submit an annotated bibliography and a comprehensive literature review on the topic of their thesis.		
Literatur	For this course, readings on how to conduct a literature review and annotated bibliography will be shared with the students. As part of the exercise, students will search and analyse relevant literature for their individual research projects.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

#### MAS in Housing - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Management, Technology, and Economics

## ► 2. Semester

### ►► Kernfächer

#### ►►► Financial Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0561-00L</b>	<b>Climate Economics and Finance</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Barrage</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to both conceptual foundations and empirical evidence on the economics of climate change, climate policy design, and financial market responses thereto. It seeks to address questions such as: What are the costs and benefits of competing responses to the climate challenge? What roles can/do financial markets play in facing climate risks?				
Lernziel	After taking this course, students should: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand integrated assessment modelling/thinking about the climate, energy markets, and the macroeconomy and be able to run simplified versions of such models in Excel</li> <li>- Know benchmark estimates of the economic impacts of climate change</li> <li>- Understand the trade-offs between different policy and societal impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice</li> <li>- Understand how financial markets should be vs. are empirically responding to climate and policy risks</li> </ul>				
Inhalt	This course teaches both the core analytic tools and surveys new empirical evidence on the economics of climate change, climate policy, and financial market responses thereto. The first half of the course presents an integrated assessment of the climate, energy markets, and the economy. We build a framework for analyzing the economic impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice. The second part of the course focuses on financial markets. We review relevant core concepts in finance with a focus on asset pricing and use this framework as a basis for thinking about how markets should be responding to climatic and policy risks. We then review empirical evidence on how financial markets appear to be responding in reality with examples such as from housing, equity, and bond markets. At the end of the course, students should have stronger foundations in economics and finance and broad knowledge of the economic and financial risks and opportunities posed by climate change.				
Skript	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course. Lecture slides will be available on the site of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended (but not required) that students have completed introductory micro- and macroeconomics before taking this class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>363-0560-00L</b>	<b>Financial Management</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Kind</b>
Kurzbeschreibung	The course is comprised of 3 building blocks, which build towards the goal of being able to value the wealth gain created from a project within a business, or to value the business itself: Present Value, Investment Decisions, and Risk and Return. Value-based decision-making is the most important function of finance and you will be able to value a firm or a project with a given capital structure.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To introduce you to the theory and practice of corporate finance.</li> <li>• To provide you with a set of tools necessary to answer the most important questions related to valuing firms, and projects within firms.</li> <li>• To give you some insight into investment decision making and personal finance.</li> </ul>				
Inhalt	<p>The course is comprised of three building blocks, which build towards the overall goal of being able to value the wealth gain created from a project within a business, or to value the business itself:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Present and Future Value</b> We will begin our discussion of valuation with the notion of discounting. A dollar today is worth more than a dollar tomorrow. A dollar tomorrow is worth less than one today. As we will discover, this simple idea will take us a long way towards valuing various financial instruments where cash flows are known or can be easily estimated. We can apply this idea to find the value (and hence, market price of) securities such as stocks and bonds.</li> <li><b>2. Investment Decisions</b> Next, we will proceed to the analysis of how firms should choose their investments. The difference here from the first part of the course is that the cash flows from firms business investments are not known and have to be estimated. We will learn how to identify cash flows relevant to the valuation of an investment project (the “free cash flow” method) and how to employ the Net Present Value criterion to make investment decisions. (If time allows, we will also cover the Internal Rate of Return criterion and the payback rule.)</li> <li><b>3. Risk and Return</b> In the final quarter of the course, we will study the relation between risk and return. The riskier the investment, the higher the return we require from it to be willing to invest. The study of the relationship between risk and return will lead us to discuss one way of estimating expected returns – the Capital Asset Pricing Model (CAPM). We will apply the logic of CAPM to decide on a discount rate for firms’ investment projects using the concept of Weighted Average Cost of Capital (WACC).</li> <li><b>4. Our Goal: Understanding Business Valuation</b> Valuation, and value-based decision-making is the most important function of finance and it is the goal that we are working towards. If you have studied diligently, at the end of the course you will be able to value a firm or a project with a given capital structure. You will be able to put this knowledge into practice to value your own business or projects within your own business!</li> </ol>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ►►► General Management and Human Resource Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0302-00L</b>	<b>Human Resource Management: Leading Teams</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Grote</b>
Kurzbeschreibung	The basic processes of human resource management are discussed (selection, reward systems, performance evaluation, career development) and embedded in the broader context of leadership in teams. Leadership concepts and group processes are presented. Practical instruments supporting leadership functions are introduced and applied in business settings through student projects.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understand basic HRM functions and their relationship to leadership</li> <li>Know instruments for selection, performance appraisal, compensation, and development</li> <li>Understand leadership requirements and success factors in leadership</li> <li>Know fundamental processes in teams</li> <li>Apply and expand theoretical knowledge on a specific topic in self-guided learning</li> <li>Manage team processes and diversity</li> </ul>				
Inhalt	<p>Human Resource Management (HRM) concerns the policies, practices, and systems that influence employees' behavior, attitudes, and performance. HRM aims at applying human resources within organizations such that people succeed and organizational performance improves. HRM is of high strategic relevance as evidenced by strong links between good HRM practices and business outcomes.</p> <p>In the course, concepts and instruments for employee selection, performance management, and personnel development are presented. Some instruments are also practically applied in small groups. Fundamentals of effective leadership and dynamics in teams are discussed, in particular in view of the increasing demands for balancing stability and flexibility in fast-changing organizations.</p> <p>The course is taught from the perspective of team members' and team leaders' role in HRM, not from the perspective of HR managers. Thereby, students can directly relate their own experience to the HRM practices discussed. This applies to prior work experience, but also to any other teamwork experience, be it as a student or in a private role, for instance in sports clubs. Selecting the right team members, discussing and improving individual and team performance, managing task and relational conflicts, and sharing and building on each other's knowledge to solve problems are ubiquitous challenges that the course addresses.</p> <p>As part of the course, students also apply HRM instruments in company contexts in a group semester project. Topics for these projects are determined prior to the course and in the past have concerned leadership assessment, performance-based pay, and working in virtual teams. Students are provided with background literature and specific tools to conduct the project and are accompanied by a project advisor who provides additional support.</p>				
Skript	There is no script.				
Literatur	A reading list and the respective documents are provided via moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>363-1080-00L</b>	<b>Power and Leadership</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Schmid, T. Noll</b>
Kurzbeschreibung	Students will learn about different leadership styles and how power and leadership play out in social interactions. Emphasis is placed on personal development and the implementation and application of topics to the workplace context.				

Lernziel	This course will enhance students' understanding of the complexity of hierarchical relationships in the workplace in weekly lessons that include lectures, analyses of leadership situations (e.g., case studies), exercises, and group discussions. More specifically, students will be informed about how power shapes people's behaviors and decision-making processes. They will learn to analyze the different elements that make a good leader such as personality traits, behavior, and skills. With case studies and small group exercises, students will learn to evaluate different types of social and emotional skills related to leadership. Students will be encouraged to reflect upon their own communication skills and leadership potential and will be given the opportunity to train their leadership skills. The course further addresses integrity and ethics in leadership.			
Inhalt	Lectures will include <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to the course and the topic of power and leadership, definitions</li> <li>- Leadership styles and theories: Universalist theories, behavioral theories, contingency theories, "new leadership" theories</li> <li>- Leadership, communication, and interpersonal skills (3 sessions): 1. Effective communication: Listening and speaking, running effective meetings, delegating effectively, giving performance feedback, 2. Hierarchy and communications: Pitfalls and solutions, communication training, 3. Importance of social skills for leadership effectiveness</li> <li>- Agility in teams: Overview of the Scrum Framework in the context of software development, leadership in agile teams, the role of motivation, training: experiencing first-hand how to develop a product in an agile way</li> <li>- Power abuses, ethics in leadership: Why do leaders behave unethically? Destructive leadership: theories, examples, and consequences</li> <li>- Diversity and discrimination in relation to power and leadership: Expectations, bias, and discrimination the workplace, sources of bias, how to reduce bias and discrimination</li> <li>- Leadership and innovation: Which are the particular paradoxes and trade-offs leaders face when they are leading for innovation? How could they successfully manage those challenges?</li> </ul> <p>Homework</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Writing a leadership skills training report (~20 hours)</li> <li>- Mandatory readings and exercises (~20 hours)</li> </ul>			
Literatur	Mandatory readings:  Riggio & Reichard (2008). The emotional and social intelligences of effective leadership: An emotional and social skill approach. Journal of Managerial Psychology, 23, 169-185.  Jost, J. T., Rudman, L. A., Blair, I. V., Carney, D. R., Dasgupta, N., Glaser, J., Hardin, C. D. (2009) The existence of implicit bias is beyond reasonable doubt: A refutation of ideological and methodological objections and executive summary of ten studies that no manager should ignore. Research in Organizational Behavior, 29, 39-69.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
			Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

## ▶▶▶ Micro and Macroeconomics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0515-00L</b>	<b>Decisions, Markets, and Games</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Lee, A. Bommier</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to microeconomics. The course emphasizes the conceptual foundations of microeconomics: decisions, markets, and games. The course contains concrete examples of their application.				
Lernziel	The purpose of this course is to provide master students with an introduction to graduate-level microeconomics, particularly for students considering further graduate work in economics, business administration, management science, public policy, or political science. The course provides the fundamental concepts and tools for graduate courses in economics offered at ETH and UZH.				
Inhalt	<p>After completing this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Students will be able to understand and use existing models to make predictions of consumer, firm, and market behavior.</li> <li>- Students will be able to understand and analyze strategic interactions using tools from game theory.</li> </ul> <p>Microeconomics is the branch of economics which studies the decision-making and strategic behavior by individuals, households, firms, industry, and government. The economic equilibrium is the result of agents' (strategic) interactions and, ultimately, this equilibrium determines the allocation of scarce resources. Microeconomics is an element of nearly every subfield in economic analysis today. This course introduces the fundamental frameworks which form the basis of many economic models, economic analyses, and research.</p> <p>The course is divided into two halves. The first half of the course focuses on the analysis of decisions and markets. The second half of the course focuses on the topic of game theory. The course content will be predominately theoretical, and it will make use of mathematical notation and techniques. However, throughout the course, relevant applications to individuals, business, and politics will also be presented to help illustrate and motivate key theoretical concepts.</p> <p>A broad outline of the content in each half of the course is described below.</p> <p>Decisions and markets:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theory of the consumer and producer (e.g., consumer preferences, budget sets, and optimal choice; demand functions; profit maximization).</li> <li>- Market structure and general equilibrium (e.g., perfectly competitive markets; market equilibrium in an exchange economy).</li> </ul> <p>Game theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normal-form games (e.g., dominated strategies and admissibility; Nash equilibrium in pure strategies; Nash equilibrium in mixed strategies).</li> <li>- Extensive-form games (e.g., backward induction and Subgame Perfect Nash Equilibrium).</li> </ul>				
Skript	The lecture will be based on lecture slides, which will be made available on Moodle.				

Literatur	The first half of the course ("Decisions and markets") is mostly based on the textbook by R. Serrano and A. Feldman: "A Short Course in Intermediate Microeconomics with Calculus" (Cambridge University Press, 2013). Another textbook of interest is "Intermediate Microeconomics: A Modern Approach" by H. Varian (Norton, 2014). Exercises are available in the textbook by R. Serrano and A. Feldman ("A Short Course in Intermediate Microeconomics with Calculus", Cambridge University Press, 2013). More exercises can be found in the book "Workouts in Intermediate Microeconomics" by T. Bergstrom and H. Varian (Norton, 2010). The second half of the course ("Games") is mostly based on the textbook by R. Gibbons "Game Theory for Applied Economists" (Princeton University Press, 1992).		
Voraussetzungen / Besonderes	The course is open to students who have completed an undergraduate course in economics principles and an undergraduate course in multivariate calculus.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>363-0575-00L</b>	<b>Economic Growth, Cycles and Policy</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Gersbach</b>
Kurzbeschreibung	This intermediate course focuses on the core thinking devices and foundations in macroeconomics and monetary economics, and uses these devices to understand economic growth, business cycles, crises as well as how to conduct monetary and fiscal policies and policies to foster the stability of financial and economic systems.				
Lernziel	- Fundamental knowledge about the drivers of economic growth in the short and long run, key macroeconomic variables and observed patterns in developed countries				
Inhalt	- Comprehensive understanding of core macroeconomic frameworks and thinking devices This intermediate course focuses on the core thinking devices and foundations in macroeconomics and monetary economics, and uses these devices to understand economic growth, business cycles, crises as well as how to conduct monetary and fiscal policies and policies to foster the stability of financial and economic systems. The course is structured in the following way:  Part I: Basics - Introduction - IS-LM Model in Closed Economy (Repetition) - Schools of Thought - Consumption and Investment - The Solow Growth Model  Part II: Special Themes - Money Holding, Inflation, and Monetary Policy - Crises in Market Economies - IS-LM Model and Open Economy - Theories of exchange rate determination - Technical Appendix				
Skript	Copies of the slides will be made available.				
Literatur	Chapters in Manfred Gärtner (2009), Macroeconomics, Third Edition, Prentice Hall. and selected chapters in other books and/or papers				
Voraussetzungen / Besonderes	It is required that participants have attended the lecture "Principles of Macroeconomics" (363-0565-00L).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

### ►►► Strategy, Markets and Technology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>365-1187-00L</b>	<b>Corporate Entrepreneurship and Innovation</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	How do corporation manage entrepreneurship and innovation? This course introduces you to how corporates manage the front end of an innovation process when ideation is important and how the commercialization process can be organized when prioritization is more important and ultimately decisions need to be made about which projects to select.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand how corporates and scale ups can structure an innovation process</li> <li>- To familiarize oneself with the key components of corporate innovation</li> <li>- To be able to develop subject criterions for prioritizing</li> <li>- To get knowledge of how to assess scale up potential</li> <li>- To be able to make a business case</li> </ul>				

Inhalt This module focusses on how to manage corporate entrepreneurship and innovation. Concepts such as ideation, corporate acceleration and incubation and corporate venture capital are taught based upon different real life cases. The teaching style is case based, which means that students are expected to prepare the case before coming to class. In addition to how corporates manage innovation, students are made familiar to the concept of technology hypes and the challenges these hypes bring to assess new technologies such as blockchain, AI or Quantum Computing. Guest speakers from the corporate world with experience in corporate venturing illustrate the content in a real life situation. In parallel to the taught component, students are made familiar to the double diamond in design thinking and challenged to come up with a business model innovation. Students will be expected during the program to develop an innovative business case for one of their companies in groups of 4 in parallel to discussing the most pertinent issues in managing corporate innovation processes. A standard method will be followed to develop the business case akin to a capstone project which includes many aspects of different courses such as finance, marketing, experimentation, etc.

The following content will be covered in the case teaching:

- How to structure an innovation process to get most out of your customers (discussion of the Kyriba case)
- How to achieve business model innovation and corporate renewal (discussion of the case of Robert Bosch)
- When is the right time to invest in new technologies (discussion of the case of Estelle, Switzerland's first democratic wealth management company)
- How to make a business case for long term technical innovations (discussion of Automated Valet Parking)

In addition to the case teaching, guest speakers will be invited to give their opinion on up to date innovation tools such as Adobe's Kick box, the use of Lean thinking in corporate venturing and the importance of spin-out policies for company renewal.

In addition to the 'classic' delivery of content, students are expected to work on an innovative business case of choice, for which they will receive guiding tools and support. In the last class, the teams will present the cases to each other and a winning case will be selected.

Individual grading (graded semester performance) is based on active participation in class, including case preparation. Group grading is based on the innovation capstone project: This written document will build on the methods and models discussed in this course (both in class and the reading materials) to develop a project proposal for an innovation project for the company you work in.

---

<b>365-1097-00L</b>	<b>Innovation Management</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Bubenzler</b>
---------------------	--	-----------	-------------	-----------	---------------------

Kurzbeschreibung This interactive course provides emerging leaders in technology-driven companies with critical insights and tools for addressing key challenges in innovation management.

Lernziel After completing this course:

1. Students can differentiate types of innovations and know how to choose adequate management approaches for each
2. Students understand how innovations can be generated inside and outside of organizations
3. Students can explain how technology-based innovations typically evolve and how to manage this evolution
4. Students understand fundamentals of innovation development and adoption in markets/ecosystems and related key strategic decisions
5. Students know how to overcome critical internal organizational challenges when developing innovations and scaling their adoption

Inhalt This course offers an intensive, three-day integrated learning experience to provide leaders in technology-driven enterprises with critical insights and fundamental tools for tackling key innovation management challenges. The course combines an innovative set of lectures with practical case studies taught by lecturers with experience in technology-driven start-ups and large firms in a variety of industries. This course is a highly interactive immersion into real-life challenges where established, evidence-based frameworks and contemporary models are used to develop leadership capabilities in technologically complex business environments. This course is thus designed to particularly suit the needs and expectations of engineers or other technology specialists who intend to develop the necessary vocabulary and tools in order to grow into more general leadership roles in technology-based organizations.

---

<b>363-0392-00L</b>	<b>Strategic Management</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Hacklin, M. Wallin</b>
---------------------	-----------------------------	-----------	-------------	-----------	------------------------------

Kurzbeschreibung This course introduces key competences, frameworks and methods for designing, implementing and executing strategy.

Lernziel The course "Strategic Management" introduces key competences, frameworks and methods for designing, implementing and executing strategy. Building on an overview of the basics of strategy as well as most prevalent concepts in strategic management, this course aims at equipping future leaders and strategy professionals with a solid foundation for analysing and developing strategy. Relying on the critical analysis and discussion of a series of cases, participants will be offered an opportunity to apply strategic problem solving in practice. By featuring seasoned executives and experienced strategy professionals within the in-class sessions, participants will become immersed into contemporary challenges of strategizing.

- Inhalt
- a. Introduction: Core strategy concepts
  - b. Industry dynamics I: What industry are we in?
  - c. Industry dynamics II: Technology, innovation and disruption
  - d. Resource-based view of the firm: Sustainable competitive advantage
  - e. Knowledge-based view of the firm: Organizational learning, human capital and beyond

The course "Strategic Management" offers an integrated learning journey consisting of in-class discussions on key concepts and methods, as well as case studies where participants gain exposure to strategic decision-making in real-life corporate settings. By offering a profound theoretical understanding of classic and contemporary angles of strategy, this course establishes a foundation on the core principles and key questions in strategic management. Through exposing participants into case study-based problem solving, this course offers deep dives into specific perspectives of strategic thinking and development. Participants will be offered the opportunity to present in front of an audience, become challenged and get additional feedback from seasoned executives and experienced strategy professionals.

Relying on the concept of competitive strategy as the conceptual backdrop of this course, we seek to establish a common ground for analysing and developing the position of a firm within its industry, on the basis of which, corporate leaders and strategy professionals follow the pursuit of securing firm performance. Moreover, we discuss the evolution of industries, and how strategic management as a practice is co-evolving in a changing world. We establish, explore and critically discuss the fundamental perspectives of industry dynamics, the resource-based as well as the knowledge-based view of the firm.

For each session, we offer a set of preparatory required readings, including detailed instructions for preparation (e.g., study questions). In order to establish an insightful and engaging in-class discussion—and to get most out of the course—we strongly encourage participants to come prepared to each session. Moreover, participants are also expected to read and understand the required readings that cover the most important articles from the past 30 years in strategy research. Finally, participants will complete team-based assignments focusing on case-based problem solving, which will be presented and discussed in front of the class. These case-based discussions will be complemented by testimonials from seasoned executives and experienced strategy professionals.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►►► Quantitative and Qualitative Methods for Solving Complex Problems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
365-1120-00L	<b>AI for Executives</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>	W	3 KP	2G	J. Zürcher
Kurzbeschreibung	This course will enable participants to shape the AI-driven future of their company. It focuses on building a roadmap of company-specific AI use cases roadmap, innovating with AI business models, and on the capabilities non-AI companies need to build to organically deploy AI. While acquiring the skills to drive an AI Transformation participants will draft an AI strategy for their own organization				
Lernziel	The primary aim of this course is to equip participants with the knowledge and skills to drive Data & AI value creation within their organization. This requires mastery of three major pillars of AI for business: operational capabilities, technology, and strategy. Each pillar entails a set of submodules, examples of which are listed in the 'Content' section below.				
Inhalt	Under the 'actionable learning' approach taken in this course, the submodules discussed in class will be structured around a short theory part, including case studies, followed by a guided exercise or group session, during which participants will apply what they have just learned to the context of their own company or organization.				
	Taken as a whole and consolidated, the output of these submodule exercises can form the basis for a complete AI strategy and transformation roadmap for an organization. The second aim of this course is therefore for participants to build a draft, actionable AI strategy for their own business.				
	The graded project to be delivered at the end of the course consists of a minimum number of completed submodule exercises, articulated into a coherent AI strategy relevant to a target organization.				
	<p>1st Pillar – AI Operational Capabilities (aka Enterprise AI)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ideate, structure, and prioritize AI use cases for your company using a systematic cost-impact assessment framework</li> <li>+ Build AI/ML/Data Product skills and teams in your organization</li> <li>+ Spread AI innovation and value realization across your company's organization, including operational, commercial, and business functions</li> </ul> <p>(Note: establishing values and processes for the ethical and legally compliant handling of data and AI is a key component of Enterprise AI and is covered in a dedicated course in the 3rd semester.)</p> <p>2nd Pillar – Technology of Data &amp; AI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Understand which of your company's business challenges AI/ML algorithms could possibly solve</li> <li>+ Understand the technologies, processes and organization required to manage the data that feeds these algorithms, and identify where your company has data maturity gaps</li> <li>+ Understand how to develop and operate AI-powered products and business applications</li> <li>+ Integrate real-time machine data into your AI applications: digital twins and the basics of scalable IoT cloud architectures</li> </ul> <p>3rd Pillar – AI Strategy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Understand the different business models that companies can apply to create economic value with AI, and identify those that are suitable to your company's context and market</li> <li>+ Understand the business environment implications of putting data &amp; AI at the core of an organization's strategy, then map the data ecosystem and data partnerships relevant to your company</li> <li>+ Articulate a coherent AI strategy for your company, including value drivers and a roadmap for use cases deployment and capabilities build-up</li> </ul> <p>Important note: Participants to this course must have a basic, yet solid, understanding of the main classes of Machine Learning algorithms: linear and logistic regressions, neural networks, decision trees, clustering methods, and NLP. This course will not address these topics, as they are covered in the 'Fundamentals of Machine Learning for Executives' course. Participants who take the 'AI for Executives' course but don't have working knowledge of ML, nor practical experience with developing ML algorithms, are strongly advised to take the 'Fundamentals of ML' course first.</p>				
Literatur	The course involves two pre-readings that students are kindly asked to read before the first class:				
	<p>Reading 1 DeepMind creates algorithm to predict kidney damage in advance <a href="https://on.ft.com/332Cx6V">https://on.ft.com/332Cx6V</a></p> <p>Reading 2 Building the AI-Powered Organization <a href="https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization">https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization</a></p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Kundenorientierung	geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
			Kreatives Denken	geprüft
			Kritisches Denken	geprüft
			Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

## ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
365-0881-01L	<b>Advanced Project Management: Cases and Coaching</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>D. T. Baumann, T. Haas, M. A. Zoller</b>
	<i>Minimum number of participants: 10 students.</i>				
	<i>The course is designed for students with at least 3 to 5 years of experience as project leader or sub-project manager. Good knowledge in project management methods is required.</i>				
	<i>Enrolment in all three courses "Advanced Project Management: Cases and Coaching", "Agile Project Management Introduction (365-1188-00)" and "Project Management Applied (365-0881-00)" is not possible. Only ONE of these three project management courses can be taken during the MAS MTEC studies.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs richtet sich an Personen mit 3-5 Jahren Projektleitungserfahrung als Projekt-/Teilprojektleiter und behandelt kritische Erfolgsfaktoren des Projektmanagements anhand von Fallbeispielen der Teilnehmer. Im Rahmen eines interaktiven Coaching- und Beratungsansatzes wird erlernt herausfordernde Situationen zu erfassen, zu analysieren und gemeinsam adäquate Lösungsansätze auszuarbeiten.				
Lernziel	Die Kursteilnahme befähigt die Teilnehmenden: 1. Kritische Situationen in komplexen Projekten zu erkennen und zu beschreiben. 2. Solche Situationen in Projekten in ihrem systemischen Kontext zu analysieren. 3. Klare Ziele für die Problemlösung zu formulieren. 4. Bedarfsgerechte Handlungsoptionen und Projektmanagement-Massnahmen zu entwickeln und im Hinblick auf ihre Wirkung zu beurteilen. 5. Einen strukturierten Prozess des kollegialen Coachings anzuwenden. 6. Projektmanagement-Erfahrungen auf andere Branchen und Projektarten zu übertragen				
Inhalt	Unklare Auftragssituationen, Zieloffenheit, divergierende Ansprüche zahlreicher Stakeholder, agile Organisationsformen, aber auch die Dynamik des technologischen Wandels, erhöhen die Komplexität in der Projektarbeit stark. Dadurch nehmen auch die Anforderungen an das Projektmanagement zu. Zudem treten bei der Projektabwicklung vielfach Probleme auf, deren Bewältigung die Projektleiter stark in Anspruch nehmen.  Der Kurs fokussiert auf herausfordernde Projektmanagement-Aufgaben aus dem praktischen Umfeld der Kursteilnehmenden. Alle Projektarten sind willkommen. Basierend auf aktuellen Fallstudien der Teilnehmenden wird die Identifikation und Beschreibung von kritischen Projektsituationen geübt. In einem strukturierten Beratungsprozess analysieren die Teilnehmenden die Situationen in ihrem systemischen Kontext und reflektieren so die Zusammenhänge und Wechselwirkungen. Durch Hypothesenbildung und gezielte Fragestellungen werden Ursachen und Wirkung diskutiert und darauf basierend individuelle Handlungsoptionen und Problemlösungsmassnahmen entwickelt.  Jeder Teilnehmende hat die Gelegenheit in einem anderthalbstündigen Beratungssetting einen aktuellen Fall zusammen mit Experten zu bearbeiten, was einen zusätzlichen Nutzen für die persönliche Projektarbeit stiftet.				
Literatur	Das Seminar wird von zwei bis drei langjährig praxiserfahrenen Projekt- und Managementexperten aus der Industrie, der Wissenschaft und der Beratung geleitet. Kuster et al., 2019. Handbuch Projektmanagement -Agil - Klassisch - Hybrid., Springer Gabler Berlin, 4. Auflage, pp 520, eBook ISBN 978-3-662-57878-0. Jenny, B., 2023. Strategien agil umsetzen mit adaptivem Projektmanagement.vdf Hochschulverlag, pp. 733, eBook ISBN 978-3-7281-4108-8.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Teilnehmenden sollen über mindesten 3-5 Jahre Projektleitungs-Erfahrung (Gesamtprojekte, Teilprojekte) verfügen und aus einem aktuellen Projekt eine Fallstudie zu einer Situation einbringen können, die sie im Bezug auf Projektmanagement besonders herausfordert. Fundierte Kenntnisse der Projektmanagement-Methodik wird vorausgesetzt.				



Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
<b>365-1188-00L</b>	<b>Agile Project Management Introduction</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>
	<i>This course is designed for junior project collaborators and junior project managers with little experience in project management. It is not suitable for experienced project managers.</i>			<b>D. Ritler</b>
	<i>Enrolment in all three courses "Agile Project Management Introduction", "Project Management Applied (365-0881-00)" and "Advanced Project Management: Cases and Coaching (365-0881-01)" is not possible. Only ONE of these three project management courses can be taken during the MAS MTEC studies.</i>			
Kurzbeschreibung	It seems, agile and hybrid project methods are becoming more and more important. Is this the case? The participants shall be capable to assess this question for themselves. Therefore this course teaches internationally accepted and state-of-the-art agile basics for a result-oriented project planning and realization and its application in practical situations.			
Lernziel	<p>After taking this course, students ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the frameworks, the principles and values of agile and how it differs from traditional project management methods.</li> <li>• are able to set up an agile project setting on the basis of a project charter.</li> <li>• can plan with agile techniques such as user stories, product backlog, sprint planning and estimation.</li> <li>• know how to execute a agile project including conducting daily stand-up meetings, sprint reviews, retrospective and others.</li> <li>• apply the key metrics such as velocity, burn-down charts and cycle time.</li> <li>• are able to manage agile teams including how to empower team members, facilitate collaboration and manage conflicts.</li> </ul>			
Inhalt	<p>The course is mainly aimed at junior project staff, junior project managers, junior scrum masters. Project management or project manager experience is not required. However, it is advantageous for participants to have minimal agile project work experience in order to be able to apply the knowledge in an ongoing project during the course.</p> <p>However, more experienced project staff who have not yet received a systematic introduction to agile project management are also addressed.</p> <p>The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition and basics of projects and project management</li> <li>- Principles of agile project management</li> <li>- Setup of an agile project, team, roles, tools</li> <li>- System analysis and project boundaries</li> <li>- Stakeholder management, communication in projects</li> <li>- Project planning</li> <li>- Project execution: diagnosis and steering</li> <li>- Analysis and management of risks and chances</li> <li>- Roll-out: documentation, instruction and training, project completion</li> <li>- Toolbox with tips and useful tools in project management</li> </ul> <p>The sequences are first explained with theory and then supplemented with examples and experiences. Subsequently, several sequences will be implemented in groups by means of a participants project example.</p>			
Literatur	<p>So, if you want to realize a consistent agile project planning for your project, you will find a systematic instruction in this course. Key Reading: The agile manifesto (<a href="https://www.agilealliance.org/agile101/the-agile-manifesto/">https://www.agilealliance.org/agile101/the-agile-manifesto/</a>)</p>			
<b>365-1085-00L</b>	<b>Business Experimentation</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i> <i>Minimum number of participants: 12 students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>
Kurzbeschreibung	This seminar teaches students how to design, conduct and analyze small but insightful experiments in business environments.			
Lernziel	<p>After participating in this course, students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Recognize situations in their work routines in which empirical testing is helpful or even necessary</li> <li>2) Translate the business problem into a research question</li> <li>3) Identify structural, situational, and contextual factors that might influence the outcome and formulate hypotheses</li> <li>4) Select the proper experimental design</li> <li>5) Develop experimental treatments and stimuli</li> <li>6) Determine sample characteristics</li> <li>7) Collect data for business experiments</li> <li>8) Analyze experimental data</li> <li>9) Derive managerial implications from the empirical results</li> <li>10) Consider ethical issues in the context of business experiments</li> </ol>			
Inhalt	<p>Seemingly ubiquitous "big data" from human and technical sources promise radically new insights into the customer's mind but come with some strings attached: collecting and analyzing "big data" is expensive and complex; translating results into managerial implications is usually difficult.</p> <p>In this seminar, we present a more efficient way to create knowledge about customers: marketing experimentation - the systemic variation of marketing parameters, which are expected to have an impact on central customer variables such as buying behavior, customer value or brand image. In contrast to big data marketing analytics, smart business experiments are easy to handle and the results are easy to implement. In this seminar, students will be given the necessary skills and knowledge to plan, conduct and analyze their own business experiments.</p>			
Literatur	<p>Anderson, Eric T. and Duncan Simester (2011), "A Step-by-Step Guide to Smart Business Experiments," Harvard Business Review, 89 (3), 98-105-105.</p> <p>Davenport, Thomas H. (2009), "How to Design Smart Business Experiments," Harvard Business Review, 87 (2), 68-76.</p>			

<b>365-1086-00L</b>	<b>Organizational Change Management</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Banerjee</b>
Kurzbeschreibung	In our course, we will examine the organizational change management process. We will also make an emphasis digital transformation. Three main themes are covered:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Human &amp; process side of change</li> <li>2. Neuroscience of change</li> <li>3. Organizational culture to drive change</li> </ol>				
Lernziel	The objective of this course is to enable you to lead an organizational change process more confidently in your company, while taking into consideration all the relevant components that will contribute to a successful implementation. Change management is all about creating the compelling story and a robust process to make people feel the need to change by elevating the spirit, capturing the collective energy, intelligence, imagination, and goodwill. We will approach change in a holistic term, adapting to context and encompassing behavioral, emotional, and cognitive aspects that may contribute to successful change initiatives.				
	You will gain insights on your own organizational change management strengths, weaknesses, blind spots and how you may wish to compensate for any eventual shortcomings. Key learnings include:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>+Understanding the change process with tools and frameworks</li> <li>+Recognizing how people adopt change differently</li> <li>+Examining organizational cultures that facilitate or impede change</li> <li>+Positioning the change within the organization</li> </ul>				
Inhalt	<p>Why do so many organizational change initiatives fail or do not fully meet expectations? A first part of the answer may be that change initiatives are managed as programs or projects often taking a step-by-step or recipe approach. Our approach is different. It is based on understanding how individuals change in an organizational context.</p> <p>Our course is based on lectures, discussions, team work and analysis of short business cases.</p> <p>The course is set-up in three main parts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Human &amp; process side of change: we learn and discuss the predominant organizational change frameworks and paradigms as well as their shortcomings and come up with ways to create a more robust process.</li> <li>2. Neuroscience of change: science has deciphered a wealth of knowledge about the human brain, intelligence and emotions. There are some groundbreaking findings that are pertinent for change leaders. Together, we will discover the latest research on how humans beings cope or adopt to organizational change.</li> <li>3. Organizational culture to drive change: The colloquial definition is 'the way we do things around here.' Often, organizational culture is deeply embedded in firms and the company 'lives' the culture and their values without much conscious awareness. Understanding organization culture is a key lever in business transformation.</li> </ol> <p>We will analyze short business cases in a context of digital transformation. The first case is a formidable journey that the Volkswagen group has embarked upon at CARIAD and the second is a fictitious set-up in a digital transformation context at Rolex. You will get the short cases either prior to the class sessions or as in-class assignment.</p> <p>We will discuss change implementation process in detail. We will also take some time to explore our own personal change management styles, apparent strengths and how we may compensate for weaknesses and blind spots. You will have an opportunity to work in teams to practice your approach to change. The overarching idea is to balance academic theory and real-life practices.</p> <p>You will receive the course preparation materials via moodle.</p>				
Literatur	<p>Leading change - John Kotter Our iceberg is melting - John Kotter "HBR's 10 Must-Reads on Change Management"</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Full participation to all 5 sessions is required.</p> <p>It is expected that participants not only 'sit' in the classroom, but actively participate and share their experience in a lively and open manner.</p> <p>After the first 3 sessions, groups will be formed of ideally 4 students per group. Each group will propose a practical case study, if possible a real case where change is needed or change was badly managed, and work through the whole learnings acquired during the course 'change management' to present a 25 minutes proposal of how to tackle the change in this particular situation. All the participants of the course will be present during all the group presentations, in order to give feedback, observations and learn from each other. This part will form the 2 last sessions, which will take place a few weeks after the first 3 sessions, enabling participants to find the time to work on their presentation.</p>				
<b>365-1112-00L</b>	<b>Digital Transformation and Value Creation</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i> <i>Minimum number of participants: 15 students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Cooray, R. Duus</b>
Kurzbeschreibung	Digital technology is transforming how organisations create value, drive innovation and collaborate with ecosystem partners. During this course, we will explore the impact of digital transformation on organisations and the wider ecosystems organisations operate in. Using frameworks and tools, we explore how organisations can re-think and re-imagine new value creation and enhance competitiveness.				
Lernziel	<p>After completing this course students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apply strategic frameworks introduced in class to understand how digital transformation is impacting organisations</li> <li>- Analyse how organisations across industries have approached digital transformation in order to create new value</li> <li>- Understand the importance of wider digital ecosystems and inter-organisational collaboration modes for the creation of new digital products, services and solutions</li> </ul>				

Inhalt	<p>Those organisations that embrace technology-led transformation adapt and respond to emergent challenges ahead of others. This course is an action learning experience team-taught by two academic faculty. During the sessions, we will consider core themes, including value creation in digital environments and the challenges and opportunities for born-digital and incumbent businesses.</p> <p>We will discuss digital customer aspirations and you will gain experience of designing and evaluating dynamic digital journeys, leading to innovation and competitive realignment of organisations.</p> <p>You will work in teams to examine organisations and understand how they respond and adapt to fast evolving digital environments. Drawing on our own research, we will introduce you to strategic frameworks, which will also be useful in your own professional work.</p> <p>This course particularly appeals to those who are inquisitive about value creation and innovation and who wish to better understand the impact of digital technologies on organisations, industries and customers. We will explore how organisations across different industry sectors respond to the new digital opportunities. It is expected that learning from the course will help you to address identified challenges for your own organisation and build on your current knowledge.</p> <p>To manage expectations please note that although we encourage you to discuss digital transformation challenges facing your own organisations, we will not be able to resolve them within this 2-day course. It is essential that you complete the provided readings prior to the course.</p>
Literatur	Readings and other material will be provided via the Moodle site.
<b>365-1173-00L</b>	<p><b>Fundamentals of Machine Learning for Executives</b>      <b>W</b>      <b>1 KP</b>      <b>2S</b>      <b>J. Zürcher, T. Motz</b></p> <p><i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>  <i>Please register by 21.01.2024 at the latest via myStudies.</i></p>
Kurzbeschreibung	Machine Learning is a subfield of Artificial Intelligence based on the idea that algorithms can learn from data, recognize patterns, and make predictions. Business leaders don't need to code themselves, but must understand the principles and limitations of ML to make informed strategy decisions. The course teaches concepts of ML, provides minimum coding examples and demonstrates ML technologies.
Lernziel	<p>Although open to all interested MAS students, this course is specifically designed to bring participants to the subsequent 'AI for Executives' core course to a basic understanding of how Machine Learning works, what it can do for businesses, and how companies can develop their own ML algorithms. Without this prior knowledge, participants to the 'AI for Executives' course may struggle to achieve the intended learning objectives.</p> <p>Who should join: participants to the 'AI for Executives' course who have neither working knowledge of ML, nor practical experience with developing ML algorithms.</p> <p>Who might not benefit from this course: professional data scientists and ML engineers, or anyone with deep prior exposure to ML engineering in a business or academic setting.</p> <p>Learning Objectives: Participants will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand, how ML works in theory and practice <ul style="list-style-type: none"> <li>o Basic concepts of ML</li> <li>o Minimum Coding Examples in R</li> <li>o Automated/Augmenting ML technologies</li> </ul> </li> <li>• learn, what ML can do and can't do <ul style="list-style-type: none"> <li>o Limitations on questions that can be answered</li> <li>o Performance metrics</li> </ul> </li> <li>• understand, how to put ML in practice in a business context / company (Code vs. Lo/NoCode vs. hybrid decision)</li> </ul> <p>The students should benefit from the interaction between lecturers and students as well as from the interaction between the students themselves. During the lectures attention will be paid to regular activation, for example by exercises, by surveys or by reflection on the content.</p>
Inhalt	<p>Strongly recommended for MAS students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• who take "AI for Executives" in the coming semester</li> </ul> <p>AND</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• who don't have a background in Machine Learning / Data Science</li> </ul> <p>Day 1 (full day): Introduction, basic concepts and exercises with classification and Regression algorithms</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxonomy of Machine Learning algorithms</li> <li>- Classification (Decision Trees, Neural Networks) <ul style="list-style-type: none"> <li>o Includes in-class exercises with minimum coding examples in R</li> </ul> </li> <li>- Regression (Linear Regression, Neural Networks) <ul style="list-style-type: none"> <li>o Includes in-class exercises with minimum coding examples in R</li> </ul> </li> <li>- Graded Project Kick-off</li> </ul> <p>Day 2 (full day): Basic concepts of ML algorithms (continued)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clustering (K-means, DBSCAN)</li> <li>- Time Series</li> <li>- Natural Language Processing</li> <li>- Each project team to pitch their project's findings and conclusions to the class: <ul style="list-style-type: none"> <li>o 10 mins presentation per project/team</li> <li>o 10 mins discussion per project/team</li> </ul> </li> <li>- Course Wrap-up</li> </ul>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>365-1174-00L</b>	<b>Machine Learning for Industrial Applications</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>O. Fink</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to introduce machine learning methods applied in industrial applications and to create an understanding how to define the problems in a way that would allow their solutions in the context of industrial applications where labeled data remains scarce, the variability of the operating conditions and diversity of the systems poses a significant challenge on the developed ML models.				
Lernziel	Students will - be able to understand the main challenges faced by intelligent maintenance and operations systems -learn to select appropriate tools for the specific problem -learn to evaluate the performance of the applied algorithms -learn to identify the requirements for the deployment of the algorithms -learn identify potential misconceptions and fields of improvement -learn how to define the problem is a way that allows its solution				
Inhalt	While application fields such as computer vision and natural language processing have been flourishing, machine learning applications for industrial systems have still not realized their potential. While condition monitoring and operational data have been increasingly collected, many applications have still not overcome the level of proofs of concepts. The challenges faced by industrial applications include lack of correctly labeled datasets, high diversity of the systems, their configurations and operating conditions, diverse environmental conditions and data collection setups, noisy labels, diverse types of collected data. The developed solutions are often not scalable and fail to generalize.  This course provides insights in selecting, designing, optimizing and evaluating machine learning algorithms to overcome the challenges faced by intelligent maintenance and operations systems of complex engineered systems.  Specific topics include:  -Introduction to condition monitoring and predictive maintenance systems -Feature extraction and selection methodology -Machine learning algorithms for fault detection and fault isolation -End-to-end learning architectures (including feature learning) for fault detection and fault isolation -Unsupervised and semi-supervised learning algorithms for predictive maintenance -Machine learning algorithms for prediction of the remaining useful life -Performance evaluation -Predictive maintenance systems at fleet level -Domain adaptation and generalization for fault detection and diagnostics -Introduction to decision support systems for maintenance applications -Benefits and costs of predictive maintenance  Small case studies will be elaborated and discussed in groups.				

<b>365-1141-00L</b>	<b>Platform and Ecosystem Strategies</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i> <i>Minimum number of participants: 15 students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>F. Hacklin, M. Wallin</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we unpack the strategies that underpin the platform business model, i.e. a business model that creates value by facilitating exchange, collaboration and interaction between several actors. We aim to understand why and how global platform companies have risen to dominate industries and discuss strategies for developing and managing platforms as well as their surrounding ecosystems.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the nature of platform businesses</li> <li>• Distinguish platform businesses from input-output businesses</li> <li>• Identify effects of digitalisation on the economics of platforms</li> <li>• Discuss global distribution of value in platform businesses, USA-China-Europe</li> <li>• Develop strategies for platform-based business models</li> <li>• Critically assess and discuss strategic repercussions and pitfalls</li> </ul>				

Inhalt	<p>Platforms are en vogue. Whether in developing new start-up business ideas, attending academic conferences, or listening in on C-level conversations, the topic of platforms being a new source for growth appears to be omnipresent.</p> <p>In this course on "Platform and Ecosystem Strategies" we will strive to be practically relevant but at the same time maintain conceptual clarity and academic rigor. We will critically unpack the strategies that underpin the platform business model, i.e. business models that create value by facilitating exchange, collaboration and interaction between several actors, often mediated by information and communication technologies. A critical and analytical stance is necessary—just because something is labeled a 'platform' does not necessarily make it a platform. Indeed, in public conversation and in managerial practice there is a certain degree of misunderstanding of the platform and ecosystem concepts that this course seek to address.</p> <p>Content-wise, we will aim to understand the mechanisms by which global platform companies such as Airbnb, Uber, Alibaba or Facebook have risen to dominate industries and displace incumbent firms on the one hand, yet on the other hand what firms in other sectors and industries (e.g., B2B or healthcare) can learn from platform strategy to develop unique positioning on the market. Specifically, we will discuss different types of platforms (such as innovation, transaction or hybrid platforms) and zoom in on the different underlying logics for how they contribute to creating and capturing value. Further, we will gain insights on the inherent limitations behind the economics of a platform and will critically assess strategic repercussions and pitfalls of blindly following the platform bandwagon. Finally, through our case group work, we will develop experience in working with tools to visualize, model, and plan platforms as well as to design, manage and operate surrounding ecosystems.</p>				
<b>365-0881-00L</b>	<b>Project Management Applied</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>D. Ritler</b>
	<p><i>This course is designed for junior project collaborators and junior project managers with little experience in project management. It is not suitable for experienced project managers.</i></p> <p><i>Enrolment in all three courses "Project Management Applied", "Agile Project Management Introduction (365-1188-00)" and "Advanced Project Management: Cases and Coaching (365-0881-01)" is not possible. Only ONE of these three project management courses can be taken during the MAS MTEC studies.</i></p>				
Kurzbeschreibung	This course teaches internationally accepted and state-of-the-art methodological basics for a result-oriented project planning and realisation and its application in practical situations. The course content is according to international standards.				
Lernziel	The participants are able to create a project plan on the basis of a project charter and have the basic knowledge to successfully implement the project. They recognize the important success factors and typical stumbling blocks of project management and know how to efficiently use the tools and techniques of internationally recognized PM methods.				
Inhalt	<p>The course is mainly aimed at junior project staff or junior project managers. Project management or project manager experience is not required. However, it is advantageous for participants to have minimal project work experience in order to be able to apply the knowledge in an ongoing project during the course.</p> <p>However, more experienced project staff who have not yet received a systematic introduction to project management are also addressed.</p> <p>The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition and basics of projects and project management</li> <li>- System analysis and project boundaries</li> <li>- Stakeholder management, communication in projects</li> <li>- Development of objectives and deliverables, project charter</li> <li>- Structuring projects: phases, milestones, work breakdown structure</li> <li>- Principles of agile project management</li> <li>- Project planning (time, resources, costs)</li> <li>- Project controlling: diagnosis and steering</li> <li>- Analysis and management of risks and chances</li> <li>- Project organisation and roles</li> <li>- Roll-out: documentation, instruction and training, project completion</li> <li>- Toolbox with tips and useful tools in project management</li> </ul> <p>The above 12 sequences will be deepened first with theory and then with examples and practical experience. Subsequently, several sequences will be implemented in groups by means of a participant project example.</p> <p>So if you want to realize a consistent project planning for your project, you will find a systematic instruction in this course.</p>				
Skript	Witschi, Alean-Kirkpatrick, Pardo, 2010, Project Management With special information relating to research projects and dissertations				
Literatur	The english version of the project management handbook above is available as well, ISBN 978-3-662-45372-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Target Groups: Junior Project collaborators and junior project managers important: the course isn't suitable for experienced project managers!				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>365-1176-00L</b>	<b>Resilience - Beyond Risk Management</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>O. Kocsis, B. J. Bergmann, A. van Vegten</b>
Kurzbeschreibung	In the business world of today classical risk management is challenged at different fronts. Rising complexity of supply chains, distributed production to name a few face increasing levels of natural hazards like floods, droughts, tsunamis but also cyber risks. This makes it hard to apply standard approaches from classical risk management. Hence the new framework of resilience enters business.				

Lernziel	In this lecture we focus on today's business mindset that is challenged by volatile business conditions and pushed into decision making under uncertainty and the challenge: How can planning and business be transformed towards a more resilient business?
	<p>The overall objective of the course is to better understand the concept of resilience and bring it closer towards actionable business insights.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the buzzword of resilience by carving out at the differences to risk management, and business continuity management</li> <li>• Learn to know resilience in different systems with practical considerations from natural to manmade environments: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand resilience of natural systems and their link to biodiversity</li> <li>- What is the role of resilience in climate change, e.g. for critical infrastructure and adaptation of livelihoods?</li> <li>- How to foster resilience in business contexts: evaluate innovative digital solutions in complex supply chains</li> <li>• How can resilience be fostered in a system on a short (operational), a medium (tactical) and a longer-term strategic time scale?</li> </ul> </li> </ul>
Inhalt	<p>Resilience comes with many definitions and different contexts. It can be seen as a basic attempt to create a new understanding of how humans and nature interact, adapt and impact each other amid change and refers to the capacity of a system, be it an individual, a forest, a company, a supply chain or an economy, to deal with change and continue to develop. It is about how humans and nature can use shocks and disturbances like a financial crisis or climate change to spur renewal and innovative thinking.</p> <p>This 4-day bloc course brings in the views of external experts as guest speakers from different contexts such as biodiversity, hospitals, supply chains, risk &amp; insurance management as well as challenges from e.g. climate change to cyber risk, some of them as practical cases for group work.</p> <p>During the course we will start from characterizing systems as well as their environments and aim at influencing the systems as well as their characteristics; from contrasting positions such as resilience vs. efficiency towards: how to combine resilience as well as efficiency?</p> <p>Understanding, leveraging, and managing resilience in natural, organizational, and business contexts:</p> <p>From understanding the notion of resilience</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- as inherent characteristic of natural systems with their rich biodiversity;</li> <li>- as a key factor in mastering climate change;</li> <li>- bringing it into the organizational and business context:</li> </ul> <p>to measuring resilience and making it a competitive advantage.</p> <p>As such the block course will build on critical thinking and reflection on current environments and how to change and influence them under uncertainty, beyond the known deterministic prediction and planning approach. As such the course builds capabilities, which considering the upcoming transformation of the societal and business environment might change overcome the paradigm of the efficient, yet vulnerable system and environment.</p>

<b>365-1148-00L</b>	<b>UrbanTech Ecosystems</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Urban spaces and cities are fast becoming overcrowded, polluted and unable to meet business and citizen needs. Organisations must work together to create human-centric and sustainable environments and digital technologies will play a pivotal role in achieving this. We explore and critically evaluate how dynamic ecosystems and next-generation digital technologies provide transformative solutions.				
Lernziel	After taking this course, students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the key pillars of urban and smart city design and aspirations</li> <li>- Identify and explore different urban governance approaches</li> <li>- Analyse how new multi-partner ecosystems emerge within urban environments</li> <li>- Explore different approaches to transforming urban environments with digital technologies</li> <li>- Critically discuss the 'darker sides' of technology and data-driven cities</li> </ul>				
Inhalt	<p>By 2050, the total number of people living in cities is expected to grow from approximately 4.4 billion today to 6.7 billion (United Nations, 2020). This exponential growth puts significant pressure on organisations and public sector institutions to provide efficient and high-quality services, solutions and experiences for citizens. Many cities are also working towards meeting sustainability and environmental goals, which requires a significant reduction in carbon emissions. This is no easy task and will require a collective effort of public sector institutions, private organisations, entrepreneurial ventures and citizens.</p> <p>Digital technologies, such as artificial intelligence, Internet of Things and advanced analytics, are often expected to bring about the necessary transformative change to create future-ready cities. In fact, cities are hotbeds for new digital innovation, driven by incubators, accelerators and urban tech funding. While digital technologies are at the heart of new urban solutions, these technologies alone will not be enough. We also need transformative behavioural change as well as effective, collaborative ecosystems to create our future communities.</p> <p>Therefore, we explore different approaches to urban governance. In particular, we consider forms of governance that emerge when human decisions are influenced by real-time data analytics, citizen data and object data. This creates a form of human-tech governance. We also explore governance from an ecosystem perspective which takes place when decisions emerge from an assemblage of participant groups and organisations. Within this discussion, we also explore key issues related to data, privacy, tech-driven progress, surveillance and personalisation. We refer to these as the 'darker sides' of UrbanTech transformations, which is an increasingly important topic in today's data-conscious society.</p> <p>To put our learning into practice, we connect with experienced individuals who are leading the transformation of cities driven by digital technologies and dynamic, collaborative ecosystems. We discuss the opportunities and challenges for different UrbanTech project initiatives.</p> <p>You will have the opportunity to explore different approaches to urban transformation from around the world. We will analyse examples from Scandinavia, North America and Canada, South East Asia and China and The Middle East. These regions offer different perspectives on business ecosystems and how digital technologies can and should be used to create urban spaces of the future.</p>				
Literatur	Readings and other material will be provided via the Moodle site.				

s. *Wahlfächer MTEC MSc*

<b>363-1076-00L</b>	<b>Accelerating Net-Zero Transitions: Technology, Firms, W and Policy</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Knöri, B. Girod, B. Probst</b>
	<p><i>To ensure a seminar-like course with engaged discussions, we would like to keep the course small. Students should provide a short (max. 250 words) motivation statement on why they want to take this elective. Please send it by Friday, 9th February 2024, to nstolz@ethz.ch with the subject line "Motivation Letter - 363-1076-00L".</i></p>			
Kurzbeschreibung	Explore the multifaceted journey toward net-zero emissions by studying the synergy between cutting-edge climate technologies, corporate strategies, markets, and impactful policy frameworks. Examine case studies and engage in discussions on how technology innovation, corporate actions, and policy decisions intersect to drive sustainable change.			

Lernziel	Goal: Understand how technology, firms, and policy can accelerate the transition towards net zero		
Inhalt	<p>1.) Firm: Understand the distinct role of firms in scaling climate technology, the role, scope, and stringency of voluntary and mandatory targets, and the differences between companies</p> <p>2.) Technology: Understand the difference between CCUS and CDR and understand the key technologies, their advantages, and drawbacks</p> <p>3.) Policy: Understand the unique role of policy and key pieces of CDR legislation</p> <p>We face a climate and sustainability crisis which requires a rapid transition to net-zero emissions by mid-century. However, some hard-to-decarbonise sectors will likely have residual emissions well beyond the middle of this century that must either be removed from the atmosphere or captured at the source. While Carbon Dioxide Removal (CDR) and Carbon Capture and Storage (CCS) technologies and companies exist today, their deployed capacity today is low, and it will be challenging to scale the technologies, infrastructure and industry fast enough to balance a significant share of residual emissions by 2050.</p> <p>This course will cover the synergies between cutting-edge climate technologies, corporate strategies, markets, and impactful policy frameworks. Students are enabled to answer critical questions such as: What are barriers hindering the diffusion of a certain climate technology? What roles do firms play in scaling climate technologies? What is the difference between CCUS and CDR, and what are key technologies? What role does policy play in the deployment of climate technologies?</p> <p>The lecture is divided into four parts:</p> <p>1. Technologies: Introduction to essential frameworks for assessing climate technologies' environmental and economic performance and overview of key technologies for reaching net zero.</p> <p>2. Role of firms in technology diffusion: Overview of the role of firms in the net-zero transition. What role do voluntary targets play in the transition? What role can different company archetypes play in the diffusion of climate technologies?</p> <p>3. Role of markets in net-zero transitions: Understanding the role of markets in net zero transitions. What is the difference between compliance and voluntary carbon markets? How do markets potentially accelerate or hinder a fast transition to net-zero? What other markets are relevant for net-zero transitions?</p> <p>4. Role of policy and politics in net-zero transition: Understanding the need for policy in technology diffusion and net-zero transitions and how policy can support technology diffusion. What is the motivation for policymakers to accelerate climate technology diffusion? Why is CDR legislation central to the diffusion of these technologies?</p> <p>The list of concepts, tools and techniques applied and discussed in this lecture includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analytical tools to assess the environmental performance of climate technologies (e.g. Life Cycle-Assessment).</li> <li>- Economic view on the diffusion of climate technologies.</li> <li>- Policy view on the diffusion of climate technologies.</li> <li>- Evolutionary perspective (e.g. technological learning).</li> <li>- Relevant environmental policies (e.g. standards, labels, carbon pricing).</li> <li>- Relevant market-based approaches (e.g. voluntary vs. compliance markets).</li> <li>- Techniques for convincing presentations (e.g. TED-style presentation).</li> </ul>		
Skript	Handout and exercises will be available on electronic platform.		
Literatur	Relevant literature will be available on electronic platform.		
Voraussetzungen / Besonderes	Interest in sustainability and climate action.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>363-1171-00L</b>	<b>Business Simulation</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Stettner</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an experiential learning environment for the creation and execution of corporate and business-level strategies in a competitive market. Participants adopt the role of executive decision-makers and make strategic and tactical decisions about purchasing, production, marketing & sales, finance, human resources, and R&D, while anticipating and managing stakeholder effects.				
Lernziel	Upon completion of the course, the student will be able to better formulate and implement strategies that drive competitive organizations. This course will provide insight into how to identify and choose a superior competitive position, how to analyze a strategic situation, and how to create the organizational context to make the chosen strategy work. As such, the objectives of this course are to deploy conceptual frameworks and models to analyzing competitive situation and strategic dilemmas and gain insight into strategic management. You will build on insights developed in other course, explore and apply tools to arrive at understandings that are both applicable in the business world and deeply rooted in a thorough academic understanding. The emphasis throughout is on the application of conceptual models which clarify the interactions between industry, competition, firm resources, and the structure and development of firm capabilities.				

**Inhalt** This course is ideal for students who want to practice strategic thinking about a company as an inter-disciplinary entity rather than from a functional standpoint (e.g., marketing, finance, or operations). This course allows students to collaborate on developing and implementing business and corporate level strategies to effectively and efficiently coordinate activities, functions, people, and processes to achieve goals. As the managers of your simulated electronic sensor manufacturing firm, you will compete in multiple product markets to create and maintain competitive advantage by determining how your company should grow.

You will have access to the online simulation about two weeks before the course begins. You must thoroughly read the simulation manual and complete an individual exercise that may take up to two hours to complete. The goal of this preparation is to ensure that all course participants are on the same page and ready to handle the technical aspects of the simulation. Nonetheless, we will have plenty of time to practice and address any outstanding issues/questions. Thus, you must complete the exercise prior to the first-class meeting.

The performance of your company, i.e., how well your team "manages" your company, determines your grade in the team-based simulation. You will make a series of business decisions in the simulation that will be evaluated in a simulated competitive market. A total of 100 performance points (Pts) is possible. In general, firm performance will be determined by a firm's achievement on a Balanced Scorecard (as provided by the simulation), which includes a variety of performance measures such as equity position, short-term performance, and organizational and operational aspects. It is important to note that you are expected to be present and actively contribute to your company's effort. Your simulation grade may be adjusted based on feedback from team members.

Following each of the seven simulated years, we will review the firms' financial reports and try to identify strength and weakness and understand the coevolution of the firms within the industry. This will be a collective effort and each team will have the opportunity to take the lead in analysing its competitors and the industry.

- Literatur**
1. Duysters, G., Lavie, D., Sabidussi, A., & Stettner, U. (2020). What Drives Exploration? Convergence and Divergence of Exploration Tendencies among Alliance Partners and Competitors. *Academy of Management Journal*, 63(5), 1425–1454.
  2. Lavie, D., Stettner, U., & Tushman, M. (2010). Exploration and exploitation within and across organizations. *The Academy of Management Annals*, 4(1), 109–155.
  3. March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71–87.

**Book Chapters and Articles**

4. How Strategy Shapes Structure, W. Chan Kim; Renee Mauborgne 2009 R0909H-PDF-ENG
5. Innovating Across the Business Model, Peter Skarzynski, Rowan Gibson, HBS Press 2008 5112BC-PDF-ENG
6. Types of Innovation: Several Types on Many Fronts, HBS Press; 2003 7195BC-PDF-ENG

**Books**

7. Robert Burgelman, Clayton Christenson, and Steven Wheelwright. *Strategic Management of Technological Innovation*, 4th Edition, 2008,
8. Melissa Schilling, *Strategic Management of Technological Innovation*, 5th Ed, Mc Graw Hill, 2016
9. James Utterback, *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press, 1996, ISBN-13: 978-0875847405
10. Vijay Govindarajan, Chris Trimble, and Indra Nooyi, *Reverse Innovation*, HBR Press, 2012
11. Robert Grant, *Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition 9th Edition*, 2016
12. Richard Daft, *Organization Theory and Design 12 Edition* 2015

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
			Selbststeuerung und Selbstmanagement

<b>363-1070-00L</b>	<b>Cyber Security</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Frei</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	This course provides a solid understanding of the fundamental mechanics and limitations of cyber security to provide guidance for future leaders as well as individuals constituting our society. Introduction to the concepts, developments, and the current state of affairs in the cyber security domain. We look at the topic from the attackers, defenders and societies perspective.				
<b>Lernziel</b>	Upon completion of this course students understand the essential developments, principles, challenges as well as the the limitations and the state of practice in cyber security from the technological, economic, legal, and social perspective. The course provides an interdisciplinary overview, guidance, and understanding of the dynamics in cyber security to guide decision making in business and society. Students understand the topics from the attackers, defenders, and societies perspective.				



Inhalt	<p><b>Introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brief history of the rise of the Internet from the attackers, defenders, commercial and society perspective</li> <li>- Learning points from past and current assumptions, approaches, successes, failures, and surprises</li> </ul> <p><b>Internet Infrastructure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establish a high level understanding of the fundamental design principals and functional blocks of the Internet infrastructure</li> <li>- Understand strengths and weaknesses of present design choices from security perspective</li> <li>- High level understanding of relevant networking concepts, protocols, software applications, policies, processes &amp; organizations in order to assess these topics</li> <li>- Establish a functional, high level understanding of relevant aspects of cryptography</li> </ul> <p><b>Cyber Security &amp; Risk</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recognize cyber security as an interdisciplinary, highly dynamic, complex and adaptive system where increased interaction and dependencies between physical, communication, and social layers brings fundamentally different (and unpredictable) threats</li> <li>- Core security assets such as: confidentiality, integrity, availability, authenticity, accountability, non repudiation, privacy</li> <li>- Dominant players, protocols, and technologies</li> <li>- Different threat actors along the dimensions attacker goals, resources, approach, and threat</li> </ul> <p><b>Economics of Cyber Security</b></p> <p>Understand security challenges and limitations from an economic, rather than technological perspective</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From security perspective: incentives of industry vs. users, security as a negative externality, zero marginal cost of software, network effect, time to market, lock-in, switching cost, economics of usability, security as a trade-off</li> <li>- Social and psychological aspects of security</li> </ul> <p><b>Attacker Capabilities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attacker capabilities and the offensive use from technical, economic, organizational, and operational perspective</li> <li>- Understand common and novel attack and evasion techniques, proliferation of expertise and tools, optimal timing to use zero-day attacks</li> <li>- Attack types and malware development lifecycle and detection evasion techniques</li> <li>- Botnets, exploit markets, plausible deniability, distributed denial of service (DDoS)</li> <li>- Processes and dynamics in the (in)security community, cyber-underground</li> </ul> <p><b>Defense Options and Limitations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Functional principles, capabilities, and limitations of diverse protection and detection technologies</li> <li>- Security effectiveness and evaluation/testing of security technologies</li> <li>- Trade-off between efficiency and resilience against structurally novel attacks</li> <li>- Effectiveness baseline security measures</li> <li>- Know cyber information sources and frameworks</li> </ul> <p><b>Cyber Security Challenges</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Increasing software complexity and vulnerabilities, the illusion of secure software</li> <li>- Full disclosure debate, economics of bug bounty programs</li> <li>- Internet of things, Industry control systems (SCADA/ICS)</li> <li>- Security and integrity of the supply chain (IoT, Smart-X)</li> <li>- Social media and mass protests</li> <li>- Erosion of privacy</li> </ul> <p><b>Legal Aspects</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Legal aspects of cyber security, compliance, and policies</li> <li>- Know the fundamental national and international legal and regulatory requirements in connection with cyber security on a cross-sector and sector-specific level</li> <li>- Understanding of legal risks and measures for risk mitigation</li> </ul> <p><b>Past Guest Talks:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pascal Gujer - Digital Forensics Expert Kapo Zurich (Cantonal Police Departement Zurich)</li> <li>- Maxim Salomon - Previously at Roche now with Google as Technical Program Manager for Security of Mergers &amp; Acquisitions "The safety vs. security of cyber physical systems"</li> <li>- Marc Ruef - Security Expert, "Navigating the Cyber Underground"</li> <li>- Roger Halbheer - Executive Security Advisor for Microsoft in EMEA</li> </ul>			
Skript	Lecture slides will be made available online.			
Literatur	Paper reading provided during the lectures			
Voraussetzungen / Besonderes	First lecture 2024-02-19 via Zoom. Contact S. Frei for details.			
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft
<b>363-1153-00L</b>	<b>Decentralized Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
				<b>B. J. Bergmann, H. Gersbach, R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	DLT is emerging for a disruption of our current financial infrastructure. As such, Blockchain Finance seeks to combine open-source, peer to peer building blocks into sophisticated products using blockchain technology, seeking to disintermediate and decentralize the traditional financial service industry. This lecture will combine insights on DLT with recent applications from finance.			

Lernziel	<p>At its core, Blockchain Finance aims to provide financial products and services on blockchain technologies. The combination of decentralized, smart-contract-based business logic solutions with a blockchain-based settlement layer facilitates the creation of financial services in a decentralized way. Traditional, functional roles of trusted third-party such as brokerage firms, banks, are replaced by smart contracts which fulfill the functions automatically.</p> <p>The goal if this lecture is to let you understand,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The building blocks of Distributed Ledger Technology (DLT)</li> <li>- Some basic applications like smart contracts, tokens, decentralized autonomous organisations (DAOs)</li> <li>- Limitations and concepts for overcoming centralized financial systems</li> <li>- Recent advances on Central Bank Digital Currencies and other applications in DeFi</li> <li>- The business logic behind a decentralized applications (DApps)</li> <li>- How a DLT project is run within a larger organization and in the start-up context</li> </ul>				
Inhalt	<p>The lecture will cover also guest speakers from companies, start-ups, and agencies.</p> <p>The lecture will start with the fundamentals around blockchain technologies and smart contracts. Afterwards students learn about aspects and applications of blockchain finance, e.g. decentralised exchanges, tokenisations, digital currencies covering some theoretical and technological insights as well as insights on recent applications involving guest speakers from industry, start-ups, agencies. The focus of each session will be on the discussion part. You will be asked to prepare yourself (watch a video, read a paper, etc) for each session.</p> <p>Part 1: Intro to Blockchain, Focus on Exchanges, Transaction Ordering  Part 2: Smart Contracts; Focus on Programming, Attacks  Part 3: Decentralized Governance, DAOs and Applications  Part 4: Central Bank Digital Currencies, recent advances, and approaches  Part 5 &amp; 6: DeFi applications, legal aspects, challenges, opportunities &amp; risk in the corporate context</p> <p>The lecture is targeted to students across ETH with an interest in DLT. No specific coding experience is required. During the course you will follow step by step examples. For passing the course you will take online quizzes, selected exercises, and a short exam during the class.</p>				
Skript	There will be lecture slides to each section shared in advanced to each session.				
Literatur	Selected readings and books are presented in each session.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful but not mandatory.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft		
<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i>				
Kurzbeschreibung	An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.				
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.				
Inhalt	<p>The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.</p> <p>Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.</p> <p>Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert		
<b>363-1077-00L</b>	<b>Entrepreneurship</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Clarysse</b>

Kurzbeschreibung	This course introduces the various elements important to start an innovative business. These are: insights into how technology as a context shapes opportunities to start a business, assessing opportunities, protecting one's idea and technology, market testing and feedback, how to form a team, raising investment and deal evaluation, use of novel financing sources, development of term sheets.
Lernziel	This course enables to understand: How technologies develop from science to commercial products What kind of entrepreneurial opportunities emerge from this cycle How assumptions are tested in the market and evolve into business plans What the importance is of founding teams and how they are fit together How to raise money from various sources such as crowd funding, ICO, business angels and venture capitalists How to develop a business case How to negotiate and structure a funding deal
Inhalt	The course consists of theory sessions and coaching sessions. The latter are meant to give individual feedback to the students' business case they develop during the course.  The course is structured as follows:  In session 1, we discuss how science develops into technologies that are eventually commercialized into products ...We discuss how technology entrepreneurs can create ventures based upon the technology they work on, the demand they see in their environment or just through the mere aspiration of creating a company. We specifically focus on how these companies can create value in the absence of clear customer revenues and what the eventual outcome is of such a venture.  In Session 2, we look at how entrepreneurs do market research and how different types of market research help them to develop their business. The focus is on understanding customer behaviour and needs using tools and techniques drawn from the design thinking community.  In Session 3, we introduce the concept of "appropriability". For entrepreneurs, especially in a technology environment, it is very important to think about how they can appropriate value from the ideas they develop and the products they introduce in the market. Such appropriation can be enabled through legal mechanisms such as IP or might be facilitated through the way in which the company is set up. We also discuss how value can be delivered in an industry, how negotiation power can be assessed, what different actors need to be taken into consideration when determining the value flow in a network and, eventually, how to think of a business model annex business plan.  Session 4 touches upon a number of HR questions and managerial challenges for the budding entrepreneur: Is it better to go alone or in a team? Are there more or less successful compositions of an entrepreneurial team and if so, where to find the right co-conspirators? We also introduce the basic elements of making a financial plan.  Session 5 introduces you in the world of raising capital. You get an overview of the various sources of capital including business angels, accelerators, crowd funding, venture capital and corporate capital. Guest speakers from the financing industry will answer your questions with regards to getting finance.  Session 6 deals with the legal side of making a deal between an investor and a company. We also explain how to make an elevator pitch and how to pitch for money (including business plan competitions)  Session 7 consists of a Dragon's Den. Each student team has 8' to present their case and 7' for a Q&A. The Dragon's are qualified jury members from the Zürich entrepreneurial ecosystem.
Skript	The Theory Session are supported by a set of Powerpoint Slides which includes all the main elements covered.
Literatur	A script is provided for the Exercise Sessions, during which the students have to develop their own business case. Clarysse, B. & S. Kiefer The Smart Entrepreneur (Elliott & Thompson, 2011) is used as core reading material.  In addition, each session also has "advanced reading" papers, which are useful to deepen your knowledge about the specific subject under discussion. It is sufficient to read the introduction and the conclusions of the papers to get the core idea.  The papers are uploaded through Moodle, the book is available for sale at Amazon.com or can be ordered from any book store.
Voraussetzungen / Besonderes	No special background is needed.

<b>363-1122-00L</b>	<b>From Entrepreneurial Thinking to Market Relevance - W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<b>How Startups Scale</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>All interested students are invited to apply for this course by sending a short motivation letter to [NAME]: [Mailadresse]</i> <i>Additionally please enroll via mystudies.</i>			
Lernziel	This elective is relevant if you're planning to join or start a startup in the near future. It will help you recognise how value is created and captured. This includes go-to market, marketing & visibility across verticals & across the supply chain for sustained value capture & business model sustainability.  In short, it's the journey of how to create a billion dollar startup. At the conclusion of the course, the students are able to: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The difference between technology and market relevance</li> <li>2. Recognise challenges that startups face when they move from technology to commercialisation</li> <li>3. Addressing the failures of startups in scaling, and how early decisions limit scaling and value capture</li> <li>4. How recognising market need can help startups to create value and strengthen valuation with investors</li> </ol>			

Inhalt Technology startups face challenges in identifying market relevance in the course of commercialisation. Additionally, once they have matched their offering with market needs, they face additional challenges when scaling up since they get locked in early. Due to this, technology startups plateau off as niche.

Platform startups, on the other hand, struggle with retaining relevance. Due to these aspects, failure rates are very high.

This course addresses students who want to become entrepreneurs or want to join startups. They may come from business or science & technology backgrounds. The course will enable the students to identify the relevance of seeing the technology from an early stage startup from the market relevance perspective and use this to help the company drive revenue and relevance. The students will also get an overview of how platform startups can retain relevance. The students will have exposure to investors and entrepreneurs (with a focus on ETH spin-offs) through the course, to gain insight to commercialisation and subsequent scaling up of the technology.

Topics cover idea validation, technology and market size validation and assessment of market relevance, assessing time-to-market, customer focus, perceived value for customers, and finally, opportunities of maximising relevance of technology idea into sustained market traction. There is a particular emphasis on market validation on each step of the journey, to ensure relevance.

The course comprises lectures and talks from invited investors / entrepreneurs regarding the aforementioned elements. Additionally, students will form teams and will support an existing startup over the course of the semester. This will allow them to gain first-hand experience and insights into the dynamics of a early stage company. By having such real-life exposure, the course content will be transferred from theory to practice.

Grading of the course will be based on in-class presentations, class interaction as well as the student teams' performance and feedback from their selected startups.

Literatur "From Science to Startup" by A. Sethi

363-0448-00L	Global Operations Strategy	W	3 KP	2G	O. von Dzengelevski
Kurzbeschreibung	This course equips students aspiring to work in globally operating companies with a theoretical foundation and practical skills for the strategic configuration and coordination of global production networks.				
Lernziel	Students will be able to analyze, plan, and design factory networks. 1. Students will be able to analyze the strengths and weaknesses of a company's global factory network. 2. Students will be able to conduct a basic factory localization analysis and elaborate on the risks involved and the limitations of the chosen method. 3. Students will be familiar with key issues in managing global operations. 4. Students will develop an understanding of how companies' global operations relate to current global issues and challenges. 5. Students will be able to analyze a global productivity improvement program. 6. Additional skills: Students will acquire experience in teamwork, report writing, and presentation.				
Inhalt	The course "Global Operations Strategy" equips students with tools and knowledge that will help them successfully manage the global activities of multinational companies in their future careers. The world of business is changing at a rapid pace, and so is the international environment in which it is conducted, leading to a set of complex challenges which this course engages with. Where should factories be located in order to deliver high quality products quickly to customers at reasonable cost? Which products should a company make itself, and which should be outsourced? How can the productivity in a plant network be increased with the help of global improvement programs? Questions like these will be discussed in class from an academic perspective and will be illuminated by a number of leading industry practitioners. Furthermore, students will learn to view the global operations of companies in the context of current industry dynamics, a changing geopolitical landscape and pressing global challenges, such as climate change. To reinforce students' learning, students will complete practically-oriented group case study work on the basis of which students' performance will be assessed.				
	The course design features academic lectures followed by industry perspectives, so that students can reflect on the presented academic concepts and synthesize them with the insights and experiences of industry leaders. In terms of teaching style, students can expect a blend of approaches, including lectures on key concepts, vivid class discussions, guest contributions by managers, as well as case study presentations by peers. Additionally, Q&A sessions and individual feedback sessions for case study groups will be arranged.				
Skript	See Moodle				
Literatur	See Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: 363-0445-00L Production and Operations Management				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

363-1129-00L	Humanitarian Operations and Supply Chain Management	W	3 KP	3V	S. Wagner, S. B. Thakur-Weigold
--------------	---	---	------	----	---------------------------------

Kurzbeschreibung As both manmade and natural disasters are on the increase, the humanitarian sector has been growing accordingly. Because logistics typically comprises 70-80% of mission budgets, efficient operations and supply chain management are critical to maximizing impact. This course explores the emerging theory and best practices which address this need.

Lernziel	Upon completion of this seminar, participants will be able to differentiate between the commercial and humanitarian operational context and recognize the distinct phases of an intervention. They will be able to assess the humanitarian program as a system with constrained resources, and analyze logistics and supply chain processes fit to purpose. The course will involve both, research and practice, to ensure a realistic and rigorous understanding of humanitarian operations and supply chain management.		
Inhalt	<p>The seminar will review the strategies and core processes existing in a humanitarian supply chain, emphasizing how these are different from the commercial context, and explore success factors in practice. The instructional design will combine lectures and readings with videos, reports from the field, simulations and case studies.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the Core Humanitarian Standards (CHS), and the specific requirements of the humanitarian sector, together with what these imply for operations and supply chain management. How does HumOSCM differ from the commercial context? We will review what it means to be a refugee, an IDP, or a person affected by a natural or manmade disaster, the key stakeholders in a humanitarian intervention, current trends in the sector, and the role of the logistics cluster.</li> <li>2. Humanitarian interventions follow a lifecycle whose distinct phases create different requirements for logistics and other activities. We will review and discuss the characteristics of each phase and their respective strategies as well as fundamental types of intervention (emergency response vs. ongoing missions vs. development projects).</li> <li>3. The activities in a humanitarian intervention must be understood as a system in which material can only be delivered properly if information flows. We will emphasize how collaboration and coordination are key to successful field operations, and experience the effects of broken feedback loops and poor system design.</li> <li>4. Review of the core processes of the humanitarian supply chain: procurement, planning (preparedness), transportation (fleet management), inventory management (pre-positioning), donor management and reporting, and performance management.</li> <li>5. Special topic / deep dive: Applying lean principles to humanitarian operations, with a report from the field.</li> <li>6. Special topic / deep dive: How technologies (such as retinal recognition, drones, GPS mapping, cash programs), are changing the way aid is delivered, with a report from the field. When considering the impact of technological innovations, we will discuss the importance of process innovations as well.</li> </ol>		
Skript	<p>The course material will be made available for download on Moodle:</p> <p><a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21662">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21662</a></p> <p>All organizational matters will be handled by Dr. Bubl Thakur-Weigold (sthakur@ethz.ch). Please use the HumOSCM Class Forum on Moodle as a first point of contact.</p>		
Literatur	There is no obligatory or recommended textbook.		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Readings that you might consult during the course will be provided for download.</p> <p>The final course grade will be a weighted average of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Study of a current humanitarian intervention or disaster scenario and presentation of an appropriate HumOSCM strategy, including written summary (group work): 60%</li> <li>- Written summary of a case study analysis with findings and solution (individual work): 40%</li> </ul>		
Kompetenzen	The course is limited to 20 participants.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft

<b>363-0768-00L</b>	<b>Industrial Perspectives on Operations Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Netland, H. Dietl</b>
Kurzbeschreibung	Industrielle Perspektiven des Operations Management bietet einen Einblick in aktuelle Themen und Entwicklungen in der Industrie. Regionale und internationale Gastredner aus der Industrie bieten praxisnahe Vorträge zu aktuellen Trends, innovativen Technologien und der Verbesserung betrieblicher Abläufe.				
Lernziel	Diese Lehrveranstaltung bietet den Studierenden einen umfangreichen Einblick in aktuelle (technologische) Entwicklungen und wie diese betriebliche Abläufe verändern. Nach erfolgreicher Absolvierung des Kurses haben Studierende:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) ein Verständnis für betriebliche Abläufe in verschiedenen Industrien.</li> <li>(2) Wissen über aktuelle Trends und Herausforderungen in der Industrie.</li> <li>(3) einen Überblick über neue Technologien, welche in der Industrie bereits Anwendung finden.</li> <li>(4) Kenntnis über Herausforderungen sowie Vorteile von Massnahmen zur Verbesserung betrieblicher Prozesse.</li> </ol>				
Inhalt	Die Veranstaltung bietet Studierenden eine Perspektive in die Gegenwart und Zukunft der Industrie. Logistische Abläufe erstrecken sich über mehrere betriebliche Ebenen - von der Produktion, über das gesamte Unternehmen bis hin zur unternehmensübergreifenden Supply Chain. Gastredner internationaler und lokaler Unternehmen bieten einen Einblick in neue Lösungen und Technologien, welche in der Industrie in den genannten betrieblichen Ebenen in Anwendung sind oder sich in der Entwicklungsphase befinden. Einige Gastvorträge werden sich gezielt mit unternehmensweiten Projekten zur Verbesserung der betrieblichen Leistungsfähigkeit auseinandersetzen. Somit bietet die Lehrveranstaltung einen praxisnahen Einblick in Unternehmen, mit einem Überblick zu Beweggründen für Massnahmen zur Verbesserung betrieblicher Prozesse und die Herausforderungen, welche damit einhergehen.				
Skript	Foliensätze zu den Gastvorträgen werden bereitgestellt.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>363-0586-00L</b>	<b>International Economics: Theory of New Trade and Multinational Firms</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Suverato</b>
Kurzbeschreibung	The primary goal of the course is to familiarize students with recent work in international economics. Students will gain an essential set of guidelines to understand current worldwide economic scenario dominated by: "trade wars", "Brexit", the "fear of import competition from China" and the links between globalization and technological change.				
Lernziel	Covering models of international trade, of trade and multinational firms, and of factor mobility and agglomeration, students will get a good overview of key contributions in the field of international economics.				
Inhalt	The introduction to this course provides a brief overview of classical trade models, where production cost differences between countries (through differences in factor productivity or in relative factor endowments) are the main source of gains from trade.				
	The core of the course will be on general equilibrium models of trade where the main reason for trade are consumer preferences and their love of variety and its major impediments are transport costs. Technology, structure of the product market and the functioning of the labor market will be the key drivers of the effect of international trade on growth, welfare and inequality.				
	At the end of the course student will be able to:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define the concept of comparative advantage and understand how it shapes trade patterns.</li> <li>2. Describe the main reasons for international trade and their relative importance in reality.</li> <li>3. Explain the methodology used by modern economic models to quantify the gains from trade and the effects of changes in trade costs.</li> <li>4. Summarize the main insights obtained by models which introduce firm heterogeneity in international trade.</li> <li>5. Discuss the implications of international trade for inequality and the organization of production.</li> </ol>				
	In this class we will cover the following topics.				
Literatur	1 Comparative Advantage. This is the main concept of "opportunity cost" applied to the questions "who produces what? and why?"				
	2 Gains from trade. International trade is a trigger for the development of welfare gains in terms of efficiency. We will understand why and how gains can be redistributed to mitigate losses for who loses in a more integrated economy.				
	3 Firms in the Global Economy. The main actors of international economics are globally integrated firms. We will examine their business model, in particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Export Decisions</li> <li>– Outsourcing Decisions and Organization of Multinationals</li> <li>– Global Value Chains</li> </ul>				
	4 Trade and Income Distribution. While efficiency gains are clear, the impact of international trade on the income distribution is a more complex issue to assess. We will discuss the most recent developments on this subject.				
	5 Trade Policy. Topics such as free trade agreements and trade wars are of high importance in the political agenda. We will discuss the main trade policy instruments (such as tariffs, quotas, export subsidies and regulations) and their effects on economic growth.				
Voraussetzungen / Besonderes	The detailed agenda of the course consists of these topics: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ricardian Trade Theory, from Ricardo to Eaton-Kortum.</li> <li>2. Heckscher-Ohlin Trade Theory and specific factor models.</li> <li>3. Increasing Returns and Trade and gains from variety.</li> <li>4. Firm Heterogeneity: the Melitz model and its applications.</li> <li>5. Multinational firms and offshoring: a global organization of production.</li> <li>6. Insights on trade policy: free trade agreements, tariffs, non-tariff barriers and regulations</li> <li>7. New empirical insights on trade, development and inequality.</li> </ol>				
	Copies of the original articles and relevant chapters of books will be made available to participants of the course.				
	To follow the course well, you should have some basic knowledge about: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. solving constrained and unconstrained optimization problems,</li> <li>2. integral calculus and probability theory</li> </ol>				
	Furthermore, you should be familiar with: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. basic microeconomic concepts (such as General Equilibrium)</li> <li>2. basic econometric concepts (such as Instrumental Variables)</li> </ol>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien				geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung				geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert geprüft gefördert gefördert
<b>363-1114-00L</b>	<b>Introduction to Risk Modelling and Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>		<b>H. Schernberg, D. N. Bresch</b>
Kurzbeschreibung	This course is a practical, hands-on introduction to various aspects of modelling, dealing with and managing risks across different industries, contexts and applications.					
Lernziel	The course illustrates what is required of the 21st century's risk manager. It provides a qualitative and quantitative introduction to some of the various risks that societies and businesses face and to their management.					
	The course encourages students to think critically about models and mathematical representations of risks. It identifies and explores the current challenges of managing today's risks given available technologies.					
Inhalt	After taking this course, students can formulate a risk analysis problem with quantitative methods in a particular field.					
	The course describes the building blocks of risk modelling as well as the process of risk-management. It examines at different approaches to modelling and dealing with as well as mitigating different kind of risks in different industries.					
	The lectures emphasise the decision-making processes in various businesses and how risk-management relates to a company's value chain. Applications range from enterprise risk management, natural catastrophes, climate risk, energy market risk, risk engineering, financial risks, operational risk, cyber risk and more.					
	Note that the programme varies every year. Therefore, all aforementioned topics are not necessarily explored every year.					
	The panel of lecturers comprises risk professionals from various industries and government as well as academics from different disciplines.					
	The course covers the following areas:					
	1. Fundamentals of Risk Modelling: Probability, Uncertainty, Vulnerability...					
	2. Fundamentals of Risk Management and Enterprise Risk Management					
	3. Risk Modelling and Management across Different Areas, with invited speakers					
Skript	The course materials are provided via Moodle. For each session, slides (and in most cases a video recording) are available.					
Literatur	Additional readings will be discussed during the lectures.					
Voraussetzungen / Besonderes	The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien				geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement				geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung				gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
<b>363-0792-00L</b>	<b>Knowledge Management</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>		<b>P. Wolf</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces and contrasts the objectivist and the practice-based theoretical perspectives on Knowledge Management that are predominant in Organization Studies. Further, common Knowledge Management approaches, methods and tools will be presented, and case studied will be discussed in class.					
	Finally, the participants will develop a case study about an organization of their choice.					
Lernziel	After completing this course, students:					
	1. know the conceptual differences in the objectivist and the practice-based Knowledge Management perspectives.					
	2. understand the concepts of tacit and explicit knowledge and their underlying characteristics.					
	3. know available Knowledge Management (KM) tools and methods.					
	4. can analyze challenges in knowledge development and sharing in organizations.					
	5. are able to select and apply knowledge management tools and methods in an managerial context.					
	6. are able to come up with meaningful measures to improve KM in an organization based upon KM assessment results.					

Inhalt	<p>The efficient management of knowledge as a resource of an organization is considered to be a major source of competitive advantage. Still, many organizations find it challenging to develop an appropriate approach for dealing with knowledge. This course aims at drawing a realistic picture of what can be achieved by managers in the frame of knowledge management initiatives and specifies available means and approaches.</p> <p>This course will provide a general introduction into knowledge management at different levels:</p> <p>It will first introduce the objectivist and the practice-based perspective as the most common theoretical perspectives on Knowledge Management. These two perspectives translate into different practical approaches to manage knowledge in organizations.</p> <p>The course will then provide a broad overview on the different tools and methods that are discussed in the literature as part of the knowledge management "toolbox". It differentiates knowledge management from data management (such as document or big data management) and focusses on knowledge sharing approaches. It will raise awareness on opportunities and barriers to attempts of managing knowledge in organizations.</p> <p>Students will discuss KM case studies, assess the status of Knowledge Management in an organization which they know well and develop a case study about this organization. This involves crafting out recommendations on how to improve the knowledge management in this organization.</p>		
Skript	None. Participants will be provided with slides before the course.		
Literatur	<p>Relevant literature (3-5 scholarly articles) will be made available to the students at least four weeks before the course. The students will be asked to read through a case study before the course. This case study will be assigned and made available to the students at least three weeks before the course.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This is an interactive course, and there is a preparation task that makes it difficult to deal with students who sign up for the course and then drop out less than two weeks before the course. Students are asked to only register if they are sure that they will participate in this course.</p> <p>There will be a graded term work assignment - reports to be handed in by end of April/beginning of May. In this term work, students will develop an own KM case study.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>363-0887-00L</b>	<b>Management Research ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Stettner</b>
	<p><i>The course requires completion of an assignment prior to the first day of class. Please check the Moodle course page for more information.</i></p> <p><i>The course is mandatory for MSc and MAS students writing their master thesis at the Chair of Strategic Management and Innovation.</i></p>				
Kurzbeschreibung	Students learn how to approach management research from various perspectives, how to evaluate empirical research, and how to develop their own research projects.				
Lernziel	<p>You will learn how to approach management research from various perspectives, how to evaluate empirical research, and how to develop your own research project. The successful completion of the course will help you to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Think critically and make compelling arguments about the strengths and weaknesses of published management research</li> <li>- Find and review appropriate literature and previous research for your thesis</li> <li>- Develop and frame interesting and relevant research questions and problem statements</li> <li>- Design your research and choose an appropriate methodology for analysis (specific research methods and techniques are not discussed in this course)</li> <li>- Structure your manuscript</li> <li>- Plan and manage your thesis project</li> </ul>				



**Inhalt**

Course structure:  
 This course combines lectures, group discussions and individual assignments.  
 Day 1: Course introduction, group analysis exercises and discussions, lectures on main topics.  
 Between course days 1 and 2: Individual and group work on assignments.  
 Day 2: Assignment review and discussion, lectures on main topics, conclusion session.

Target audience:  
 The course is designed with two groups of students in mind: first, students who write their master thesis at the SMI chair and second, students who write their master thesis in the field of management at other MTEC chairs.  
 For both groups, the focal topics of this course will arise frequently during the journey of writing their thesis, and the majority of topics are relevant for all students. However, we will provide some specific content (grading guidelines, thesis format) which might not be applicable for students tutored at other MTEC chairs.

- Course topics:
1. Thesis topic and thesis proposal:
    - Choice of thesis topic, identification of research gap, formulation of research questions, writing of thesis proposal
  2. Literature review:
    - Search and evaluation of academic literature, use of reference tools, writing of theoretical background chapter of thesis
  3. Empirical research design:
    - Types of empirical research designs, choice of methodology, overview of data collection and analysis methods
  4. Research output and report:
    - Writing of introduction, results and conclusion, thesis format and structure
  5. Thesis assessment:
    - SMI grading criteria, MTEC guidelines

References:

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Los Angeles, CA: Sage.

Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Jackson, P. (2012). Management research (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Van Aken, J., & Berends, H. (2018). Problem-solving in organizations: A methodological handbook for business students (3rd ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

**Voraussetzungen / Besonderes**

This course is open to all students writing their master thesis at the Departement of Management, Technology and Economics.

The course is mandatory for all Master students and MAS students writing their Master thesis at the Chair of Strategic Management and Innovation.

The first assignment is due before the first day of class. Please check the assignments on the Moodle course page.

If you register for the course on short notice before the first day of class, please inform the instructor of your registration via email.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

363-1128-00L	Pricing - Theory and Practice	W	3 KP	1G	F. Uhrich, F. von Wangenheim
Kurzbeschreibung	Pricing is much more than just a price: It is about how to convert interest into transaction. Pricing combines like almost no other business discipline quantitative and analytical rigor with qualitative and psychological aspects. This course explains the underlying economical and psychological concepts that influence price setting and price perception.				
Lernziel	Understand underlying theories and concepts of price setting and price perception. Learn how to master pricing from strategy to execution. See how diverse pricing can be across industries.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to pricing the relevance of pricing &amp; the profit formula</li> <li>- Pricing theory—3 lenses on pricing &amp; a holistic view on pricing: cost-based pricing, customer/value-based pricing, competitive pricing &amp; the holistic view on all pricing layers (pricing strategy, pricing execution, pricing enablers)</li> <li>- Price elasticity—theory &amp; reality: price elasticity curves, break-even elasticity, typical elasticity values</li> <li>- Behavioral pricing—cognitive biases: value perception (loss aversion, transactional utility, precise pricing, power of free), reference frames (anchoring, asymmetric dominance, extremeness aversion, unit framing), certainty effects (IKEA effect, social proof, endowment effect), and flat-rate bias</li> <li>- Pricing practice—key concepts by industry: B2B (pricing power, price realization, surcharges, long-tail pricing, one-shot pricing, contract pricing), B2B2C (multi-channel pricing, price waterfall, trade spend, cross-border pricing), B2C (Promo effectiveness, psychological prices, good-better-best pricing, end-of-lifecycle pricing, non-profit/social pricing), eCommerce, digital/software/subscriptions (internet of things, land &amp; expand, freemium, bundling/unbundling, lifecycle)</li> <li>- Pricing diagnostics &amp; price monitoring: price clouds, price-mix-reporting, basket analysis</li> </ul> <p>The course is a mixture of front lecture and student homework and presentation.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien				geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement				geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung				gefördert geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
<b>363-0570-00L</b>	<b>Principles of Econometrics</b> <i>Prerequisites: previous knowledge in economics.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>		<b>J.-E. Sturm, A. Beerli</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of econometrics. We cover simple and multiple regression analysis using different data formats. An emphasis is on hypothesis testing, interpretation of regression results, and understanding threats to the causal interpretation of relationships in the data.					
Lernziel	The course targets both the theoretical understanding as well as the application of basic econometric methods to real world problems.  The educational objective of this course is that, after completion, students should be able to: 1. understand different forms of data (cross-sectional, panel, time-series) and their strengths and weaknesses for answering different research questions. 2. understand how to translate questions about economic policy issues and human behaviour into research hypotheses that can be tested with data. 3. apply their theoretical knowledge about econometrics to concrete examples based on the knowledge they acquired in tutorial sessions using the statistical software package STATA and interpret estimation results. 4. name and identify potential threats for causal interpretations of relationships in the data and explain whether (and how) they can be addressed.					
Inhalt	The term "econometrics" stands for the application of specific statistical methods to the field of economics. Econometrics aims at providing empirical evidence using observational data that can be used to learn about the real-world existence of specific relationships postulated in economic theories. Typical research questions that economists analyse by using econometric methods include for instance: Do minimum wages reduce employment? Does a gender wage gap exist and how large is it? Does foreign aid affect economic growth? How do interest rate changes influence exports? Is there an effect of economic outcomes on politicians' chances to get re-elected?  Starting from simple regression analysis, the course introduces the statistical framework that is used in econometrics to answer such empirical research questions. A major focus is on understanding and mastering methods of hypothesis testing using multiple regressions. The lecture discusses different issues regarding assumptions, interpretation, and inference in multiple linear regression models. Among others, the course addresses the following questions: How well or badly does the applied model fit the observed facts? How large is the estimate of the effects of one variable on another and how reliable is the estimate? Can the model be used to predict the specific variable of interest and how precise is that prediction? What are the crucial assumptions of the estimation strategy used, (how) can they be tested, and does the estimated relationship represent a causal effect?  The course lectures introduce the methods and computer tutorials give the students the opportunity to apply and deepen their knowledge using the software package STATA.					
Literatur	Wooldridge, Jeffrey M. (2018) Introductory Econometrics : A Modern Approach. Seventh ed. ISBN: 978-1-337-55886-0 [access to relevant chapters will be provided]					
Voraussetzungen / Besonderes	This course is intended for students interested in econometrics who have already taken an introductory course in economics (e.g., the course "Principles of Macroeconomics"). Knowledge of the statistical software STATA is no prerequisite and will be acquired during the course.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien				geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung				geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken				geprüft
<b>363-1029-00L</b>	<b>Sustainability &amp; Financial Markets</b> <i>Credit points will be awarded for attending all course days. Course registrations of D-MTEC students will be prioritized.</i>  <i>Prerequisites: Basic understanding of corporate sustainability (see lecture Prof. Hoffmann, autumn semester) and interest in financial markets and investments.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>		<b>T. O. Busch</b>
Kurzbeschreibung	Sustainable investments are becoming increasingly prominent while at the same time current business practices reach beyond ecological limits. Are sustainable investments a myth? Clearly not; however, sustainable investment practices still have to move on. This lecture is focused on the related challenges and discusses ways how the field of sustainable investments could become more effective.					
Lernziel	Sustainable investments are becoming increasingly prominent while at the same time the market reality remains unchanged despite evidence that current business practices reach beyond ecological limits and are in breach of both the inter-generational and intra-generational equity. Are sustainable investments a myth? Clearly not - capital markets could indeed play a central role in overcoming this dilemma. However, sustainable investment practices still have to move on for effectively incorporating and promoting sustainability. For this to occur, two central challenges need to be addressed: In order to improve the authenticity of data, it is important to make clear what environmental, social, and governance (ESG) related data is actually measuring. This, in turn, will contribute to ensuring that investors gain trust in ESG-criteria and investments. In order to overcome the prevailing focus on short-term profit maximization, it is necessary to put more emphasis on a systems-perspective. This, in turn, will help investors to move on from having a too narrow ceteris paribus perspective towards addressing risks and opportunities within changing ecological and human-social systems. The learning objectives of this lecture is to understand these two challenges in detail and discusses ways how the field of sustainable investments could move ahead.					

Inhalt	Sustainable investment practices have become a mainstream topic in finance. This seminar is focused on the related challenges and discusses ways how the field of sustainable investments could become more effective. As for the first part of this seminar, Prof. Busch will introduce basic concepts and approaches in the sustainable finance field. Furthermore, a historical perspective will be introduced on how sustainability emerged as an important topic in financial markets. Two empirical case studies will illustrate how investors and banks implemented respectively responded to sustainability challenges. Two invited guest speakers from the financial industry will demonstrate the practical relevance of the topic for and within Switzerland. The second part of the seminar is devoted to academic articles in the sustainable finance context. Participants will be asked to read at least one article and present the context in class. This serves as the foundation for the evaluation / grading. As such, there is no written exam.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of participants: max. 25 persons. First come first served by order of enrollment in myStudies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>363-1060-00L</b>	<b>Strategies for Sustainable Business</b> <i>Limited number of participants.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Meuer</b>
	<i>Registration will only be effective once confirmed by email from the organizers.</i>				
Kurzbeschreibung	In this course, students will learn to critically analyze strategies for sustainable business through exploring case studies on three main questions: 1. What is sustainability in business? 2. How do I design a sustainability strategy? 3. How do I implement a sustainability strategy?				
Lernziel	After the course, you should be able to:  1. Understand and explain sustainability challenges companies are facing; 2. Critique sustainability and related strategies; 3. Evaluate decisions taken by managers; 4. Suggest alternative approaches; 5. Develop action plans; 6. Reflect on strategies for sustainability in their own organizations.				
	You will also learn to apply a range of strategy concepts to sustainability challenges, including leadership, stakeholder management, diversification, and organizational change.				
Inhalt	The sessions are interactive and allow you to step into the role of decision-makers as they face key challenges in integrating sustainability. In the past years, we have, for example, taken a closer look at corporate sustainability at IKEA and have discussed how Patagonia is trying to define its net-zero strategy. We have also taken the perspective of an NGO activist to look at Walmart's development and launch of Love, Earth—a new line of sustainable jewelry—to understand why and how companies increasingly address environmental and social impacts at the strategic and operational levels. In other scenarios, you may adopt the role of the General Manager of a 500-room, 4-star city-center hotel with the goal of reaching net zero greenhouse gas emissions by 2050. During this course, you will also have the opportunity to try out different ways of implementing a sustainability initiative in a simulation exercise.				
Literatur	We will provide case study material and guidelines for analyzing cases to participants by email several weeks before the seminar.				
Voraussetzungen / Besonderes	After signing up you will first be placed on the waiting list. We will contact all students on the waiting list to confirm their participation in the seminar. If you have any questions, please don't hesitate to contact Johannes Meuer (jmeuer@ethz.ch).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>363-1164-00L</b>	<b>Topics in Energy and Climate Policy</b> <i>Participation is limited to 20 students.</i> <i>A mandatory prerequisite is to attend the course "363-0514-00L Energy Economics and Policy".</i>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	This block seminar allows students to deepen their knowledge of energy and climate policy issues by presenting and discussing some scientific papers that analyze the economic aspects of energy and climate policy instruments.				
Lernziel	After taking this course, students will be able to: • Engage in, participate and learn from discussion on the design, implementation and effectiveness of energy and climate policy instruments. • Read, present and discuss scientific papers that analyse issues in energy and climate policy critically.				

Inhalt During the course of Energy Economics and Policy, which is a prerequisite for this course, the students will be learning the basic principles and ideas in a frontal instruction-oriented style. This course is additionally offered to those interested students who want to further deepen their knowledge of topics in energy economics and policy. This block seminar will take place on a Friday afternoon and Saturday, and it will adopt a more participatory approach where students will actively present and discuss some topics in energy and climate policy. This block course will take place at the end of the spring semester.

We will be discussing papers dealing with the following topics:

Participation in the course will be limited to 20 students.

- Economics of market-oriented policy measures such as taxes and subsidies
- Economics of non-market-oriented policy instruments such as standards, regulations, information policies, nudges, etc.
- Application of energy and climate policy instruments with a focus on developing countries including topics related to mobility, electrification, and pollution.

The students will receive a proposal of a series of scientific papers at the beginning of the semester, during an introductory meeting, from which to choose one to present to the participants of the seminar. The presentation can be individual or in groups, depending on the number of participants. The student assessment will be based on their presentation as well as on their discussion of the other papers that are presented.

Participation in the course will be limited to 20 students, and a mandatory prerequisite is to attend the Energy Economics and Policy course offered by MTEC in FS2022.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

#### ► 4. Semester

#### ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
365-0881-01L	<b>Advanced Project Management: Cases and Coaching</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	W	1 KP	1S	D. T. Baumann, T. Haas, M. A. Zoller

*Minimum number of participants: 10 students.*

*The course is designed for students with at least 3 to 5 years of experience as project leader or sub-project manager. Good knowledge in project management methods is required.*

*Enrolment in all three courses "Advanced Project Management: Cases and Coaching", "Agile Project Management Introduction (365-1188-00)" and "Project Management Applied (365-0881-00)" is not possible. Only ONE of these three project management courses can be taken during the MAS MTEC studies.*

Kurzbeschreibung Der Kurs richtet sich an Personen mit 3-5 Jahren Projektleitungserfahrung als Projekt-/Teilprojektleiter und behandelt kritische Erfolgsfaktoren des Projektmanagements anhand von Fallbeispielen der Teilnehmer. Im Rahmen eines interaktiven Coaching- und Beratungsansatzes wird erlernt herausfordernde Situationen zu erfassen, zu analysieren und gemeinsam adäquate Lösungsansätze auszuarbeiten.

Lernziel Die Kursteilnahme befähigt die Teilnehmenden:  
 1. Kritische Situationen in komplexen Projekten zu erkennen und zu beschreiben.  
 2. Solche Situationen in Projekten in ihrem systemischen Kontext zu analysieren.  
 3. Klare Ziele für die Problemlösung zu formulieren.  
 4. Bedarfsgerechte Handlungsoptionen und Projektmanagement-Massnahmen zu entwickeln und im Hinblick auf ihre Wirkung zu beurteilen.  
 5. Einen strukturierten Prozess des kollegialen Coachings anzuwenden.  
 6. Projektmanagement-Erfahrungen auf andere Branchen und Projektarten zu übertragen

Inhalt Unklare Auftragssituationen, Zieloffenheit, divergierende Ansprüche zahlreicher Stakeholder, agile Organisationsformen, aber auch die Dynamik des technologischen Wandels, erhöhen die Komplexität in der Projektarbeit stark. Dadurch nehmen auch die Anforderungen an das Projektmanagement zu. Zudem treten bei der Projektentwicklung vielfach Probleme auf, deren Bewältigung die Projektleiter stark in Anspruch nehmen.

Der Kurs fokussiert auf herausfordernde Projektmanagement-Aufgaben aus dem praktischen Umfeld der Kursteilnehmenden. Alle Projektarten sind willkommen. Basierend auf aktuellen Fallstudien der Teilnehmenden wird die Identifikation und Beschreibung von kritischen Projektsituationen geübt. In einem strukturierten Beratungsprozess analysieren die Teilnehmenden die Situationen in ihrem systemischen Kontext und reflektieren so die Zusammenhänge und Wechselwirkungen. Durch Hypothesenbildung und gezielte Fragestellungen werden Ursachen und Wirkung diskutiert und darauf basierend individuelle Handlungsoptionen und Problemlösungsmassnahmen entwickelt.

Jeder Teilnehmende hat die Gelegenheit in einem anderthalbstündigen Beratungssetting einen aktuellen Fall zusammen mit Experten zu bearbeiten, was einen zusätzlichen Nutzen für die persönliche Projektarbeit stiftet.

Das Seminar wird von zwei bis drei langjährig praxiserfahrenen Projekt- und Managementexperten aus der Industrie, der Wissenschaft und der Beratung geleitet.

Literatur	Kuster et al., 2019. Handbuch Projektmanagement -Agil - Klassisch - Hybrid., Springer Gabler Berlin, 4. Auflage, pp 520, eBook ISBN 978-3-662-57878-0. Jenny, B., 2023. Strategien agil umsetzen mit adaptivem Projektmanagement.vdf Hochschulverlag, pp. 733, eBook ISBN 978-3-7281-4108-8.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Teilnehmenden sollen über mindesten 3-5 Jahre Projektleitungs-Erfahrung (Gesamtprojekte, Teilprojekte) verfügen und aus einem aktuellen Projekt eine Fallstudie zu einer Situation einbringen können, die sie im Bezug auf Projektmanagement besonders herausfordert. Fundierte Kenntnisse der Projektmanagement-Methodik wird vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
<b>365-1071-00L</b>	<b>Course Abroad</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (class 2022-2024).</i>  <i>Internal registration closed.</i>  <i>It is mandatory to attend the Preparation Session for the "Course Abroad" on 7 May 2024 at 18:30 in LEE E 101.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. J. Bergmann, B. Clarysse</b>
Kurzbeschreibung	In this course we go abroad to visit companies, universities and representatives for joint workshops, short lectures and social interaction.				
Lernziel	By the end of this course, you will be able to assess the opportunities and challenges of selected industry sectors in the region of the destination. In particular, we will focus on business transition linking innovation and strategic aspects in different industries. In addition, you will also learn about societal issues.				
Inhalt	The class 2022-2024 will be invited separately with the program and the registration link.				
<b>365-1174-00L</b>	<b>Machine Learning for Industrial Applications</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>O. Fink</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to introduce machine learning methods applied in industrial applications and to create an understanding how to define the problems in a way that would allow their solutions in the context of industrial applications where labeled data remains scarce, the variability of the operating conditions and diversity of the systems poses a significant challenge on the developed ML models.				
Lernziel	Students will - be able to understand the main challenges faced by intelligent maintenance and operations systems -learn to select appropriate tools for the specific problem -learn to evaluate the performance of the applied algorithms -learn to identify the requirements for the deployment of the algorithms -learn identify potential misconceptions and fields of improvement -learn how to define the problem is a way that allows its solution				
Inhalt	While application fields such as computer vision and natural language processing have been flourishing, machine learning applications for industrial systems have still not realized their potential. While condition monitoring and operational data have been increasingly collected, many applications have still not overcome the level of proofs of concepts. The challenges faced by industrial applications include lack of correctly labeled datasets, high diversity of the systems, their configurations and operating conditions, diverse environmental conditions and data collection setups, noisy labels, diverse types of collected data. The developed solutions are often not scalable and fail to generalize.  This course provides insights in selecting, designing, optimizing and evaluating machine learning algorithms to overcome the challenges faced by intelligent maintenance and operations systems of complex engineered systems.  Specific topics include:  -Introduction to condition monitoring and predictive maintenance systems -Feature extraction and selection methodology -Machine learning algorithms for fault detection and fault isolation -End-to-end learning architectures (including feature learning) for fault detection and fault isolation -Unsupervised and semi-supervised learning algorithms for predictive maintenance -Machine learning algorithms for prediction of the remaining useful life -Performance evaluation -Predictive maintenance systems at fleet level -Domain adaptation and generalization for fault detection and diagnostics -Introduction to decision support systems for maintenance applications -Benefits and costs of predictive maintenance  Small case studies will be elaborated and discussed in groups.				
<b>365-1141-00L</b>	<b>Platform and Ecosystem Strategies</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i> <i>Minimum number of participants: 15 students.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>F. Hacklin, M. Wallin</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we unpack the strategies that underpin the platform business model, i.e. a business model that creates value by facilitating exchange, collaboration and interaction between several actors. We aim to understand why and how global platform companies have risen to dominate industries and discuss strategies for developing and managing platforms as well as their surrounding ecosystems.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the nature of platform businesses</li> <li>• Distinguish platform businesses from input-output businesses</li> <li>• Identify effects of digitalisation on the economics of platforms</li> <li>• Discuss global distribution of value in platform businesses, USA-China-Europe</li> <li>• Develop strategies for platform-based business models</li> <li>• Critically assess and discuss strategic repercussions and pitfalls</li> </ul>				

Inhalt	<p>Platforms are en vogue. Whether in developing new start-up business ideas, attending academic conferences, or listening in on C-level conversations, the topic of platforms being a new source for growth appears to be omnipresent.</p> <p>In this course on "Platform and Ecosystem Strategies" we will strive to be practically relevant but at the same time maintain conceptual clarity and academic rigor. We will critically unpack the strategies that underpin the platform business model, i.e. business models that create value by facilitating exchange, collaboration and interaction between several actors, often mediated by information and communication technologies. A critical and analytical stance is necessary—just because something is labeled a 'platform' does not necessarily make it a platform. Indeed, in public conversation and in managerial practice there is a certain degree of misunderstanding of the platform and ecosystem concepts that this course seek to address.</p> <p>Content-wise, we will aim to understand the mechanisms by which global platform companies such as Airbnb, Uber, Alibaba or Facebook have risen to dominate industries and displace incumbent firms on the one hand, yet on the other hand what firms in other sectors and industries (e.g., B2B or healthcare) can learn from platform strategy to develop unique positioning on the market. Specifically, we will discuss different types of platforms (such as innovation, transaction or hybrid platforms) and zoom in on the different underlying logics for how they contribute to creating and capturing value. Further, we will gain insights on the inherent limitations behind the economics of a platform and will critically assess strategic repercussions and pitfalls of blindly following the platform bandwagon. Finally, through our case group work, we will develop experience in working with tools to visualize, model, and plan platforms as well as to design, manage and operate surrounding ecosystems.</p>				
365-1176-00L	<b>Resilience - Beyond Risk Management</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>O. Kocsis, B. J. Bergmann, A. van Vegten</b>
Kurzbeschreibung	<p>In the business world of today classical risk management is challenged at different fronts. Rising complexity of supply chains, distributed production to name a few face increasing levels of natural hazards like floods, droughts, tsunamis but also cyber risks. This makes it hard to apply standard approaches from classical risk management. Hence the new framework of resilience enters business.</p>				
Lernziel	<p>In this lecture we focus on today's business mindset that is challenged by volatile business conditions and pushed into decision making under uncertainty and the challenge: How can planning and business be transformed towards a more resilient business?</p> <p>The overall objective of the course is to better understand the concept of resilience and bring it closer towards actionable business insights.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the buzzword of resilience by carving out at the differences to risk management, and business continuity management</li> <li>• Learn to know resilience in different systems with practical considerations from natural to manmade environments: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand resilience of natural systems and their link to biodiversity</li> <li>- What is the role of resilience in climate change, e.g. for critical infrastructure and adaptation of livelihoods?</li> <li>- How to foster resilience in business contexts: evaluate innovative digital solutions in complex supply chains</li> <li>• How can resilience be fostered in a system on a short (operational), a medium (tactical) and a longer-term strategic time scale?</li> </ul> </li> </ul>				
Inhalt	<p>Resilience comes with many definitions and different contexts. It can be seen as a basic attempt to create a new understanding of how humans and nature interact, adapt and impact each other amid change and refers to the capacity of a system, be it an individual, a forest, a company, a supply chain or an economy, to deal with change and continue to develop. It is about how humans and nature can use shocks and disturbances like a financial crisis or climate change to spur renewal and innovative thinking.</p> <p>This 4-day bloc course brings in the views of external experts as guest speakers from different contexts such as biodiversity, hospitals, supply chains, risk &amp; insurance management as well as challenges from e.g. climate change to cyber risk, some of them as practical cases for group work.</p> <p>During the course we will start from characterizing systems as well as their environments and aim at influencing the systems as well as their characteristics; from contrasting positions such as resilience vs. efficiency towards: how to combine resilience as well as efficiency? Understanding, leveraging, and managing resilience in natural, organizational, and business contexts:</p> <p>From understanding the notion of resilience</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- as inherent characteristic of natural systems with their rich biodiversity;</li> <li>- as a key factor in mastering climate change;</li> <li>- bringing it into the organizational and business context:</li> </ul> <p>to measuring resilience and making it a competitive advantage.</p> <p>As such the block course will build on critical thinking and reflection on current environments and how to change and influence them under uncertainty, beyond the known deterministic prediction and planning approach. As such the course builds capabilities, which considering the upcoming transformation of the societal and business environment might change overcome the paradigm of the efficient, yet vulnerable system and environment.</p>				
365-1148-00L	<b>UrbanTech Ecosystems</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	
Kurzbeschreibung	<p>Urban spaces and cities are fast becoming overcrowded, polluted and unable to meet business and citizen needs. Organisations must work together to create human-centric and sustainable environments and digital technologies will play a pivotal role in achieving this. We explore and critically evaluate how dynamic ecosystems and next-generation digital technologies provide transformative solutions.</p>				
Lernziel	<p>After taking this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the key pillars of urban and smart city design and aspirations</li> <li>- Identify and explore different urban governance approaches</li> <li>- Analyse how new multi-partner ecosystems emerge within urban environments</li> <li>- Explore different approaches to transforming urban environments with digital technologies</li> <li>- Critically discuss the 'darker sides' of technology and data-driven cities</li> </ul>				

Inhalt By 2050, the total number of people living in cities is expected to grow from approximately 4.4 billion today to 6.7 billion (United Nations, 2020). This exponential growth puts significant pressure on organisations and public sector institutions to provide efficient and high-quality services, solutions and experiences for citizens. Many cities are also working towards meeting sustainability and environmental goals, which requires a significant reduction in carbon emissions. This is no easy task and will require a collective effort of public sector institutions, private organisations, entrepreneurial ventures and citizens. Digital technologies, such as artificial intelligence, Internet of Things and advanced analytics, are often expected to bring about the necessary transformative change to create future-ready cities. In fact, cities are hotbeds for new digital innovation, driven by incubators, accelerators and urban tech funding. While digital technologies are at the heart of new urban solutions, these technologies alone will not be enough. We also need transformative behavioural change as well as effective, collaborative ecosystems to create our future communities.

Therefore, we explore different approaches to urban governance. In particular, we consider forms of governance that emerge when human decisions are influenced by real-time data analytics, citizen data and object data. This creates a form of human-tech governance. We also explore governance from an ecosystem perspective which takes place when decisions emerge from an assemblage of participant groups and organisations. Within this discussion, we also explore key issues related to data, privacy, tech-driven progress, surveillance and personalisation. We refer to these as the 'darker sides' of UrbanTech transformations, which is an increasingly important topic in today's data-conscious society.

To put our learning into practice, we connect with experienced individuals who are leading the transformation of cities driven by digital technologies and dynamic, collaborative ecosystems. We discuss the opportunities and challenges for different UrbanTech project initiatives.

You will have the opportunity to explore different approaches to urban transformation from around the world. We will analyse examples from Scandinavia, North America and Canada, South East Asia and China and The Middle East. These regions offer different perspectives on business ecosystems and how digital technologies can and should be used to create urban spaces of the future.

Literatur Readings and other material will be provided via the Moodle site.

363-1171-00L	Business Simulation	W	1 KP	2G	U. Stettner
--------------	---------------------	---	------	----	-------------

Kurzbeschreibung	This course offers an experiential learning environment for the creation and execution of corporate and business-level strategies in a competitive market. Participants adopt the role of executive decision-makers and make strategic and tactical decisions about purchasing, production, marketing & sales, finance, human resources, and R&D, while anticipating and managing stakeholder effects.				
------------------	--	--	--	--	--

Lernziel	Upon completion of the course, the student will be able to better formulate and implement strategies that drive competitive organizations. This course will provide insight into how to identify and choose a superior competitive position, how to analyze a strategic situation, and how to create the organizational context to make the chosen strategy work. As such, the objectives of this course are to deploy conceptual frameworks and models to analyzing competitive situation and strategic dilemmas and gain insight into strategic management. You will build on insights developed in other course, explore and apply tools to arrive at understandings that are both applicable in the business world and deeply rooted in a thorough academic understanding. The emphasis throughout is on the application of conceptual models which clarify the interactions between industry, competition, firm resources, and the structure and development of firm capabilities.				
----------	---	--	--	--	--

Inhalt	This course is ideal for students who want to practice strategic thinking about a company as an inter-disciplinary entity rather than from a functional standpoint (e.g., marketing, finance, or operations). This course allows students to collaborate on developing and implementing business and corporate level strategies to effectively and efficiently coordinate activities, functions, people, and processes to achieve goals. As the managers of your simulated electronic sensor manufacturing firm, you will compete in multiple product markets to create and maintain competitive advantage by determining how your company should grow.				
--------	---	--	--	--	--

You will have access to the online simulation about two weeks before the course begins. You must thoroughly read the simulation manual and complete an individual exercise that may take up to two hours to complete. The goal of this preparation is to ensure that all course participants are on the same page and ready to handle the technical aspects of the simulation. Nonetheless, we will have plenty of time to practice and address any outstanding issues/questions. Thus, you must complete the exercise prior to the first-class meeting.

The performance of your company, i.e., how well your team "manages" your company, determines your grade in the team-based simulation. You will make a series of business decisions in the simulation that will be evaluated in a simulated competitive market. A total of 100 performance points (Pts) is possible. In general, firm performance will be determined by a firm's achievement on a Balanced Scorecard (as provided by the simulation), which includes a variety of performance measures such as equity position, short-term performance, and organizational and operational aspects. It is important to note that you are expected to be present and actively contribute to your company's effort. Your simulation grade may be adjusted based on feedback from team members.

Following each of the seven simulated years, we will review the firms' financial reports and try to identify strength and weakness and understand the coevolution of the firms within the industry. This will be a collective effort and each team will have the opportunity to take the lead in analysing its competitors and the industry.

Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>Duysters, G., Lavie, D., Sabidussi, A., &amp; Stettner, U. (2020). What Drives Exploration? Convergence and Divergence of Exploration Tendencies among Alliance Partners and Competitors. <i>Academy of Management Journal</i>, 63(5), 1425–1454.</li> <li>Lavie, D., Stettner, U., &amp; Tushman, M. (2010). Exploration and exploitation within and across organizations. <i>The Academy of Management Annals</i>, 4(1), 109–155.</li> <li>March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. <i>Organization Science</i>, 2(1), 71–87.</li> </ol>				
-----------	--	--	--	--	--

#### Book Chapters and Articles

- How Strategy Shapes Structure, W. Chan Kim; Renee Mauborgne 2009 R0909H-PDF-ENG
- Innovating Across the Business Model, Peter Skarzynski, Rowan Gibson, HBS Press 2008 5112BC-PDF-ENG
- Types of Innovation: Several Types on Many Fronts, HBS Press; 2003 7195BC-PDF-ENG

#### Books

- Robert Burgelman, Clayton Christenson, and Steven Wheelwright. *Strategic Management of Technological Innovation*, 4th Edition, 2008.
- Melissa Schilling, *Strategic Management of Technological Innovation*, 5th Ed, Mc Graw Hill, 2016
- James Utterback, *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press, 1996, ISBN-13: 978-0875847405
- Vijay Govindarajan, Chris Trimble, and Indra Nooyi, *Reverse Innovation*, HBR Press, 2012
- Robert Grant, *Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition 9th Edition*, 2016
- Richard Daft, *Organization Theory and Design 12 Edition* 2015

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>363-0570-00L</b>	<b>Principles of Econometrics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J.-E. Sturm, A. Beerli</b>
	<i>Prerequisites: previous knowledge in economics.</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of econometrics. We cover simple and multiple regression analysis using different data formats. An emphasis is on hypothesis testing, interpretation of regression results, and understanding threats to the causal interpretation of relationships in the data.				
Lernziel	The course targets both the theoretical understanding as well as the application of basic econometric methods to real world problems.				
	The educational objective of this course is that, after completion, students should be able to:				
	1. understand different forms of data (cross-sectional, panel, time-series) and their strengths and weaknesses for answering different research questions.				
	2. understand how to translate questions about economic policy issues and human behaviour into research hypotheses that can be tested with data.				
	3. apply their theoretical knowledge about econometrics to concrete examples based on the knowledge they acquired in tutorial sessions using the statistical software package STATA and interpret estimation results.				
	4. name and identify potential threats for causal interpretations of relationships in the data and explain whether (and how) they can be addressed.				
Inhalt	The term "econometrics" stands for the application of specific statistical methods to the field of economics. Econometrics aims at providing empirical evidence using observational data that can be used to learn about the real-world existence of specific relationships postulated in economic theories. Typical research questions that economists analyse by using econometric methods include for instance: Do minimum wages reduce employment? Does a gender wage gap exist and how large is it? Does foreign aid affect economic growth? How do interest rate changes influence exports? Is there an effect of economic outcomes on politicians' chances to get re-elected?				
	Starting from simple regression analysis, the course introduces the statistical framework that is used in econometrics to answer such empirical research questions. A major focus is on understanding and mastering methods of hypothesis testing using multiple regressions. The lecture discusses different issues regarding assumptions, interpretation, and inference in multiple linear regression models. Among others, the course addresses the following questions: How well or badly does the applied model fit the observed facts? How large is the estimate of the effects of one variable on another and how reliable is the estimate? Can the model be used to predict the specific variable of interest and how precise is that prediction? What are the crucial assumptions of the estimation strategy used, (how) can they be tested, and does the estimated relationship represent a causal effect?				
	The course lectures introduce the methods and computer tutorials give the students the opportunity to apply and deepen their knowledge using the software package STATA.				
Literatur	Wooldridge, Jeffrey M. (2018) Introductory Econometrics : A Modern Approach. Seventh ed. ISBN: 978-1-337-55886-0 [access to relevant chapters will be provided]				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is intended for students interested in econometrics who have already taken an introductory course in economics (e.g., the course "Principles of Macroeconomics"). Knowledge of the statistical software STATA is no prerequisite and will be acquired during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>363-1164-00L</b>	<b>Topics in Energy and Climate Policy</b>	<b>W</b>	<b>1.5 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
	<i>Participation is limited to 20 students.</i>				
	<i>A mandatory prerequisite is to attend the course "363-0514-00L Energy Economics and Policy".</i>				
Kurzbeschreibung	This block seminar allows students to deepen their knowledge of energy and climate policy issues by presenting and discussing some scientific papers that analyze the economic aspects of energy and climate policy instruments.				
Lernziel	After taking this course, students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engage in, participate and learn from discussion on the design, implementation and effectiveness of energy and climate policy instruments.</li> <li>Read, present and discuss scientific papers that analyse issues in energy and climate policy critically.</li> </ul>				



Inhalt During the course of Energy Economics and Policy, which is a prerequisite for this course, the students will be learning the basic principles and ideas in a frontal instruction-oriented style. This course is additionally offered to those interested students who want to further deepen their knowledge of topics in energy economics and policy. This block seminar will take place on a Friday afternoon and Saturday, and it will adopt a more participatory approach where students will actively present and discuss some topics in energy and climate policy. This block course will take place at the end of the spring semester.

We will be discussing papers dealing with the following topics:

Participation in the course will be limited to 20 students.

- Economics of market-oriented policy measures such as taxes and subsidies
- Economics of non-market-oriented policy instruments such as standards, regulations, information policies, nudges, etc.
- Application of energy and climate policy instruments with a focus on developing countries including topics related to mobility, electrification, and pollution.

The students will receive a proposal of a series of scientific papers at the beginning of the semester, during an introductory meeting, from which to choose one to present to the participants of the seminar. The presentation can be individual or in groups, depending on the number of participants. The student assessment will be based on their presentation as well as on their discussion of the other papers that are presented.

Participation in the course will be limited to 20 students, and a mandatory prerequisite is to attend the Energy Economics and Policy course offered by MTEC in FS2022.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert

### ► Skill-Based Training

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
365-1151-00L	<b>Applied Business Ethics for Managers</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i>	W	2 KP	2S	S. Dänzer, B. J. Bergmann, T. Emmerling
Kurzbeschreibung	With leadership comes responsibility. In this course we explore the ethical considerations we are facing as individuals, as managers and as an organization. We combine philosophical frameworks with latest insights on findings on human behavior. Selected guest speakers will provide insights on ethical decision making and strategies in their own field.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the central questions and concepts moral philosophy and business ethics</li> <li>- Realize and be able to deal with the diverse set of ethical viewpoints when making decisions (ethical issues are “not issues of right versus wrong,” but “conflicts of right versus right”)</li> <li>- Understand the different contexts in which ethical decision making in business is addressed</li> <li>- Reveal and assess your ethical intuitions and learn how to use ethics in business settings</li> </ul>				
Inhalt	<p>On day 1, the module “Evaluating Business Ethics” introduces participants to ethics as a discipline of practical philosophy, and to its fundamental questions and concepts. Participants get to know the most important approaches to define what is right and good, and learn how to use them to evaluate situations and actions in business and elsewhere. Next, in the module “The Personal Component of Business Ethics”, we look at character (virtue) ethics and role ethics for leaders and employees, zooming in on the character traits of good leaders, and legal and ethical role duties in business. Participants will be led to reflect on their own values and potential value conflicts in business situations.</p> <p>On day 2, in the module “The Analytical Component of Business Ethics”, participants learn how to conduct an ethical stakeholder analysis, as opposed to an instrumental one, and consider what ethical stakeholder management entails. In the module “A Framework for Ethical Decision Making”, they are then introduced to a step-by-step guide from ethical problem to well-grounded decision.</p> <p>On day 3, in the module “Managing Business Ethics”, participants get to know tools and techniques of business ethics management, such as mission statements, ethics codes, auditing and reporting tools, and business culture. They are</p> <p>On day 4, participants are introduced to the perspective of Behavioral Economics on Business Ethics and get to know concepts such as nudging, sludging and further concepts and tools that influence people’s ethical or unethical behaviour.</p> <p>Throughout all days we will work interactively with case studies, self-reflection, group exercises, and peer discussion to engage with the topics in-depth.</p>				
365-1099-00L	<b>Design Thinking: A Human-Centred Approach to Problem Solving</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester).</i> <i>Minimum number of participants: 12 students.</i>	W	1 KP	1S	D. Salehabadi
Kurzbeschreibung	In this course, students get to know Design Thinking, which is an innovation method that can be applied to solve a broad range of problems from product development to social innovation. The students will engage in collaborative team exercises to learn about and directly apply the five typical design thinking steps – empathize, define, ideate, prototype and test – by solving a real-world challenge.				
Lernziel	<p>During the course, students will...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...get to know the design thinking process working on a specific real-world challenge</li> <li>...learn when to apply design thinking methodology</li> <li>...learn how to empathize with users, how to formulate a clear problem statement, develop ideas, prototype as well as test them with potential users</li> </ul>				

Inhalt	<p>During the course, students will...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...get to know the design thinking process as: <ul style="list-style-type: none"> <li>- - a methodology to develop ideas and concepts – typically in the early phase of the innovation process (the fuzzy-front end)</li> <li>- - a methodology used for product, service and business model innovation</li> <li>- - a methodology used for organizational development: process improvements, redesign of organizational structures, etc.</li> </ul> </li> <li>...learn how to apply the design thinking methodology or parts of it</li> <li>...learn how to empathize with users: simple interview techniques, observation, etc.</li> <li>...learn how to formulate a clear problem statement</li> <li>...learn how to develop ideas: potentially alternative brainstorming techniques</li> <li>...learn how to prototype ideas with simple means</li> <li>...learn how to test them with potential users: simple test structures</li> </ul> <p>What the students should learn from the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Students will be able to assess whether Design Thinking is useful methodology to solve challenges they face in their daily business activities</li> <li>- Students will be able to use elements (i.e. a novel brainstorming technique, a novel feedback method, etc.) in their daily business activities</li> </ul> <p>What the students will NOT learn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- This 2-day training is by not extensive enough to provide a full-scale design thinking training that enables students to design, organize and run their own design thinking workshops and projects. For this, further courses, trainings and self-guided learning is necessary. References to institutes, books and other material will be provided.</li> </ul>
Skript	There is no script available.
<b>365-1111-00L</b>	<p><b>Entrepreneurial Learning: Theory, Practice, and Play</b>    <b>W</b>        <b>1 KP</b>        <b>1S</b></p> <p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p>
Kurzbeschreibung	Learning is an essential part of life, no matter if you are a student, a corporate employee, an entrepreneur, or, all three of these at the same time. In this course, you will be introduced to various theories and practices pertaining to learning in an entrepreneurial context.
Lernziel	<p>Developing a comprehensive understanding of how individuals and teams learn in the entrepreneurial context and apply the learning in their current and future roles. Specifically, in this class students will achieve the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand and improve how they learn as individuals;</li> <li>2. Understand and improve how they learn together with teammates/colleagues in a team, in a work/entrepreneurial environment;</li> <li>3. Learn to adapt to the team and develop effective team learning</li> </ol>
Inhalt	<p>This course has four building blocks, with each of the blocks consisting of an introduction from the lecturer, an exercise, and a reflection on the exercise. The four blocks are as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Theoretical foundation of entrepreneurial learning: individual learning;</li> <li>B. Theoretical foundation of entrepreneurial learning: team and organizational learning;</li> <li>C. Mount Everest simulation game (a multi-user online simulation with a series of problem-solving and decision-making challenges. Students will begin the journey by logging in to assume five different roles and each student is given resources and information that her team needs to make a series of critical decisions about the timing and execution of ascent to the summit of Mount Everest. Please note that this game needs to be purchased from Harvard Business School Publishing and it costs \$15 per student.);</li> <li>D. Team presentation (student teams will present their decision-making processes and learnings from the simulation game).</li> </ol> <p>In order to achieve the best learning outcomes, I utilize a combination of methods, including lecture (for the theoretical concepts and frameworks), role play (for learning situations such as team decision making, critical drawbacks, major milestones etc.), 360-degree evaluation, learning inventory (to gauge the individual and team learning styles), and after-event debriefing/reflections.</p>
<b>365-1149-00L</b>	<p><b>Introduction to Personal Branding and Storytelling</b>    <b>W</b>        <b>1 KP</b>        <b>1S</b>        <b>B. Rübel, P. Geissbühler</b></p> <p><i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd and 4th semester).</i></p> <p><i>Minimum number of participants: 15 students.</i></p>
Kurzbeschreibung	We all have a "personal brand" - whenever you are interacting others, you are projecting an image of yourself. Are you ready to take charge of your own brand story and proactively guide your image? Would you like to learn how to effectively tell your story in a memorable way? This course will teach you skills you can rely on throughout your career to help you achieve your goals.
Lernziel	<p>This highly interactive course will help you to understand and then define your own brand story. By carefully looking at your own values, attributes and strengths from an internal and external perspective, you will first define a genuine and meaningful personal brand for yourself and then learn the storytelling skills you will need to authentically connect with and influence your audience. In addition, you will look at the various channels of communication you can use to proactively build your personal brand with a particular emphasis on LinkedIn.</p> <p>Specific take-aways from this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Your current personal brand</li> <li>- Your desired personal "brand house"</li> <li>- Storytelling frameworks</li> <li>- Building of your personal story and practice giving it</li> <li>- Review of online &amp; offline communication channels with an action plan to activate</li> <li>- Your Personal Journal to keep and reflect on throughout your career.</li> </ul>

Inhalt	The Personal Branding and Storytelling course will be divided into the following sessions:		
	Pre-Work: you will be expected to distribute a survey to 5-6 members of your trusted network (e.g. friends, family and work colleagues). The surveys are private and only you will see the information. The survey will be the basis of defining your current personal brand. Additional pre-work will be reading through some articles and completing the first section of your Personal Journal.		
	Brand Basics: gain a common understanding of what a brand really is and why it is important. We will explore the difference between a corporate brand and a personal brand.		
	Brand Building: using the pre-work material, we will look at your current personal brand vs. your desired brand. We will take an in-depth look at all parts of a brand house and help you define your own Unique Selling Points (USPs). We will have exercises and break into small teams as needed.		
	Storytelling Basics: gain a common understanding of the importance of storytelling and different frameworks to approach it.		
	Storytelling Practice: you will spend time developing your personal story using various techniques. We will have exercises and break into small teams as needed. You will be given the opportunity to tell your story and obtain feedback.		
	Communication Channels: we will review the various online and offline communications channels open to you to build your brand with a strong focus on LinkedIn. You will develop a personal action plan based on the channels most relevant to your industry and profession.		
	Attendance at both days of the course and active participation in the exercises is mandatory for successful completion of the course. Students will be expected to fully complete the pre-work required, including gathering the Trusted Network Survey data and filling in the first part of the Personal Journal. Literature and readings will be announced beforehand. After the class the students will prepare a short video pitch of their personal stories. The videos will have peer-to-peer reviews.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert

<b>365-1092-00L</b>	<b>Personal Leadership Skills</b> <i>Exclusively for MAS MTEC students (2nd semester). Please register by 23.01.2024 at the latest via myStudies.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3S</b>	<b>P. Romann</b>
Kurzbeschreibung	With the aim of preparing the students to take on managerial responsibility, this 2x3 days-seminar teaches basic and practical management skills.				
Lernziel	To convey management behaviour based on practical examples, own experiences and team discussions complemented by short theory sessions.				
Inhalt	When talking of leadership, one in most cases refers to the interaction between superior and associate. However, leadership in modern times also involves the interaction with peers, with one's own superior as well as with other stakeholders. Thus, not leadership but personal leadership skills are needed which also comprise communication, self management and personality aspects.				
	In the light of this, this seminar offers you the opportunity to acquire competencies in all of the just mentioned subjects and to reflect on your current behaviour as (future) leader. The more familiar we are with ourselves, the more we become aware of our needs, the freer we are to express ourselves and to interact with others.				
	The seminar will be a mixture of theory inputs, discussions, self-reflecting moments, group work with short presentations as well as some role plays to give you the opportunity not only to get to know the relevant theories and models, but also to apply and test them. This shall enable you to return to your daily work life and be ready for the challenges of being a (future) leader.				
	Be familiar with and feel able to able current concepts and theories related to leadership skills based on practical examples, own experiences and team discussions complemented by short theory sessions.				
	Content: 1 Fundamentals of Communication 2 Communication in Business Life 3 Self-Management 4 Personality and Understanding Human Nature 5 Fundamentals of Leadership 6 Leadership Tools				
Skript	Englisch				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>365-0899-00L</b>	<b>Master's Thesis in a Company</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>24D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	In der Masterarbeit zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit zu selbständigem, strukturiertem und wissenschaftlichem Arbeiten. Sie steht unter der Leitung des Tutors/der Tutorin muss in einem Unternehmen der Wirtschaft ausgeführt werden.				
Lernziel	In der Masterarbeit zeigen die Studierenden ihre Fähigkeit zu selbständigem, strukturiertem und wissenschaftlichem Arbeiten. Sie steht unter der Leitung des Tutors/der Tutorin muss in einem Unternehmen der Wirtschaft ausgeführt werden.				
<b>365-1170-00L</b>	<b>Epigeum's Avoiding Plagiarism</b> <i>Online course exclusively for MAS MTEC students. Further information will be provided after course registration via myStudies.</i>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Epigeum's Avoiding Plagiarism Online Course covers the basics on how to avoid intentional as well as unintentional plagiarism and how to correctly use citations and references.				

Lernziel	<p>The course should be considered as the minimum knowledge standard. Especially for students with less expertise in structuring and writing academic texts we recommend to attend specifically designed preparation courses which provide a more comprehensive and in- depth guidance (please see Study Plan and Master Thesis Guidelines).</p> <p>By the end of this course, you will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Define plagiarism and describe different types of plagiarism</li> <li>• Recognise and describe key terms relating to plagiarism</li> <li>• Understand the importance of referencing</li> <li>• Compile accurate citations and references</li> <li>• Correctly paraphrase and acknowledge others' work</li> <li>• Make better use of referencing software to manage your citations and references</li> <li>• Develop strategies to help you avoid plagiarism in your own work.</li> </ul>
Inhalt	<p>This course is designed to help you understand what plagiarism is and how to avoid it. The key features of the course include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interviews with students and tutors sharing their thoughts on plagiarism</li> <li>• Key terms and different types of plagiarism explained</li> <li>• Interactive activities to help you learn what plagiarism is</li> <li>• Interactive activities to help you practise how to correctly cite and reference different sources</li> <li>• Strategies to help you develop an action plan to avoid plagiarism</li> <li>• Online resources to help extend your learning, including articles on real-life cases of plagiarism.</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Plagiarism guidelines defined by ETH Zurich are authoritative.</p>

---

#### MAS in Management, Technology, and Economics - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

---

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Medical Physics

## ► Obligatorische Fächer (für beide Fachrichtungen)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0954-00L</b>	<b>Anatomy and Physiology for Medical Physicists II</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	
Kurzbeschreibung	Anatomie und Physiologie für Medizinphysiker I & II vermittelt Grundkenntnisse in Biochemie und Zellphysiologie sowie im Hauptteil eine vertiefte Einführung in die Funktionen und Eigenschaften der Gewebe, der Organe, von Organsystemen und des menschlichen Körpers als System.				
Lernziel	Der Kurs vermittelt physiologische und anatomische Grundlagen und die professionelle medizinische Terminologie, die Medizinphysiker und Medizinphysikerinnen befähigt, in interdisziplinären Arbeitsgruppen vollwertig teilzunehmen, Zugang zur medizinischen Fachliteratur zu gewinnen und mit Profit an interdisziplinären oder medizinischen Konferenzen teilzunehmen.				
Inhalt	Physiology and Anatomy for Medical Physicists provides an introduction into the functions and structural properties of tissues, organs, systems of organs and the human body as an organism. The first part starts with the basics in biochemistry and cellphysiology related to human physiology. The main part of the course is dedicated to the most important systems of organs (respiratory system, heart and circulation, nervous system, digestion, secretion and reins, skeleton and muscles, protective systems, milieu interne, reproduction, senses). Anatomy and physiology are discussed integrated in the thematical order. Each topic is preceded by some comments concerning biology, evolution and/or embryology. The content of the lessons is addressed to physicists and engineers and an emphasis is set to medical terminology. In a supplementary part of the course a few topics in applied physiology will be presented.				
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives insight into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press</li> <li>- B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc.</li> <li>- O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press</li> <li>- J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag</li> <li>- M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag</li> <li>- A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>465-0958-00L</b>	<b>Audiological Acoustics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	
Kurzbeschreibung	After introducing acoustic objects of the physical world the detection, analysis and perception of these signals in the peripheral and central auditory system is described. Emphasis is put on understanding the processing mechanisms in the human auditory system in the aim of restoring impaired auditory function with medical technology.				
Lernziel	The understanding of the human hearing organ, the processing of complex acoustic signals and hearing rehabilitation possibilities with medical devices (hearing aid and implantable hearing aid systems).				
Inhalt	Physiology and anatomy of the human organ of hearing, fundamentals of acoustics, audiological (Hearing) diagnostic procedures with acoustics, psychoacoustics and electrophysiology methods hearing losses and hearing rehabilitation				
Literatur	ATCHERSON, Samuel R.; STODY, Tina M. (Hg.). Auditory electrophysiology: a clinical guide. Thieme, 2012. ROESER, Ross J., et al. Audiology-Diagnosis. New York: Thieme, 2007, 2007. KOMPIS, Martin. Audiologie. Huber, 2009. KATZ, Jack; Handbook of clinical audiology, 2002.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i>  <i>Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted.</i> <i>Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for Experimental & Clinical Imaging Technologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.				
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.				
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.				
Skript	Presentation slides, Web links				

Voraussetzungen / Besonderes The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <http://www.excite.ethz.ch>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Fachrichtung: Radiation Therapy

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0968-00L</b>	<b>Monte Carlo in Medical Physics</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, M. K. Fix</b>
Kurzbeschreibung	Introduction in basics of Monte Carlo simulations in the field of medical radiation physics. General recipe for Monte Carlo simulations in medical physics from code selection to fine-tuning the implementation. Characterization of radiation by means of Monte Carlo simulations.				
Lernziel	Understanding the concept of the Monte Carlo method. Getting familiar with the Monte Carlo technique, knowing different codes and several applications of this method. Learn how to use Monte Carlo in the field of applied medical radiation physics. Understand the usage of Monte Carlo to characterize the physical behaviour of ionizing radiation in medical physics. Share the enthusiasm about the potential of the Monte Carlo technique and its usefulness in an interdisciplinary environment.				
Inhalt	The lecture provides the basic principles of the Monte Carlo method in medical radiation physics. Some fundamental concepts on applications of ionizing radiation in clinical medical physics will be reviewed. Several techniques in order to increase the simulation efficiency of Monte Carlo will be discussed. A general recipe for performing Monte Carlo simulations will be compiled. This recipe will be demonstrated for typical clinical devices generating ionizing radiation, which will help to understand implementation of a Monte Carlo model. Next, more patient related effects including the estimation of the dose distribution in the patient, patient movements and imaging of the patient's anatomy. A further part of the lecture covers the simulation of radioactive sources as well as heavy ion treatment modalities. The field of verification and quality assurance procedures from the perspective of Monte Carlo simulations will be discussed. To complete the course potential future applications of Monte Carlo methods in the evolving field of treating patients with ionizing radiation.				
Skript	A script will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		gefördert
			Entscheidungsfindung		geprüft
			Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
	<b>402-0342-00L</b>	<b>Medical Physics II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>
Kurzbeschreibung	Applications of ionizing radiation in medicine such as radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostics. Theory of dosimetry based on cavity theory and clinical consequences. Fundamentals of dose calculation, optimization and evaluation. Concepts of external beam radiation therapy and brachytherapy. Recent and future developments: IMRT, IGRT, SRS/SBRT, particle therapy.				
Lernziel	Getting familiar with the different medical applications of ionizing radiation in the fields of radiation therapy, nuclear medicine, and radiation diagnostics. Dealing with concepts such as external beam radiation therapy as well as brachytherapy for the treatment of cancer patients. Understanding the fundamental cavity theory for dose measurements and its consequences on clinical practice. Understanding different delivery techniques such as IMRT, IGRT, SRS/SBRT, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. Understanding the principles of dose calculation, optimization and evaluation for radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostic applications. Finally, the lecture aims to demonstrate that medical physics is a fascinating and evolving discipline where physics can directly be used for the benefits of patients and the society.				
Inhalt	In this lecture, the use of ionizing radiation in different clinical applications is discussed. Primarily, we will concentrate on radiation therapy and will cover applications such as external beam radiotherapy with photons and electrons, intensity modulated radiotherapy (IMRT), image guided radiotherapy (IGRT), stereotactic radiotherapy and radiosurgery, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. In addition, dosimetric methods based on cavity theory are reviewed and principles of treatment planning (dose calculation, optimization and evaluation) are discussed. Next to these topics, applications in nuclear medicine and radiation diagnostics are explained with the clear focus on dosimetric concepts and behaviour.				
Skript	A script will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended that the students have taken the lecture Medical Physics I in advance.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>465-0968-00L</b>	<b>Medizinphysik in der Praxis</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Manser, Referent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Ziel der Vorlesung ist es, die verschiedenen Aspekte der Medizinischen Physik aus der Sicht des Praktikers kennenzulernen. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei, den Dialog zwischen den Studierenden und den Praktikern zu fördern und Kontakte zu schaffen. Hierzu berichten verschiedene Dozenten aus der ganzen Schweiz über ihre Arbeit als Medizinphysiker.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist es, die verschiedenen Aspekte der Medizinischen Physik aus der Sicht des Praktikers kennenzulernen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>465-0420-00L</b>	<b>Strahlenschutz-Sachverstand</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	externe Veranstalter

Kurzbeschreibung	Der Kurs umfasst alle Inhalte in Theorie und Praxis, die für eine anerkannte Ausbildung zu Strahlenschutz-Sachverständigen beim Umgang mit offenem radioaktivem Material in einem Arbeitsbereich B/C notwendig sind. Nach erfolgreich abgeschlossener Prüfung wird ein vom BAG anerkanntes Zertifikat ausgestellt. Dieses erlaubt auch den Einsatz als Strahlenschutz-Beauftragte im Aufsichtsbereich des ENSI.
Lernziel	Die Teilnehmenden erwerben in der Ausbildung die Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse, um die Funktion des Strahlenschutz-Sachverständigen beim Umgang mit offenem radioaktivem Material im Arbeitsbereich B/C anerkannt gemäss Strahlenschutz Ausbildungsverordnung (814.501.261) ausüben zu dürfen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundkenntnisse der Strahlenphysik und der Strahlenbiologie</li> <li>- Dosisabschätzung bei interner und externer Bestrahlung</li> <li>- Kenntnis der für den Umgang mit offenen und geschlossenen Strahlenquellen massgeblichen Gesetzen und Verordnungen</li> <li>- Erkennen und abschätzen von Gefährdungspotenzialen</li> <li>- Festlegen von Strahlenschutz-Betriebsvorschriften, Sicherheitsplänen sowie baulicher, organisatorischer und operationeller Massnahmen</li> <li>- Kenntnis und Anwendung von Messgeräten</li> <li>- Planung und Durchführung der Personen- und Arbeitsplatzüberwachung</li> </ul>

► **Fachrichtung: General Medical Physics**

►► **Vertiefung Radiation Therapy**

►►► **Kernfächer**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0968-00L</b>	<b>Monte Carlo in Medical Physics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, M. K. Fix</b>
Kurzbeschreibung	Introduction in basics of Monte Carlo simulations in the field of medical radiation physics. General recipe for Monte Carlo simulations in medical physics from code selection to fine-tuning the implementation. Characterization of radiation by means of Monte Carlo simulations.				
Lernziel	Understanding the concept of the Monte Carlo method. Getting familiar with the Monte Carlo technique, knowing different codes and several applications of this method. Learn how to use Monte Carlo in the field of applied medical radiation physics. Understand the usage of Monte Carlo to characterize the physical behaviour of ionizing radiation in medical physics. Share the enthusiasm about the potential of the Monte Carlo technique and its usefulness in an interdisciplinary environment.				
Inhalt	The lecture provides the basic principles of the Monte Carlo method in medical radiation physics. Some fundamental concepts on applications of ionizing radiation in clinical medical physics will be reviewed. Several techniques in order to increase the simulation efficiency of Monte Carlo will be discussed. A general recipe for performing Monte Carlo simulations will be compiled. This recipe will be demonstrated for typical clinical devices generating ionizing radiation, which will help to understand implementation of a Monte Carlo model. Next, more patient related effects including the estimation of the dose distribution in the patient, patient movements and imaging of the patient's anatomy. A further part of the lecture covers the simulation of radioactive sources as well as heavy ion treatment modalities. The field of verification and quality assurance procedures from the perspective of Monte Carlo simulations will be discussed. To complete the course potential future applications of Monte Carlo methods in the evolving field of treating patients with ionizing radiation.				
Skript	A script will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>402-0342-00L</b>	<b>Medical Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Manser</b>
Kurzbeschreibung	Applications of ionizing radiation in medicine such as radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostics. Theory of dosimetry based on cavity theory and clinical consequences. Fundamentals of dose calculation, optimization and evaluation. Concepts of external beam radiation therapy and brachytherapy. Recent and future developments: IMRT, IGRT, SRS/SBRT, particle therapy.				
Lernziel	Getting familiar with the different medical applications of ionizing radiation in the fields of radiation therapy, nuclear medicine, and radiation diagnostics. Dealing with concepts such as external beam radiation therapy as well as brachytherapy for the treatment of cancer patients. Understanding the fundamental cavity theory for dose measurements and its consequences on clinical practice. Understanding different delivery techniques such as IMRT, IGRT, SRS/SBRT, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons.				
Inhalt	Understanding the principles of dose calculation, optimization and evaluation for radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostic applications. Finally, the lecture aims to demonstrate that medical physics is a fascinating and evolving discipline where physics can directly be used for the benefits of patients and the society.				
Inhalt	In this lecture, the use of ionizing radiation in different clinical applications is discussed. Primarily, we will concentrate on radiation therapy and will cover applications such as external beam radiotherapy with photons and electrons, intensity modulated radiotherapy (IMRT), image guided radiotherapy (IGRT), stereotactic radiotherapy and radiosurgery, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. In addition, dosimetric methods based on cavity theory are reviewed and principles of treatment planning (dose calculation, optimization and evaluation) are discussed. Next to these topics, applications in nuclear medicine and radiation diagnostics are explained with the clear focus on dosimetric concepts and behaviour.				
Skript	A script will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended that the students have taken the lecture Medical Physics I in advance.				
	For students of the MAS in Medical Physics (Specialization A) the performance assessment is offered at the earliest in the second year of the studies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
<b>465-0420-00L</b>	<b>Strahlenschutz-Sachverstand</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Der Kurs umfasst alle Inhalte in Theorie und Praxis, die für eine anerkannte Ausbildung zu Strahlenschutz-Sachverständigen beim Umgang mit offenem radioaktivem Material in einem Arbeitsbereich B/C notwendig sind. Nach erfolgreich abgeschlossener Prüfung wird ein vom BAG anerkanntes Zertifikat ausgestellt. Dieses erlaubt auch den Einsatz als Strahlenschutz-Beauftragte im Aufsichtsbereich des ENSI.				
Lernziel	Die Teilnehmenden erwerben in der Ausbildung die Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse, um die Funktion des Strahlenschutz-Sachverständigen beim Umgang mit offenem radioaktivem Material im Arbeitsbereich B/C anerkannt gemäss Strahlenschutz Ausbildungsverordnung (814.501.261) ausüben zu dürfen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundkenntnisse der Strahlenphysik und der Strahlenbiologie</li> <li>- Dosisabschätzung bei interner und externer Bestrahlung</li> <li>- Kenntnis der für den Umgang mit offenen und geschlossenen Strahlenquellen massgeblichen Gesetzen und Verordnungen</li> <li>- Erkennen und abschätzen von Gefährdungspotenzialen</li> <li>- Festlegen von Strahlenschutz-Betriebsvorschriften, Sicherheitsplänen sowie baulicher, organisatorischer und operationeller Massnahmen</li> <li>- Kenntnis und Anwendung von Messgeräten</li> <li>- Planung und Durchführung der Personen- und Arbeitsplatzüberwachung</li> </ul>				

## ▶▶▶ Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

## ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				
<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.				
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.				
Inhalt	The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomo) therapy approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.				



Voraussetzungen / Besonderes	Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.				
<b>465-0968-00L</b>	<b>Medizinphysik in der Praxis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Manser, Referent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Ziel der Vorlesung ist es, die verschiedenen Aspekte der Medizinischen Physik aus der Sicht des Praktikers kennenzulernen. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei, den Dialog zwischen den Studierenden und den Praktikern zu fördern und Kontakte zu schaffen. Hierzu berichten verschiedene Dozenten aus der ganzen Schweiz über ihre Arbeit als Medizinphysiker.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist es, die verschiedenen Aspekte der Medizinischen Physik aus der Sicht des Praktikers kennenzulernen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				

## ►► Vertiefung Biomechanics

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1712-00L</b>	<b>Finite Element Analysis in Biomedical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Ferguson, B. Helgason</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering.				
Lernziel	Finite element analysis is a powerful simulation method for the (approximate) solution of boundary value problems. While its traditional roots are in the realm of structural engineering, the methods have found wide use in the biomedical engineering domain for the simulation of the mechanical response of the human body and medical devices. This course provides an introduction to finite element analysis, with a specific focus on problems and applications from biomedical engineering. This domain offers many unique challenges, including multi-scale problems, multi-physics simulation, complex and non-linear material behaviour, rate-dependent response, dynamic processes and fluid-solid interactions. Theories taught are reinforced through practical applications in self-programmed and commercial simulation software, using e.g. MATLAB, ANSYS, FEBIO.				
Inhalt	<p>(Theory) The Finite Element and Finite Difference methods Galerkin, weighted residuals, discretization</p> <p>(Theory) Mechanical analysis of structures Trusses, beams, solids and shells, DOFs, hand calculations of simple FE problems, underlying PDEs</p> <p>(Application) Mechanical analysis of structures Truss systems, beam systems, 2D solids, meshing, organ level analysis of bones</p> <p>(Theory and Application) Mechanical analysis of structures Micro- and multi-scale analysis, voxel models, solver limitations, large scale solvers</p> <p>(Theory) Non-linear mechanical analysis of structures Large strain, Newton-Rhapson, plasticity</p> <p>(Application) Non-linear mechanical analysis of structures Plasticity (bone), hyperelasticity, viscoelasticity</p> <p>(Theory and Application) Contact analysis Friction, bonding, rough contact, implants, bone-cement composites, pushout tests</p> <p>(Theory) Flow in Porous Media Potential problems, Terzhagi's consolidation</p> <p>(Application) Flow in Porous Media Confined and unconfined compression of cartilage</p> <p>(Theory) Heat Transfer and Mass Transport Diffusion, conduction and convection, equivalency of equations</p> <p>(Application) Heat Transfer and Mass Transport Sequentially-coupled poroelastic and transport models for solute transport</p> <p>(Theory) Computational Biofluid Dynamics Newtonian vs. Non-Newtonian fluid, potential flow</p> <p>(Application) Computational Biofluid Dynamics Flow between micro-rough parallel plates</p>				
Skript	Handouts consisting of (i) lecturers' script, (ii) selected excerpts from relevant textbooks, (iii) selected excerpts from theory manuals of commercial simulation software, (iv) relevant scientific publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with basic numerical methods. Programming experience with MATLAB.				
<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
Kurzbeschreibung	This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.				

Lernziel	The learning objectives include 1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics 2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it 3. Review materials commonly used in orthopaedic applications 4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices		
Inhalt	The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.		
Skript	Stored on Moodle.		
Literatur	Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems  Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090		
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.  Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture 14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				

### ▶▶▶ Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>376-1150-00L</b>	<b>Clinical Challenges in Musculoskeletal Disorders</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Leunig, S. J. Ferguson, Z.-M. Manjaly</b>
Kurzbeschreibung	This course reviews musculoskeletal disorders focusing on the clinical presentation, current treatment approaches and future challenges and opportunities to overcome failures.				
Lernziel	Appreciation of the surgical and technical challenges, and future perspectives offered through advances in surgical technique, new biomaterials and advanced medical device construction methods.				
Inhalt	Foot deformities, knee injuries, knee OA, hip disorders in the child and adolescent, hip OA, spine deformities, degenerative spine disease, shoulder in-stability, hand, rheumatoid diseases, neuromuscular diseases, sport injuries and prevention				
<b>376-1168-00L</b>	<b>Sports Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Lorenzetti</b>
Kurzbeschreibung	Various types of sport are studied from a mechanical point of view. Of particular interest are the key parameters of a sport as well as the performance relevant indicators.				
Lernziel	The aim of this lecture is to enable the students to study a sport from a biomechanical viewpoint and to carry out a small project including planing, measurement set-up, analysis and discussion.				
Inhalt	Sport biomechanics is concerned with the physical and mechanical basic principles of sports. The lecture requires an in-depth mechanical understanding on the side of the student. In this respect, the pre-attendance of the lectures Biomechanics II and Movement and Sports Biomechanics or an equivalent course is expected. The human body is treated as a mechanical system during sport. The interaction of the active and passive movements and outside influences is analysed. Using sports such as ski-jumping, cycling, or weight training, applicable models are created, analyzed and suitable measuring methods are introduced. In particular, the constraints as well as the limitations of the models are of great relevance. The students work on their own project, develop their own models for different sport types, critically discuss the advantages and disadvantages and evaluate applicable measurement methods.				
Skript	Handout will be distributed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				

Literatur

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

376-1308-00L

**Development Strategies for Medical Implants**

**W**

**3 KP**

**2V+1U**

**J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan**

Kurzbeschreibung

Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).

Lernziel

Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.

Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.		
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)		
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)		
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading		
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.		
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition  Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.  Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft gefördert

<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				

<b>327-0613-00L</b>	<b>Computer Applications: Finite Elements in Solids and Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Gusev</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The course will only take place if at least 7 students are enrolled.</i>				
Kurzbeschreibung	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse an diesem Gebiet.				
Lernziel	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse in diesem Gebiet.				
Inhalt	Einführung, Energieformulierungen, die Rayleigh-Ritz-Methode, Finite-Elemente der Verschiebungen, Lösungen zu den Finite-Elemente Gleichungen, Lineare Elemente, Konvergenz, Kompatibilität und Vollständigkeit, Finite Elemente höherer Ordnung, Beam- und Frame-Elemente, Plate- und Shell-Elemente, Dynamik und Vibrationen, Verallgemeinerung des Finite-Elemente-Konzeptes (Galerkin-weighted residual and variational approaches)				
Skript	Autographie				
Literatur	- Astley R.J. Finite Elements in Solids and Structures, Chapman & Hill, 1992 - Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method, 5th ed., vol. 1, Butterworth-Heinemann, 2000				

## ►► Vertiefung Bioimaging

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stapanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>

Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.

<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				

<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUES: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on Quality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				

### ▶▶▶ Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	

<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	Basic knowledge of computer vision would be helpful. It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				

Voraussetzungen / Prerequisites:  
Besonderes Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.

Preferred:  
Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.

The course will be held in English.

<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on the challenging task of extracting robust, quantitative metrics from imaging data and is intended to bridge the gap between pure signal processing and the experimental science of imaging. The course will focus on techniques, scalability, and science-driven analysis.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction of applied image processing for research science covering basic image processing, quantitative methods, and statistics.</li> <li>2. Understanding of imaging as a means to accomplish a scientific goal.</li> <li>3. Ability to apply quantitative methods to complex 3D data to determine the validity of a hypothesis</li> </ol>				
Inhalt	<p>Imaging is a well established field and is rapidly growing as technological improvements push the limits of resolution in space, time, material and functional sensitivity. These improvements have meant bigger, more diverse datasets being acquired at an ever increasing rate. With methods varying from focused ion beams to X-rays to magnetic resonance, the sources for these images are exceptionally heterogeneous; however, the tools and techniques for processing these images and transforming them into quantitative, biologically or materially meaningful information are similar.</p> <p>The course consists of equal parts theory and practical analysis of first synthetic and then real imaging datasets. Basic aspects of image processing are covered such as filtering, thresholding, and morphology. From these concepts a series of tools will be developed for analyzing arbitrary images in a very generic manner. Specifically a series of methods will be covered, e.g. characterizing shape, thickness, tortuosity, alignment, and spatial distribution of material features like pores. From these metrics the statistics aspect of the course will be developed where reproducibility, robustness, and sensitivity will be investigated in order to accurately determine the precision and accuracy of these quantitative measurements. A major emphasis of the course will be scalability and the tools of the 'Big Data' trend will be discussed and how cluster, cloud, and new high-performance large dataset techniques can be applied to analyze imaging datasets. In addition, given the importance of multi-scale systems, a data-management and analysis approach based on modern databases will be presented for storing complex hierarchical information in a flexible manner. Finally as a concluding project the students will apply the learned methods on real experimental data from the latest 3D experiments taken from either their own work / research or partnered with an experimental imaging group.</p> <p>The course provides the necessary background to perform the quantitative evaluation of complicated 3D imaging data in a minimally subjective or arbitrary manner to answer questions coming from the fields of physics, biology, medicine, material science, and paleontology.</p>				
Skript	Available online. <a href="https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html">https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html</a>				
Literatur	Will be indicated during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students will have some familiarity with basic manipulation and programming in languages like Python, Matlab, or R. Interested students who are worried about their skill level in this regard are encouraged to contact Anders Kaestner directly (<a href="mailto:anders.kaestner@psi.ch">anders.kaestner@psi.ch</a>).</p> <p>More advanced students who are familiar with Python, C++, (or in some cases Java) will have to opportunity to develop more of their own tools.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0967-00L</b>	<b>Computational Neuroimaging Clinic</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	This seminar teaches problem solving skills for computational neuroimaging (incl. associated computational analyses of behavioural data). It deals with a variety of real-life problems that are brought to this meeting from the neuroimaging community at Zurich, e.g., concerning mass-univariate and multivariate analyses of fMRI/EEG/OPM data, or generative models of fMRI/EEG/OPM, or behavioural data.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consolidation of theoretical knowledge (obtained in one of the following courses: Methods &amp; models for fMRI data analysis, Translational Neuromodeling, Computational Psychiatry) in a practical setting.</li> <li>2. Acquisition of practical problem solving strategies for computational modeling of neuroimaging data.</li> </ol>				
Inhalt	This seminar teaches problem solving skills for computational neuroimaging (incl. associated computational analyses of behavioural data). It deals with a variety of real-life problems that are brought to this meeting from the neuroimaging community at Zurich, e.g., concerning mass-univariate and multivariate analyses of fMRI/EEG/OPM data, or generative models of fMRI/EEG/OPM or behavioural data.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants are expected to be familiar with general principles of statistics and have successfully completed at least one of the following courses: Methods & models for fMRI data analysis, Translational Neuromodeling, Computational Psychiatry				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				

<b>227-0424-00L</b>	<b>Model- and Learning-Based Inverse Problems in Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1P</b>	<b>V. Vishnevskiy</b>
Kurzbeschreibung	Reconstruction is an inverse problem which estimates images from noisy measurements. Model-based reconstructions use analytical models of the imaging process and priors. Data-based methods directly approximate inversion using training data. Combining these two approaches yields physics-aware neural nets and state-of-the-art imaging accuracy (MRI, US, CT, microscopy, non-destructive imaging).				
Lernziel	The goal of this course is to introduce the mathematical models of imaging experiments and practice implementation of numerical methods to solve the corresponding inverse problem. Students will learn how to improve reconstruction accuracy by introducing prior knowledge in the form of regularization models and training data. Furthermore, students will practice incorporating imaging model knowledge into deep neural networks.				
Inhalt	The course is based on following fundamental fields: (i) numerical linear algebra, (ii) mathematical statistics and learning theory, (iii) convex optimization and (iv) signal processing. The first part of the course introduces classical linear and nonlinear methods for image reconstruction. The second part considers data-based regularization and covers modern deep learning approaches to inverse problems in imaging. Finally, we introduce advances in the actively developing field of experimental design in biomedical imaging (i.e. how to conduct an experiment in a way to enable the most accurate reconstruction).				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: Examples of inverse problems, general introduction. Refresh prerequisites.</li> <li>2. Linear algebra in imaging: Refresh prerequisites. Demonstrate properties of operators employed in imaging.</li> <li>3. Linear inverse problems and regularization: Classical theory of inverse problems. Introduce notion of ill-posedness and regularization.</li> <li>3. Compressed sensing: Sparsity, basis-CS, TV-CS. Notion of analysis and synthesis forms of reconstruction problems. Application of PGD and ADMM to reconstruction.</li> <li>4. Advanced priors and model selection: Total generalized variation, GMM priors, vectorial TV, low-rank, and tensor models. Stein's unbiased risk estimator.</li> <li>5. Dictionary and prior learning: Classical dictionary learning. Gentle intro to machine learning. A lot of technical details about patch-models.</li> <li>6. Deep learning in image reconstruction: Generic convolutional-NN models (automap, residual filtering, u-nets). Talk about the data generation process. Characterized difference between model- and data-based reconstruction methods. Mode averaging.</li> <li>7. Loop unrolling and physics-aware networks for reconstruction: Autograd, Variational Networks, a lot of examples and intuition. Show how to use them efficiently, e.g. adding preconditioners, attention, etc.</li> <li>8. Generative models and uncertainty quantification: Amortized posterior, variational autoencoders, adversarial learning. Estimation uncertainty quantification.</li> <li>9. Inversible networks for estimation: Gradient flows in networks, invertible neural networks for estimation problems.</li> <li>10. Experimental design in imaging: Acquisition optimization for continuous models. How far can we exploit autograd?</li> <li>11. Signal sampling optimization in MRI. Reinforcement learning: Acquisition optimization for discrete models. Reinforce and policy gradients, variance minimization for discrete variables (RELAX, REBAR). Cartesian under-sampling pattern design</li> <li>12. Summary and exam preparation.</li> </ol>				
Skript	Lecture slides with references will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to know the basics of (i) numerical linear algebra, (ii) applied methods of convex optimization, (iii) computational statistics, (iv) Matlab and Python.				

## ►► Vertiefung Bioengineering



## ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				

## ►►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

## ►►► Wahlfächer

*Von den beiden Lerneinheiten 376-1622-00L Practical Methods in Tissue Engineering (angeboten im Herbstsemester) und 376-1624-00L Practical Methods in Biofabrication (angeboten im Frühjahrssemester) dürfen nicht beide angerechnet werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				

<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				
Lernziel	Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.				
Inhalt	Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.				

<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				
Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.				
Voraussetzungen / Besonderes	Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed  A laptop is needed with the below Systems Requirements: - Memory: 16 GB - Processor: 3rd gen i7 - DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM - Storage: 15 GB  Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).				

## ►► Vertiefung Bioelectronics

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level. The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy. During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.				
Literatur	Available Online.				

### ►►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

### ►►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				

Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.				
Skript	Transducer fundamentals and test structures Pressure sensors and accelerometers Resonators and gyroscopes RF MEMS Acoustic transducers and energy harvesters Thermal transducers and energy harvesters Optical and magnetic transducers Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS Nanosystem concepts Basic electronic circuits for sensors and microsystems Handouts (on-line)				
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				

## ►► Vertiefung Neuroinformatics

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
Kurzbeschreibung	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.html</a> This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				

**Inhalt** This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimized for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.

**Literatur** Books: (recommended references, not required)  
 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997.  
 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.

---

**252-0312-00L Mobile Health and Activity Monitoring W 6 KP 2V+3A C. Holz**

**Kurzbeschreibung** Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.

**Lernziel** In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.

- High-level:
- sensing modalities for interactive systems
  - "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)
  - health monitoring (basic cardiovascular physiology)
  - affective computing (emotions, mood, personality)

- Lower-level:
- sampling and filtering, time and frequency domains
  - cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation
  - event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods
  - sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic

**Inhalt** Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.

The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.

**Skript** Full details: [https://siplab.org/courses/mobile\\_health\\_activity\\_monitoring/2024](https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024)  
 Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.

**Literatur** More information on the course site: [https://siplab.org/courses/mobile\\_health\\_activity\\_monitoring/2024](https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024)  
 Will be provided in the lecture

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
	Kritisches Denken	geprüft	

---

**252-0220-00L Introduction to Machine Learning W 8 KP 4V+2U+1A F. Perez Cruz, F. Yang**

*Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact [studiensekretariat@inf.ethz.ch](mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch)*

**Kurzbeschreibung** The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.

**Lernziel** The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.

- Inhalt**
- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)
  - Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)
  - Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor
  - Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)
  - Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)
  - The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)
  - Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)
  - Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)
  - Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)
  - Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)

Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: - Advanced Machine Learning - Deep Learning - Probabilistic Artificial Intelligence - Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
	Problemlösung	geprüft	
	Projektmanagement	geprüft	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	

<b>262-6190-00L</b>	<b>Machine Learning (University of Basel)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der Uni Basel belegt werden. Uni Basel Kursnummer 17165-01</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4G</b>	externe Veranstalter
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine und -Modalitäten an der Uni Basel: <a href="https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html">https://www.unibas.ch/en/Studies/Mobility/Mobility-Switzerland/Students-Registering-From-Other-Swiss-Universities.html</a></i>				

<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:  - Variational methods and optimization. - Deterministic annealing. - Clustering for diverse types of data. - Model validation by information theory.				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.  - Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.  - Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.  - Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.  L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				

### ▶▶▶ Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1792-00L</b>	<b>Introductory Course in Neuroscience II (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: SPV0Y020</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W. Knecht</b> , Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				
Lernziel	This course discusses behavioral aspects in neuroscience. Modern brain imaging methods are described. Clinical issues including diseases of the nervous system are studied. Sleep research and neuroimmunology are discussed. Finally, the course deals with the basic concepts in psychiatry.				

<b>551-0512-00L</b>	<b>Current Topics in Molecular and Cellular Neurobiology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Suter</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The course is a literature seminar or "journal club". Each Friday a student, or a member of the Suter Lab in the Institute of Molecular Health Sciences, will present a paper from the recent literature.				
Lernziel	The course introduces you to recent developments in the fields of cellular and molecular neurobiology. It also supports you to develop your skills in critically reading the scientific literature. You should be able to grasp what the authors wanted to learn e.g. their goals, why the authors chose the experimental approach they used, the strengths and weaknesses of the experiments and the data presented, and how the work fits into the wider literature in the field. You will present one paper yourself, which provides you with practice in public speaking.				
Inhalt	You will present one paper yourself. Give an introduction to the field of the paper, then show and comment on the main results (all the papers we present are available online, so you can show original figures with a beamer). Finish with a summary of the main points and a discussion of their significance. You are expected to take part in the discussion and to ask questions. To prepare for this you should read all the papers beforehand (they will be announced a week in advance of the presentation).				
Skript	Presentations will be made available after the seminars.				
Literatur	We cover a range of themes related to development and neurobiology. Before starting your preparations, you are required to check with Laura Montani (laura.montani@biol.ethz.ch), who helps you with finding an appropriate paper.				
Voraussetzungen / Besonderes	You must attend at least 80% of the journal clubs, and give a presentation of your own. At the end of the semester there will be a 30 minute oral exam on the material presented during the semester. The grade will be based on the exam (45%), your presentation (45%), and a contribution based on your active participation in discussion of other presentations (10%).				

<b>227-0424-00L</b>	<b>Model- and Learning-Based Inverse Problems in Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1P</b>	<b>V. Vishnevskiy</b>
Kurzbeschreibung	Reconstruction is an inverse problem which estimates images from noisy measurements. Model-based reconstructions use analytical models of the imaging process and priors. Data-based methods directly approximate inversion using training data. Combining these two approaches yields physics-aware neural nets and state-of-the-art imaging accuracy (MRI, US, CT, microscopy, non-destructive imaging).				
Lernziel	The goal of this course is to introduce the mathematical models of imaging experiments and practice implementation of numerical methods to solve the corresponding inverse problem. Students will learn how to improve reconstruction accuracy by introducing prior knowledge in the form of regularization models and training data. Furthermore, students will practice incorporating imaging model knowledge into deep neural networks.				
Inhalt	The course is based on following fundamental fields: (i) numerical linear algebra, (ii) mathematical statistics and learning theory, (iii) convex optimization and (iv) signal processing. The first part of the course introduces classical linear and nonlinear methods for image reconstruction. The second part considers data-based regularization and covers modern deep learning approaches to inverse problems in imaging. Finally, we introduce advances in the actively developing field of experimental design in biomedical imaging (i.e. how to conduct an experiment in a way to enable the most accurate reconstruction).				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: Examples of inverse problems, general introduction. Refresh prerequisites.</li> <li>2. Linear algebra in imaging: Refresh prerequisites. Demonstrate properties of operators employed in imaging.</li> <li>3. Linear inverse problems and regularization: Classical theory of inverse problems. Introduce notion of ill-posedness and regularization.</li> <li>3. Compressed sensing: Sparsity, basis-CS, TV-CS. Notion of analysis and synthesis forms of reconstruction problems. Application of PGD and ADMM to reconstruction.</li> <li>4. Advanced priors and model selection: Total generalized variation, GMM priors, vectorial TV, low-rank, and tensor models. Stein's unbiased risk estimator.</li> <li>5. Dictionary and prior learning: Classical dictionary learning. Gentle intro to machine learning. A lot of technical details about patch-models.</li> <li>6. Deep learning in image reconstruction: Generic convolutional-NN models (automap, residual filtering, u-nets). Talk about the data generation process. Characterized difference between model- and data-based reconstruction methods. Mode averaging.</li> <li>7. Loop unrolling and physics-aware networks for reconstruction: Autograd, Variational Networks, a lot of examples and intuition. Show how to use them efficiently, e.g. adding preconditioners, attention, etc.</li> <li>8. Generative models and uncertainty quantification: Amortized posterior, variational autoencoders, adversarial learning. Estimation uncertainty quantification.</li> <li>9. Inversible networks for estimation: Gradient flows in networks, invertible neural networks for estimation problems.</li> <li>10. Experimental design in imaging: Acquisition optimization for continuous models. How far can we exploit autograd?</li> <li>11. Signal sampling optimization in MRI. Reinforcement learning: Acquisition optimization for discrete models. Reinforce and policy gradients, variance minimization for discrete variables (RELAX, REBAR). Cartesian under-sampling pattern design</li> <li>12. Summary and exam preparation.</li> </ol>				
Skript	Lecture slides with references will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to know the basics of (i) numerical linear algebra, (ii) applied methods of convex optimization, (iii) computational statistics, (iv) Matlab and Python.				

<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				

Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on Quality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.
Skript	Stored on Moodle.
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.
<b>376-0202-00L</b>	<b>Neural Control of Movement and Motor Learning</b> <b>W</b> <b>4 KP</b> <b>3G</b> <b>N. Wenderoth, M. Altermatt, S. Gerritzen, C. Lustenberger</b>
Kurzbeschreibung	This course extends the students' knowledge regarding the neural control of movement and motor learning. Particular emphasis will be put on those methods and experimental findings that have shaped current knowledge of this area including fMRI, EEG, TMS, electrical brain stimulation and classical behavioural experiments.
Lernziel	Knowledge of the neurophysiological basis underlying the neural control of movement and motor learning. One central element is that students have first hands-on experience in the lab where small experiments are independently executed, analysed and interpreted.

## ►► Vertiefung Biocompatible Materials

### ►►► Kernfächer

*Von den beiden Lerneinheiten 376-1622-00L Practical Methods in Tissue Engineering (angeboten im Herbstsemester) und 376-1624-00L Practical Methods in Biofabrication (angeboten im Frühjahrssemester) dürfen nicht beide angerechnet werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>376-1308-00L</b>	<b>Development Strategies for Medical Implants</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).				
Lernziel	Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.				
Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.				
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)				
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)				
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading				
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition  Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.  Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture 14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1624-00L</b>	<b>Practical Methods in Biofabrication</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4P</b>	<b>M. Zenobi-Wong, S. J. Ferguson, S. Schürle-Finke</b>
Kurzbeschreibung	Biofabrication involves the assembly of materials, cells, and biological building blocks into grafts for tissue engineering and in vitro models. The student learns techniques involving the fabrication and characterization of tissue engineered scaffolds and the design of 3D models based on medical imaging data. They apply this knowledge to design, manufacture and evaluate a biofabricated graft.				
Lernziel	The objective of this course is to give students hands-on experience with the tools required to fabricate tissue engineered grafts. During the first part of this course, students will gain practical knowledge in hydrogel synthesis and characterization, fuse deposition modelling and stereolithography, bioprinting and bioink design, electrospinning, and cell culture and viability testing. They will also learn the properties of common biocompatible materials used in fabrication and how to select materials based on the application requirements. The students learn principles for design of 3D models. Finally the students will apply their knowledge to a problem-based Project in the second half of the Semester. The Project requires significant time outside of class Hours, strong commitment and ability to work independently.				
Voraussetzungen / Besonderes	Not recommended if 376-1622-00 Practical Methods in Tissue Engineering passed				
	A laptop is needed with the below Systems Requirements: - Memory: 16 GB - Processor: 3rd gen i7 - DirectX® 11.0 compliant AMD Radeon/NVIDIA® GeForce® card with 2 GB RAM - Storage: 15 GB				
	Mac computer can be used by pre-installing Windows through bootcamp (older Macs) or Parallels Desktop (14d trial license, 35 CHF license purchasable in the IT shop of ETH).				

## ▶▶▶ Praktika



Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.				

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	"Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				
Literatur	<p>Books:</p> <p>Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.</p> <p>Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.</p> <p>Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.</p> <p>Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science &amp; Business Media, 2012.</p> <p>Selected Journal Articles:</p> <p>Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." <i>Neuromodulation: Technology at the Neural Interface</i> 4.4 (2001): 187-195.</p> <p>Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." <i>IEEE Transactions on Haptics</i> (2021).</p> <p>Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." <i>Neurological Sciences</i> 37.4 (2016): 503-514.</p> <p>Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. <i>IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering</i> 1, pp. 193-206.</p> <p>Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." <i>Journal of neuroengineering and rehabilitation</i> 15.1 (2018): 1-15.</p> <p>Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." <i>Cochrane database of systematic reviews</i> 11 (2017).</p> <p>Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." <i>Biomedical engineering online</i> 19 (2020): 1-25.</p> <p>Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." <i>Medical devices (Auckland, NZ)</i> 9 (2016): 455.</p> <p>Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." <i>Science</i> 370.6514 (2020): 290-291.</p> <p>Riener, R. (2013) Rehabilitation Robotics. <i>Foundations and Trends in Robotics</i>, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.</p> <p>Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., &amp; Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. <i>Journal of Healthcare Engineering</i>, 1(2), 197-216.</p> <p>Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. <i>Medical &amp; Biological Engineering &amp; Computing</i> 43(1), pp. 2-10.</p> <p>Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." <i>Psychonomic bulletin &amp; review</i> 20.1 (2013): 21-53.</p> <p>Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." <i>IEEE Transactions on Robotics</i> (2021).</p>				

Voraussetzungen / Besonderes	Target Group: Students of higher semesters and PhD students of - D-MAVT, D-ITET, D-INFK - Biomedical Engineering - Medical Faculty, University of Zurich Students of other departments, faculties, courses are also welcome		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft	
	Kommunikation	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
	Kreatives Denken	gefördert	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	

<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				

## ►► Vertiefung Molecular Biology and Biophysics

### ►►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-1402-00L</b>	<b>Molecular and Structural Biology III: Biophysical Analysis of Macromolecular Mechanisms</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Weber-Ban, S. Jonas, B. Schuler, M. Wieczorek</b>
	<i>This course is strongly recommended for the Masters Major "Biology and Biophysics".</i>				
Kurzbeschreibung	The course covers biophysical methods for characterising conformational transitions and reaction mechanisms of proteins and other biological macromolecules. It is especially suited for students in the Biology MSc Majors "Structural Biology & Biophysics", "Biochemistry" and "Chemical Biology", as well as for MSc students of "Chemistry and Interdisciplinary Natural Sciences".				
Lernziel	The goal of the course is to provide a broad overview of biophysical techniques available for studying conformational transitions, binding equilibria and complex reaction mechanisms of biological macromolecules. After attending the course students will be familiar with the characteristics, advantages and drawbacks of a wide range of biophysical techniques. They will be able to decide on a suitable method to investigate a given biochemical reaction or biological question.				
Inhalt	The biophysical techniques covered in the course include methods to analyse the thermodynamic and kinetic parameters of protein-ligand interactions, folding and conformational states as well as other biophysical properties of larger molecular assemblies. Amongst the methods discussed are static and dynamic light scattering, analytical ultracentrifugation, spectroscopic techniques such as fluorescence anisotropy, Förster resonance energy transfer (FRET) and single molecule fluorescence spectroscopy, atomic force microscopy and optical tweezer applications, as well as isothermal and differential scanning calorimetry.				
Skript	Course material from the individual lecturers will be made available on the moodle platform.				
Literatur	References to relevant literature (overview articles, tutorials etc) will be provided by the individual lecturers during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Finished BSc curriculum in Biology, Chemistry or Interdisciplinary Natural Sciences. The course is also well suited for doctoral students with research projects in biochemistry, chemical biology and biophysics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft

<b>551-1556-00L</b>	<b>Structure Determination by Cryo-EM: Data Processing W and Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>7P</b>	<b>K. Locher, R. Irobalieva, J. Kowal</b>
	<i>Number of participants limited to 15 The block course will only take place with a minimum of 4 participants.</i>				
	<i>The enrolment is done by the D-BIOL study administration.</i>				
Kurzbeschreibung	This course will introduce the students to high-resolution structure determination using single particle cryo-electron microscopy, one of the key techniques for determining structures of biological macromolecules				
Lernziel	The goal of this course is to provide the students with the opportunity to pursue the processing of cryo-EM data and to gain experience in the building and refinement of an atomic model of a protein.				
Inhalt	The students will receive a demonstration of sample vitrification and sample imaging using a cryo-electron microscope. The students will then use a pre-recorded data set to perform the calculations involved in determining the 3D structure of a model protein. Students will learn how to build an atomic model into their electron density maps, how to refine and analyze this model, and how to present their structural data. The following software packages will be used: Relion, Coot, Phenix, Pymol, Chimera.				

Voraussetzungen / Besonderes The students will spend the majority of the time on data processing and are therefore expected to have some basic knowledge of bash terminal (Linux) commands. Basic physics, optics and linear algebra knowledge is also helpful. By the end of the course, the students will be expected to understand concepts such as the difference between Fourier and real space, image formation, the contrast transfer function (CTF), the fast Fourier transform (FFT), and Fourier shell correlation (FSC). During the course the students will be expected to complete homework assignments. At the end of the course, the students will give an oral presentation on what they learned. After the course, the students will submit a written report prepared individually.

**262-5100-00L Protein Biophysics (University of Zurich) W 6 KP 3V+1U Uni-Dozierende**  
*Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.*  
 UZH Modulkürzel: BCH304

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
[https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline\\_s.html](https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html)*

Kurzbeschreibung The course includes a general introduction into protein structure and biophysics as well as into the usage of molecular dynamics simulations and other computational methods, protein structure and X-ray techniques, protein NMR for determining protein structure and dynamics as well as for folding studies and protein thermodynamics.

Lernziel A 4 hour/week course on all aspects of protein biophysics. The course includes a general introduction into protein structure and biophysics as well as into the usage of molecular dynamics simulations and other computational methods, protein structure and X-ray techniques, protein NMR for determining protein structure and dynamics as well as for folding studies and protein thermodynamics.

Inhalt The lecture course consists of four parts:  
 1) non-covalent interactions, properties of water and hydrophobic effect, protein folding and misfolding, molecular dynamics simulations;  
 2) atomistic simulations of proteins  
 3) thermodynamics and kinetics of protein folding;  
 4) single molecule biophysics: single molecule fluorescence spectroscopy, fluorescence correlation spectroscopy, and applications to stochastic processes in biology.

**636-0702-00L Statistical Models in Computational Biology W 6 KP 2V+1U+2A N. Beerenwinkel**  
 Kurzbeschreibung The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.

Lernziel The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.

Inhalt Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.

Skript no

Literatur - Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252  
 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007.  
 - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004

### ▶▶▶ Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>465-0800-00L</b>	<b>Practical Work</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>		externe Veranstalter
---------------------	-----------------------	----------	-------------	--	----------------------

Kurzbeschreibung The practical work is designed to train the students in the solution of a specific problem and provides insights in the field of the selected MAS specialization. Tutors propose the subject of the project, the project plan, and the roadmap together with the student, as well as monitor the overall execution.

Lernziel The practical work is aimed at training the student's capability to apply and connect specific skills acquired during the MAS specialization program towards the solution of a focused problem.

### ▶▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	-------------------

Kurzbeschreibung Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.

Lernziel Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.

Inhalt Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.

Skript Slides available via Moodle (registered participants only).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert

<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------------

Kurzbeschreibung This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.

Lernziel The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".

Inhalt We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.

- Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour
- Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes
- Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling
- Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways
- Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity
- Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming
- Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis
- Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration
- Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration
- Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration
- Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine
- Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions
- Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers
- Lecture 14: Concluding lecture and case studies

Skript n/a

Literatur Topical Scientific Manuscripts

<b>636-0016-00L</b>	<b>Computational Systems Biology: Stochastic Approaches</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. H. Khammash</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is concerned with the development of computational methods for modeling, simulation, and analysis of stochasticity in living cells. Using these tools, the course explores the richness of stochastic phenomena, how it arises from the interactions of dynamics and noise, and its biological implications.				
Lernziel	To understand the origins and implications of stochastic noise in living cells, and to learn the computational tools for the modeling, simulation, analysis, and identification of stochastic biochemical reaction networks.				
Inhalt	The cellular environment is abuzz with noise. A key source of this noise is the randomness that characterizes the motion of cellular constituents at the molecular level. Cellular noise not only results in random fluctuations (over time) within individual cells, but it is also a main source of phenotypic variability among clonal cell populations.				
Literatur	Literature will be distributed during the course as needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have completed the course `Mathematical modeling for systems biology (BSc Biotechnology) or `Computational systems biology (MSc Computational biology and bioinformatics). Concurrent enrollment in `Computational Systems Biology: Deterministic Approaches is recommended.				

<b>551-1616-00L</b>	<b>Methods for Studies of Biological Macromolecules by NMR</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. D. Gossert</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar series, topics relevant to solution state NMR with biological macromolecules are treated. Each semester a different aspect of biomolecular NMR is discussed in depth. The course is tailored to advanced students (PhD students and postdocs) who have experience with applications of NMR spectroscopy. Each participant presents a selected topic in form of a seminar.				
Lernziel	The students will actively participate in the course which is held in the form of a seminar. Individual students will prepare particular topics of the course based on literature references and present the material in form of a seminar to their fellow students. In short, the students learn to actively participate in discussions and to prepare a presentation of a scientific topic which was mostly unknown to them before.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Master-Arbeit (für beide Fachrichtungen)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>465-0900-00L</b>	<b>Master's Thesis</b>	<b>O</b>	<b>15 KP</b>	<b>32D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	The master's thesis concludes the study program. The master thesis should prove the students' ability to independently, structurally and scientifically work on a topic in the field of the selected specialization.				
Lernziel	The thesis is aimed at enhancing the student's capability to apply and connect methods and procedures of imparted content during the MAS program in the field of the selected specialization towards the solution of a problem.				

**MAS in Medical Physics - Legende für Typ**

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Mobilität der Zukunft

Zweijähriges berufsbegleitendes Teilzeitstudium.

Mehr Infos unter: <http://www.mas-mobilitaet.mavt.ethz.ch/>

## ► Vertiefung Systemaspekte

Die Vertiefung "Systemaspekte" wird alle 1.5 Jahre, gemäss Programm Webseite angeboten.

Kursdauer: 6 Monate Teilzeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0100-00L</b>	<b>Mobilitätssysteme: Dynamik und zukünftige Entwicklungen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	In diesem Modul werden Wechselwirkungen und dynamische Veränderungen mit ihren Auswirkungen für Mobilität und Verkehr untersucht. Eine wünschbare zukünftige Entwicklung im Bereich der urbanen Mobilität wird anhand einer praktischen Übung mit Backcasting und anhand der Mobilitätsszenarien für die Schweiz (z.B. des ARE) vermittelt und hinterfragt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden, - sind fähig die Komplexität Gesamtsystem Mobilität Status quo zu verstehen, qualitativ zu beschreiben und einen Bezug zum eigenen Handlungs- bzw. Arbeitskontext herzustellen (K1). - die zeitliche Entwicklung des Mobilitätssystems und zukünftige Mobilitätsszenarien zu verstehen und Zielvorgaben aus Mobilitätsszenarien abzuleiten (K2). - Kennen die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen Raumqualitäten und Verkehrsverhalten und können beurteilen, inwiefern Massnahmen zur Förderung der aktiven Mobilität zu einem nachhaltigere Mobilitätssystem beitragen. (K3) - Verstehen wie die Digitalisierung als Treiber für neue Mobilitätsdienstleistungen (Mobility as a Service) wirkt und können qualitativ Abschätzen welche Veränderungen für das Gesamtsystem Mobilität sich daraus ergeben. (K4) - Können abschätzen welcher Herausforderungen und Chancen sich in der Transition zu autonomen Mobilitätsformen ergeben. (K5)				
Inhalt	- Vertiefen des Verständnisses zu komplexen Mobilitätssystemen und ihrer Dynamik Vergangenheit - Status Quo - Zukunft - Vertiefung Grundlagen Dynamik in Mobilitätssystemen: Elemente und ihre Wechselwirkungen - Überblick und Auswahl von Methoden / Ansätzen zur Entwicklung und Analyse von Szenarien - Zukunftsperspektiven (Are Perspektiven), Zielszenarien - Verkehrspolitik und Möglichkeiten der Regulation - Transformation und Wandel in Systemen - Exkursion "Infrastruktur zur Förderung der aktiven Mobilität: Velohauptstadt Bern"				
	Ausgewählte Methoden - Systemanalyse, Szenarioanalyse, Foresight, Indikatoren für nachhaltige Mobilität, Lernen am Fallbeispiel eines Pilotprojekts zur zukünftigen Mobilität				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls angegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>166-0101-00L</b>	<b>Entwicklung und Bewertung von Mobilitätsszenarien</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden lernen die gängigen Methoden zur Entwicklung und Bewertung von Mobilitätsszenarien kennen. Die vermittelten Methoden umfassen die die Analyse der Wechselwirkung zwischen Raum und Verkehr, Methoden der Verkehrsmodellierung sowie die Bewertung nach ökonomischen und planerischen Kriterien.				
Lernziel	Die Teilnehmenden  - kennen geeignete Methoden zur Entwicklung von Mobilitätsszenarien und wissen wie diese analysiert und bewertet werden können. Insbesondere wissen sie auch mit den Herausforderungen bei der Bewertung zukünftiger Formen der Mobilität umzugehen. - sind fähig je nach Fragestellung eine geeignete Methode auszuwählen und ein Bewertungskonzept zu definieren.				
Inhalt	- Methodische Grundlagen der Verkehrsmodellierung (4-Stufen-Modell, aktivitäten-basierte Modelle, agenten-basierte Simulation) - Konzeption und Auswertung von Mobilitätsszenarien mit MATSim (Verkehrssimulation) mit Fokus auf die Mobilität mit autonomen Fahrzeugen - Wechselwirkung Raum und Verkehr (Erreichbarkeitsmessung, Siedlungsdichte und Nutzungsmix) und deren Berücksichtigung bei der Erstellung und Auswertung von Mobilitätsszenarien. - Ansätze zur Bewertung von Verkehrsszenarien (Kosten-Nutzen-Analyse und deren Grundlagen, methodische Grenzen), Analyse der Wirkungen nach Nutzergruppen und Raumtypen. - Ökobilanzierung mit Life Cycle Assessment (LCA) für Fragestellungen des Personen- und Gütertransports - Backcasting als Werkzeug zur Definition von Politikmassnahmen, die zu nachhaltigen Mobilitätsszenarien führen.				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert
<b>166-0102-00L</b>	<b>Grundlagen der Gestaltung von Innovations- und Veränderungsprozessen in Mobilitätssystemen</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	Das Modul legt Grundlagen zum Verständnis und zur Gestaltung von Innovations- und Transformationsprozessen in Mobilitätssystemen auf unterschiedlichen Ebenen (e.g. Individuum, Wirtschaft, Unternehmen) und aus unterschiedlichen Perspektiven wie, ökonomischer, technologischer, soziotechnischer, Perspektive. Erfolgsfaktoren, Barrieren wie auch veränderte Rahmenbedingungen werden diskutiert.				
Lernziel	Die Teilnehmenden sind fähig, - Grundlagen von Innovations- und Veränderungsprozessen im Bereich Mobilität zu verstehen - und den Bezug zum eigenem Arbeits-/Handlungskontext herzustellen.				
Inhalt	In diesem Modul werden Innovation, Veränderung und Wandel in Mobilitätssystemen auf verschiedenen Ebenen und aus verschiedenen ergänzenden Blickwinkeln diskutiert. Entsprechende Theorien und Methoden werden vorgestellt: - Grundkonzepte und Rahmenbedingungen - Neue Trends als neue Chance für Innovation - Innovation heute im Transport/Mobilitätssystem: theoretische Grundlage und konkrete Beispiele - Veränderung von soziotechnischen Systemen				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert
<b>166-0103-00L</b>	<b>Systemaspekte von Flug- und Schiffsverkehr</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Flug- und Schiffsverkehr decken einen wesentlichen Teil menschlicher Mobilität ab, ersteres sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr, letzterer hauptsächlich im Güterverkehr. Die Studierenden gewinnen einen Überblick, grenzen die Mobilitätsformen ein und ordnen den Flug und Schiffsverkehr in das Gesamtsystem Mobilität ein.				
Lernziel	Die Teilnehmenden • Kennen grundlegende Unterschiede die für den Flug- und Schiffsverkehr im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr und (klassischen) öV gelten. • Können resultierenden Unterschiede in der Bewertung von Flug- und Schiffsverkehr ableiten. • Sind sich bewusst über Möglichkeiten und Grenzen sowie Vor- und Nachteile verschiedener Bewertungsmethoden in ihrer Anwendung auf den Flug- und Schiffsverkehr. • Entwickeln Ideen für geeignete Indikatoren zur Bewertung von Szenarien des Flug- und Schiffsverkehrs.				
Inhalt	• Kennzahlen, Entwicklung und Tendenzen des Flug- und Schiffsverkehrs. • Potentiale für eine ganzheitliche Verbesserung des Flug- und Schiffsverkehrs. • Life Cycle Assessment (LCA) für Fragestellungen des Flug- und Schiffsverkehrs. • Überblick der Technologien und deren Potentiale zur Verbesserung der Nachhaltigkeit des Flug- und Schiffsverkehrs. • Berechnung und Interpretation von Kennzahlen.				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS/CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert
<b>166-0190-00L</b>	<b>CAS-Arbeit Systemaspekte</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>5D</b>	<b>C. Onder</b>

Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden bearbeiten in Teams eine aktuelle Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Systemaspekts.
Lernziel	- Eine konkrete Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Systemaspekts fundiert bearbeiten - Ausgewählte Lerninhalte aus den Modulen selbständig verifizieren und aufbereiten - Interdisziplinär und branchenübergreifend ggf. unter Zuzug relevanter weiterer Akteure zusammenarbeiten können; - Die Ergebnisse adressatengerecht kommunizieren können.
Inhalt	In der CAS-Arbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, eine fundiert aufbereitete Auseinandersetzung mit technischen und nicht-technischen Entwicklungen im Mobilitätssystem und deren mögliche Auswirkungen auf das Schweizer Verkehrssystem oder auf Teilbereiche desselben anzufertigen.  Die Teilnehmenden setzen sich dabei aktiv mit aktuellen und/oder zukünftig erwarteten Entwicklungen im Mobilitätssektor auseinander, übersetzen mögliche Entwicklungen in verkehrliche Parameter (=Zukunft der Mobilität); greifen auf Lerninhalte des Studiums zurück; entwickeln ausgewählte Themen selbständig weiter (bzw. im Rahmen einer Arbeitsgruppe) und setzen sich mit der Relevanz für die Praxis auseinander (Relevanz für Stakeholdergruppen wie z.B. politische Entscheidungsträger, Verkehrsunternehmen, Industrie, Umweltverbände, Energieversorger sowie auch andere gesellschaftliche Gruppen, z.B. für Menschen im Rentenalter).
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.
Literatur	Zu Beginn des Moduls angegeben.
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.

## ► Vertiefung Technologie-Potenziale

*Die Vertiefung "Technologie-Potenziale" wird alle 1.5 Jahre, gemäss Programm Webseite angeboten.*

*Kursdauer: 6 Monate Teilzeit*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0200-00L</b>	<b>Technologie-Potenziale: Antriebs-/Fahrzeugtechnik ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3.5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Das Modul legt ein Verständnis für den Ist-Zustand sowie die kurz- und mittelfristigen Entwicklungspfade in der Antriebs-/Fahrzeugtechnik für Personen- & Güterverkehr. Einbezogen werden die Bereitstellung entsprechender Energieträger und Konsequenzen für das Energiesystem. Die Teilnehmenden sind befähigt, die Potenziale der Technologien für konkrete Problemstellungen zu identifizieren und nutzen.				
Lernziel	Konventionelle und alternative Antriebs- und Fahrzeugsysteme für zukunftsfähige Mobilität zu kennen und Potenziale für konkrete Problemstellungen zu identifizieren und gezielt zu nutzen.				
Inhalt	- Wirkungsgrade und Kernfelder von Antriebskomponenten - Antriebs- und Nicht-Antriebs-Energieflüsse/"Fahrwiderstände" im Fahrzeug - Energieketten (nur Betriebsenergie) und CO <sub>2</sub> -Ausstoss bis Primärenergie				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
<b>166-0201-00L</b>	<b>Potenziale räumlicher Informations- und Kommunikationstechnologien ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Raubal</b>
Kurzbeschreibung	Räumliche Informations- und Kommunikationssysteme beeinflussen massgeblich die Entwicklung von Mobilitätsangeboten. Die Teilnehmenden erlangen ein vertieftes Verständnis zu räumlichen Informationssystemen/-services und Kommunikationstechnologien (ICT) i.H. auf zukünftige Mobilitätssysteme und -applikationen.				
Lernziel	Informations- und Kommunikations-Technologie (ICT) und "räumliche Informationstechnologien" für zukunftsfähige Mobilität zu kennen und Potenziale für konkrete Problemstellungen zu identifizieren und gezielt zu nutzen.				
Inhalt	- Funktionsweise und Anwendung von Geografischen Informationssystemen (GIS) zur Repräsentation and Analyse von Mobilitätssystemen (Geodaten aquirieren, modellieren, analysieren und visualisieren) - Potenziale durch Einsatz GIS & ICT für effiziente Mobilitätslösungen (tangible, non-tangible) - Funktionsweise und Einsatz von mobilen räumlichen Informationstechnologien in zukünftigen Mobilitätssystemen - Methoden der raum-zeitlichen Analyse und Geodatenanalyse - Verkehrsanalysen mit neuen Technologien				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben				
<b>166-0202-00L</b>	<b>Integrierte Bewertung von Technologien und Verkehrssystemen ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	
Kurzbeschreibung	Das Modul führt ein in integriertes «Technology-Assessment» hinsichtlich ökonomischer, ökologischer oder soziale Kriterien. Vorgestellt werden Life Cycle Assessment, Cost Assessment, Risk Assessment und Multi-criteria Decision Analysis. Weiter eingeführt werden Szenario-Analysen basierend auf «energetisch-ökonomischen Modellen», die Mobilitäts- und Energieversorgungs-Technologien repräsentieren.				
Lernziel	Geeignete Methoden zur Analyse und Bewertung von technischen Systemen (Mobilitätssystemen) im Überblick kennen und für eine konkrete Problemstellung auswählen können				



Inhalt	(1) Einführung und Überblick "Integrierte Bewertung" - Rahmen und Ziele der Bewertung - Überblick über Konzepte und Methoden zur Umsetzung  (2) Ausgewählte Methoden zur Bewertung von Mobilitätstechnologien und deren Anwendung auf heutige und zukünftige Optionen - Ökobilanzen / Life Cycle Assessment (LCA) - Ortsspezifische Bewertung von Gesundheits- und Umweltschäden - Risikoanalyse - Interne Kosten - Externe Kosten  (3) Integrierte Bewertung von Mobilitätstechnologien - Gesamtkosten (intern + extern) - Multi-Kriterien Analyse  (4) Analyse von Mobilitätsszenarien - Szenarien, Einflussfaktoren, Politik und Nachhaltigkeit - Ansätze zur Modellierung von Szenarien - Mobilitätsszenarien für die Schweiz unter Anwendung von Energiesystemmodellen		
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben		
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben		
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft

<b>166-0203-00L</b>	<b>Energieträger für eine Mobilität der Zukunft ■</b>	<b>O</b>	<b>3.5 KP</b>	<b>3G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	Das Modul beinhaltet die Versorgung der Strassenmobilität der Zukunft mit erneuerbarer Energie. Dabei werden Erzeugung, Transport, Aufbereitung, der Transfer der Energie in die Fahrzeuge (Betankung, Laden) und die energetische Bewertung vorgestellt. Betrachtet werden Elektrizität, Wasserstoff sowie biogene und synthetische Treibstoffe.			
Lernziel	Ziel des Moduls ist ein detailliertes energetisches und technisches Verständnis zur Versorgung von Strassenfahrzeugen mit erneuerbarer Energie. Absolvierende kennen die Primärenergieerzeugung sowie die Endenergie-Aufbereitung der verschiedenen Energieträgerkonzepte. Zudem kennen sie die gesetzlichen CO2-Vorgaben der Fahrzeugzulassung und sind sie in der Lage, den Einfluss auf das schweizerische Energiesystem qualitativ abschätzen zu können.			
Inhalt	- Das Energiesystem der Zukunft; biogene und elektrische erneuerbare Primärenergie - Endenergieaufbereitung - Transfer vom Energiesystem in die Mobilität sowie Einflüsse auf das Energiegesamtsystem			
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben			
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben			
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben			

<b>166-0290-00L</b>	<b>CAS-Arbeit Technologie-Potenziale ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>5D</b>	<b>C. Onder</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden bearbeiten in heterogenen Teams eine aktuelle Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Technologie-Potenziale.				
Lernziel	- Eine konkrete Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Technologie-Potenziale bearbeiten können - Interdisziplinär und branchenübergreifend ggf. unter Zuzug relevanter weiterer Akteure zusammenarbeiten können - Die Ergebnisse adressatengerecht kommunizieren können				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				

## ► Vertiefung Neue Geschäftsmodelle

Die Vertiefung "Neue Geschäftsmodelle" wird alle 1.5 Jahre, gemäss Programm Webseite angeboten.

Kursdauer: 6 Monate Teilzeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>166-0300-00L</b>	<b>Rahmenbedingungen und Mobilitätsverhalten</b>	<b>O</b>	<b>3.5 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Das Modul deckt die Nachfrageseite für neue Geschäftsmodelle der Zukunftsmobilität ab. Warum und wie wollen Menschen mobil sein? Welche wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen gibt es, und wie werden sich diese weiterentwickeln? Welche Ansätze für neue Wertangebote lassen sich daraus ableiten?				
Lernziel	Die Teilnehmenden können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden, welche Treiber der Mobilität wenig veränderlich sind und welche sich ändern könnten.</li> <li>• Auswirkungen der Pfadabhängigkeit auf Mobilitätssystem und Mobilitätsverhalten der Zukunft identifizieren.</li> <li>• die soziopsychologischen Faktoren für Mobilitätswerkzeug-Erwerb und Mobilitätsverhalten kennen und auf neue Geschäftsmodell-Ideen anwenden.</li> <li>• die Bedeutung von Unterwegszeit, Lenkzeit, Fixkosten, variable Kosten und weiterer Qualitäten von Mobilitätsdienstleistungen für die Ziel-, Routen- und Verkehrsmittelwahl einschätzen, namentlich zur Identifikation möglicher neuer Geschäftsmodelle</li> <li>• Anreize so ausgestalten, dass sie eine maximale Verhaltensänderung auslösen und/oder kooperatives Verhalten ermöglichen.</li> <li>• die Elektromobilität konzeptionell so einbetten, dass deren Potenziale realisiert und die Risiken minimiert werden.</li> <li>• die benötigten Rahmenbedingungen und wirksamen Treiber kennen, welche zur Substitution von Land- durch Luftverkehr führen.</li> <li>• Kombinationen von Politik- und Marktinstrumente bilden, aufgrund ihres Wirkungsprofils und ihrer Nebeneffekte, um Effizienz-Potenziale und Verhaltensänderungen zu realisieren.</li> <li>• Politik- und Massnahmen so ausgestalten, dass Rebound-Effekte – namentlich auch im Zusammenhang mit automatisierten und vollautonomen Fahrzeugen – minimiert werden.</li> <li>• erkennen, welche Eigenschaften von automatisierten und vollautonomen Fahrzeuge sich besonders eignen für neue Geschäftsmodelle.</li> </ul>				

Inhalt	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus welchen Gründen sind Menschen mobil? Welche Ressourcen (Zeit, Geld, Platz) investieren sie dafür?</li> <li>• Welche verschiedenartigen Qualitäten weisen Mobilitätsdienstleistungen auf (Komfort/Stress, Risiko/Sicherheit, Planbarkeit, Multifunktionalität)?</li> <li>• Welche heutigen Mobilitätsdienstleistungen weisen welches Ressourcen-Qualitäten-Profil auf, und welche gegenseitigen Abhängigkeiten existieren dabei?</li> <li>• Welche nicht gesättigte Nachfrage nach Mobilität gibt es heute? Weshalb wird sie nicht befriedigt? Welche künftige Schlüsseltechnologie könnte dies ändern?</li> <li>• Welche heutige Mobilität könnte durch andere Mobilitätsdienstleistungen substituiert werden? Wie ändern sich dabei die zu investierenden Ressourcen und die erhaltenen Mobilitätsdienstleistungs-Qualitäten?</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten (Vierer- und Zweiergruppen)</li> <li>• Kreativmethoden zur Generierung von Wertangeboten</li> <li>• Hausaufgaben auf 4. Kurstag des NG-1: Konzipierung, Durchführung und Auswertung einer kleinen Befragung potenzieller Zielkunden für ein noch nicht existierendes Geschäftsmodell</li> </ul> <p><b>Fallbeispiele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenseitiges Vorstellen von selber erarbeiteten Fallbeispielen</li> </ul>		
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.		
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.		
<b>166-0301-00L</b>	<b>Neue Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Mobilität</b>	<b>O</b>	<b>3 KP 2G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>		
Kurzbeschreibung	Das Modul befasst sich mit der Umsetzung von (digitalen) Strategien und innovativen Geschäftsmodellen der Zukunft und beleuchtet Treiber, Hemmer und Herausforderungen von Geschäftsmodellinnovation. Mittels geeigneten Methoden und Vorgehensweisen werden eigene zukunftsfähige Geschäftsmodelle prototypisch entwickelt, evaluiert, verfeinert.		
Lernziel	<p>Die Teilnehmenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrale Fragestellungen, Konzepte und Strategien der Geschäftsmodellinnovation verstehen und erklären.</li> <li>• die Relevanz und den Prozess der Geschäftsmodellentwicklung darlegen.</li> <li>• einen eigenen Business Case in ein nachhaltiges Geschäftsmodell übersetzen.</li> <li>• geeignete Designstrategien zur Optimierung eines eigenen Geschäftsmodells anwenden.</li> <li>• neue Geschäftsmodelle geeignet in die Unternehmens- resp. Geschäftsfeldstrategie einbetten.</li> <li>• die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken eines Geschäftsmodells einschätzen.</li> <li>• ein eigenes Geschäftsmodell gegenüber einer relevanten Anspruchsgruppe strukturiert und überzeugend präsentieren. (Investoren oder Verwaltungsrat, Kunden, Partner)</li> <li>• verschiedene Sichtweisen zur Beurteilung von Geschäftsmodellen einnehmen und entwickeln.</li> <li>• einen eigenen Modellierungsprozess gestalten und selbst reflektieren.</li> </ul>		
Inhalt	<p><b>Geschäftsmodellinnovation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionelle Grundlagen der Geschäftsmodellinnovation</li> <li>• Treiber, Hemmer und Herausforderungen von Geschäftsmodellinnovation</li> <li>• Geschäftsmodellinnovation in etablierten Organisationen und Strukturen</li> <li>• Fallstudie und Mini-Cases zu Geschäftsmodellinnovation in Mobilität</li> </ul> <p><b>Geschäftsmodellierung (Grundlagen):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschäftsmodelldenken und Modellierungsarbeit</li> <li>• Das Business Model Canvas als konzeptionelles und methodisches Instrument <ul style="list-style-type: none"> <li>o Nutzenversprechen / Wertangebote</li> <li>o Nachfrageseite</li> <li>o Angebotsseite</li> </ul> </li> <li>• Geschäftsmodellmuster</li> </ul> <p><b>Geschäftsmodellierung (Anwendung)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition eines eigenen Business Cases zur Geschäftsmodellierung</li> <li>• Geschäftsmodell-Prototyping (Grundlage Business Model Canvas)</li> <li>• Evaluation und Review/Re-Prototyping des eigenen Business Cases / Geschäftsmodells</li> </ul> <p><b>Einbettung neuer Geschäftsmodelle in die Unternehmens- / Geschäftsfeldstrategie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fit mit der Strategischen Analyse</li> <li>• Bezug zur Geschäftsfeld- resp. Unternehmensstrategie</li> <li>• Beitrag zur Strategieumsetzung</li> </ul> <p><b>Geschäftsmodelle überzeugend präsentieren (Grundlagen/Anwendung)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Geschäftsmodell Präsentation</li> <li>• Entwicklung der eigenen Storyline und Präsentationsstruktur (Business Value Concept)</li> <li>• „Pitching“ des eigenen Business Case / Geschäftsmodells</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blended Learning Komponenten zur Vorbereitung von Präsenzlektionen</li> <li>• Fallstudien und –beispiele. Sowie Gruppenarbeiten (Vierer- und Zweiergruppen)</li> <li>• Lehrgespräche zur Einführung relevante Konzepte und Instrumente</li> <li>• Hausaufgaben auf den 4. Resp. 5. Kurstag des NG-2: Erarbeitung einer strukturierten Präsentation für den eigenen Businesscase (Geschäftsmodell) gegenüber einer relevanten Anspruchsgruppe. (Investoren oder Verwaltungsrat, Kunden, Partner)</li> </ul> <p><b>Fallbeispiele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenseitige Präsentationen der eigenen Business Cases</li> </ul>		
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.		
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.		
<b>166-0302-00L</b>	<b>Umsetzung neuer Strategien und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Mobilität</b>	<b>O</b>	<b>3 KP 3G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>		

Kurzbeschreibung	Die Umsetzung von neuen Strategien / Geschäftsmodellen muss sowohl auf dem Markt als auch im eigenen Unternehmen stattfinden. Damit verbunden sind Veränderungsprozesse, die proaktiv gestaltet werden müssen, um erfolgreich zu sein. Dieses Modul spannt sich über drei Ebenen in Hinblick auf derartige Prozesse: Theorie zu Change Management Fallbeispiele aus der Praxis persönliche Handlungsebene.
Lernziel	Die Teilnehmenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen ausgewählte klassische und aktuelle Theorien zu Veränderungen in Systemen</li> <li>• wissen, wie sie partizipative Prozesse initiieren und gestalten können</li> <li>• haben ausgewählte Tools für das Management von Veränderungsprozessen kennen gelernt und deren Anwendung konzipiert</li> <li>• haben sich mit Fallbeispielen aus der Praxis auseinandergesetzt und mit Verantwortlichen diskutiert</li> <li>• haben Erkenntnisse aus Theorie und best practice-Fällen in Hinblick auf ihre eigene Praxis reflektiert</li> <li>• haben Handlungsansätze für die eigenen Praxis entwickelt</li> </ul>
Inhalt	Inhalt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische und aktuelle Ansätze des Change Managements</li> <li>• Kommunikation in Veränderungsprozessen</li> <li>• Partizipation: Einbindung von Stakeholdern</li> <li>• Umgang mit Widerstand</li> <li>• Diskussionsreihe mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Praxis zum Management von Veränderungsprozessen im Zusammenhang mit neuen Strategien/Geschäftsmodellen</li> </ul> <p>Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse Methoden und Tools des Change Managements</li> </ul> <p>Fallbeispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse good/best practice Cases aus der Praxis der Mobilität</li> <li>• Change-Beispiele aus der eigenen Praxis der Studierenden</li> </ul>
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.

<b>166-0303-00L</b>	<b>Agile und nutzerzentrierte Innovation</b>	<b>O</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>2G</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	Für Unternehmen ist es essentiell, Produkte schnell, kostengünstig und kundenorientiert zu realisieren. Ansätze der agilen und nutzerzentrierten Produktentwicklung wie Scrum, Kanban und Design Thinking gewinnen zunehmend an Bedeutung. Gegenüber traditionellen Methoden der Produktentwicklung versprechen agile Vorgehensweisen eine höhere Kundenzufriedenheit bei gleichzeitig reduziertem Aufwand.			
Lernziel	Gestaltung und Realisierung von Produktentwicklungsprojekten für die Mobilität der Zukunft: Die Teilnehmer kennen die Methoden und Vorgehensweisen der agilen und nutzerzentrierten Produktentwicklung und sind in der Lage, diese gewinnbringend in Ihrem Unternehmen anzuwenden.			
Inhalt	Die Teilnehmenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Vor- und Nachteile traditioneller Methoden der Produktentwicklung gegenüber agilen Methoden</li> <li>• können für potentiellen Zielgruppen Bedürfnissen analysieren und daraus eine Persona entwickeln</li> <li>• kennen die Bedeutung der Value Proposition und können diese in eigenen Projekten entwickeln</li> <li>• kennen die Strategien wie Prototypen und Mock-ups geplant werden und realisiert werden können</li> <li>• können frühe Test- und Validierungsstrategien mit Fokus auf Technik und Nutzer ableiten</li> <li>• können Change Management-Projekte im Kontext von Produktinnovationen gestalten</li> </ul>			
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben			
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben			
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS/CAS bis Semesterstart bekannt gegeben			

<b>166-0390-00L</b>	<b>CAS-Arbeit Neue Geschäftsmodelle</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>5D</b>	<b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden bearbeiten individuell und selbständig eine aktuelle Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Neue Geschäftsmodelle.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine konkrete Problemstellung aus den Themengebieten des CAS Neue Geschäftsmodelle bearbeiten können.</li> <li>- Interdisziplinär und branchenübergreifend ggf. unter Zuzug relevanter weiterer Akteure zusammenarbeiten können.</li> <li>- Die Ergebnisse adressatengerecht kommunizieren können.</li> </ul>				
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS / des CAS bis Semesterstart bekannt gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ► Zusatzleitung MAS|CAS

*Je nach Bedarf wird das Modul "Zusatzleitung CAS|MAS" in jedem Semester angeboten.*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
166-0490-00L	MAS-Arbeit <i>Hinweis: alter Titel bis FS23 "Master-Arbeit".</i>	O	15 KP	27D	C. Onder

Kurzbeschreibung	Die Studierenden bearbeiten individuell und selbstständig eine Problemstellung aus der Praxis der Mobilität der Zukunft. Die Bearbeitung erfolgt mittels im MAS gelernter Inhalte und unter Betreuung einer/s Fachexpert/in. Problemstellung, Lösungsvorgehen und Lösung sind in einem schriftlichen Bericht ausgeführt und werden einem Fachpublikum gegenüber präsentiert und verteidigt.
Lernziel	- Lösungen für zukunftsfähige Mobilitätslösungen konzipieren. - Zukunftsfähige Mobilitätslösungen adressatengerecht kommunizieren.
Inhalt	- Einführungskolloquium: Refresher wissenschaftliches Arbeiten & Vorstellen und Diskussion der Projektskizze - Individuelle, selbstständige Bearbeitung einer selbstgewählten Problemstellung - Zwischenkolloquium: Vorstellen und Diskussion des Status quo - Individuelle Betreuung durch Referent/in - Verfassen der schriftlichen Masterarbeit und Vorbereitung Präsentation - Prüfungskolloquium: Präsentation und Verteidigung
Skript	Zu Beginn des Moduls abgegeben
Literatur	Zu Beginn des Moduls abgegeben
Voraussetzungen / Besonderes	Werden an Studierende des MAS bis Semesterstart bekannt gegeben.

#### MAS in Mobilität der Zukunft - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbstständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Raumentwicklung

## ► Einführung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
135-0001-00L	<b>Einführung: Grundlagen der Raumentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Jerjen, A. Rupf, J. Van Wezemaël</b>
Kurzbeschreibung	Orientierung und Vorbereitung auf eine Weiterbildung im Bereich der Raumplanung und Raumentwicklung. Kennenlernen des Raumplanungsgesetzes und seiner Instrumente, Abgleich des Wissenstandes der Teilnehmenden. Abschluss durch obligatorischen Leistungsnachweis.				

## ► Raumentwicklung und Planungspraxis

*Findet 2-jährlich im HS statt.*

## ► Raumentwicklung und Prozessdesign

*Findet 2-jährlich im FS statt.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
135-0201-00L	<b>Modul 1: Urbane Governance</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemaël, weitere Dozierende</b>
135-0202-00L	<b>Modul 2: Stadt der Akteure</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemaël, weitere Dozierende</b>
135-0203-00L	<b>Modul 3: Verfahrensdesign</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemaël, weitere Dozierende</b>
135-0204-00L	<b>Modul 4: Organisationsdesign</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemaël, weitere Dozierende</b>
135-0205-00L	<b>Modul 5: Transformation gestalten</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>J. Van Wezemaël, weitere Dozierende</b>
135-0206-00L	<b>Design Studio</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>5G</b>	<b>J. Van Wezemaël, R. Lüscher, H. Piplas, A. Rupf</b>

## ► Zukunft der Raumentwicklung

*Findet 2-jährlich im HS statt.*

*Wird zum ersten Mal im Herbstsemester 2024 angeboten.*

## ► Master-Arbeit

*Findet 2-jährlich im FS statt.*

*Wird zum ersten Mal im Frühjahrssemester 2025 angeboten.*

### MAS in Raumentwicklung - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Sustainable Water Resources

Das Masterprogramm (Master of Advanced Studies) in erneuerbaren Wasserressourcen ist ein vollzeitlicher Weiterbildungsdiplomlehrgang über 12 Monate. Der Fokus des Programms liegt auf der Nachhaltigkeit und Wasserressourcen in Lateinamerika, mit einem speziellen Augenmerk auf die Einflüsse von Entwicklung und Klimaveränderung auf die Wasserressourcen. Der Kurs verbindet multidisziplinäre Kursarbeit mit hochrangiger Forschung. Eine Auswahl der Forschungsthemen sind: Wasserqualität, Wasserquantität, Wasser für die Landwirtschaft, Wasser für die Umwelt, Anpassungen an die Klimaveränderung und integrierte Wasserwirtschaft. Sprache: Englisch. Kreditpunkte: 66 ECTS. Für weitere Informationen: <http://www.mas-swr.ethz.ch/>

## ► Kernfächer

Foundation courses: 12 credits have to be achieved.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
118-0111-00L	<b>Sustainability and Water Resources ■</b> <i>Suitable for MSc and PhD students. Automatic admittance is given to students of MAS Sustainable Water Resources. All other registrations accepted until capacity is reached.</i>	O	3 KP	2G	D. Molnar, P. Burlando
Kurzbeschreibung	The block course on Sustainability and Water Resources features invited experts from a range of disciplines, who present their experiences working with sustainability issues related to water resources. The students are exposed to many different perspectives, and learn how to critically evaluate sustainability issues with respect to water resources management.				
Lernziel	The course provides the students with background information on sustainability in relation to water resources within an international and multidisciplinary framework. The lectures challenge the students to consider sustainability and the importance of water availability and water scarcity in a changing world, at the same time preparing them to face the challenges of the future, e.g. climate and land use change, increased water use and population growth.				
Inhalt	The course offers the students the opportunity to learn about sustainability and water resources in a multi-disciplinary fashion, with a focus on case studies from around the world. Selected topics include: Sustainability Issues in Water Resources, the EU Water Framework Directive, Mining in Latin America, Environmental Flows, and Water Quality Issues. Group exercises, which encourage debate and discussion, are an important component of the course. For more information, please visit <a href="http://www.mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/sustainability-and-water-resources.html">http://www.mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/sustainability-and-water-resources.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	For further information, contact the MAS coordinator, Darcy Molnar ( <a href="mailto:darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch">darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch</a> )				
118-0112-00L	<b>Participatory and Integrated Water Resources Planning ■</b> <i>The course is complementary to "Water Resources Management" (102-0488-00L).</i>	O	3 KP	2V	A. Castelletti
Kurzbeschreibung	The course develops basic knowledge and skills for modelling, planning and managing water resources systems in a balanced and sustainable way. The emphasis will be on the operational aspects of water management, including: introduction to participatory decision-making, modelling of the multiple stakes and socio-economic processes, introduction to dynamic and stochastic optimization approaches.				
Lernziel	The course aims at illustrating the complex framework of participatory approach in the field of water resources projects, with particular focus on the modelling of the quantitative aspects of the combined dynamics of the physical and socio-economic processes.				
Inhalt	<p>Lec 00. Course introduction. The world water resources. Water crisis and the concept of Participatory and Integrated Water Resources Management (PIWRM). Water trading.</p> <p>Lec 01. Rationalizing the decision-making process. From traditional water resources planning and management to PIWRM: rationalizing and supporting the decision-making process. The need for negotiations. Negotiation game. Outline of the Participatory and Integrated Planning procedure proposed as a guidance to the decision-making process using a real world case study.</p> <p>Lec 02. Closing the loop: how to plan the management. How to incorporate recurrent management decisions into a rational decision-making framework. From model based decision-making to decision support systems. Full-rationality and partial-rationality. Underlying example the Zambezi river system.</p> <p>Lec 03. Actions and evaluation criteria. Identification of the actions suitable to pursue the overall objective of the planning exercise. Type of actions and associated property. Embedding actions into models. Stakeholders, sectors and evaluation criteria: how stakeholders evaluate the planning alternatives. Criterion hierarchy and indicators: operationalize evaluation criteria.</p> <p>Lec 04. Criteria and indicators. Example of indicators. Validation of the indicators against the stakeholders. Numerical exercise. Underlying examples from Red River System (Vietnam), Tono dam (Japan), Googong reservoir (Australia), Lake Maggiore and Lake Como (Italy).</p> <p>Lec 05. Re-operating the Kafue reservoir system. Real world case study developed interactively with the students, to experience all the concepts provided in the previous lectures. Reading material will be assigned on 22.3</p> <p>Lec 06. Models of a water system. The system analysis perspective on water resources modelling. Example of models of water system components (reservoir, diversion dam, rivers, users). Implications of cooperation and information sharing on the model formulation. Operational implications of model complexity. Case studies.</p> <p>Lec 07. Formulation of the planning/management problem. Why we need it. What do we need to formulate the problem: from the indicators to the objectives; time horizon; scenarios. Dealing with uncertainty. Problem formulation and classification. How do modelling choices affect the final solution (hidden subjectivity).</p> <p>Lec 08. Water resources optimal planning. The planning of water resources. Examples from real world problems at different scales (e.g. Egypt Water plan; Controlling salt intrusion in Nauru (Pacific Island); planning water quality remediation interventions in lakes and reservoirs (Googong reservoir, Australia)). Interactive lectures with students. Overview of the different approaches available to resolve the problem, from exact solution to heuristic.</p> <p>Lec 09. Planning the New Valley water system in Egypt. Real world case study developed interactively with the student, to experience all the concepts provided in the previous lectures.</p> <p>Lec 10. Planning in non stationary conditions: the Red River (Vietnam). Real world case study developed interactively with the student, to experience all the concepts provided in the previous lectures.</p>				

Skript	Course lectures are almost fully covered by the following two textbooks accordingly to the indications provided at the end of each lecture:  R. Soncini-Sessa, A. Castelletti, and E. Weber, 2007. Integrated and participatory water resources management. Theory. Elsevier, The Netherlands.  R. Soncini-Sessa, F. Cellina, F. Pianosi, and E. Weber, 2007. Integrated and participatory water resources management. Practice. Elsevier, The Netherlands.
Literatur	Additional readings: S.P. Simonovic, 2009. Managing water resources: Methods and tools for a systems approach, Earthscan, London. D.P. Loucks, E. van Beek, 2005. Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications, UNESCO, Paris. K.D.W. Nandalal, J. Bogardi, 2007. Dynamic Programming Based Operation of Reservoirs, Cambridge University Press, Cambridge.
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture notes, slides and other material will be posted on the course web page the day before each lecture.

<b>118-0112-01L</b>	<b>Participatory and Integrated Water Resources Planning Laboratory</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1U</b>	<b>M. Giuliani</b>
	<i>This course (118-0112-01 laboratory) can only be taken in combination with 118-0112-00 (theory part).</i>				
Kurzbeschreibung	The course allows the students to apply concepts and methods concerning planning and management of water resources systems by developing a numerical exercise based on the real-world case study. The theoretical framework will be given in the course "Participatory and Integrated Water Resources Planning" (118-0112-00)				
Lernziel	Analyse and model the relationship between hydropower generation and other water related interests (both socio-economic and environmental) in the proposed real-world case study. Explore the effects of different hydropower reservoirs' operation strategies on the identified relationships and identify potential fair tradeoffs in water resources allocation.				
Inhalt	Students will develop a project in small groups. The group work is organized according to the following structure - Water system analysis - Identification of criteria and indicators for water related interests - Coding of water system model and indicators - Scenario definition - Design of the reservoir operation strategies - Comparison and selection of interesting strategies				
Skript	Reading material (scientific papers, reports, etc.). Handouts for each step of the group work. Examples of code (basic programming and Matlab knowledge required)				
Voraussetzungen / Besonderes	This course (118-0112-01 exercises) can only be taken in combination with 118-0112-00 (theory part). Basic programming and Matlab knowledge required.				
<b>118-0113-00L</b>	<b>Water Governance: Challenges and Solutions</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Molnar</b>
	<i>Suitable for MSc and PhD Students. Automatic admittance is given to students of the MAS in Sustainable Water Resources. All other registrations are accepted until capacity is reached.</i>				
Kurzbeschreibung	The block course on "Water Governance: Challenges and Solutions" features invited experts with backgrounds in international relations, law, politics, and diplomacy. Through theoretical input and case studies, students learn about the realities of water conflicts and the intricacies of cooperation and diplomacy.				
Lernziel	The course provides students with insights into the complex realities of addressing water conflicts with sustainable solutions that promote cooperation.				
Inhalt	The course offers students the opportunity to learn from experts who have worked on domestic and transboundary river basin issues, both in Europe and internationally. Through case studies and group exercises, students gain a deeper understanding of the complexities of water governance and current global challenges. Topics that will be addressed include stakeholder involvement, institutional legal frameworks, and solutions for cooperation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course details at: <a href="https://mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/water-governance-challenges-solutions.html">https://mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/water-governance-challenges-solutions.html</a>  For further information, contact the MAS coordinator, Darcy Molnar ( <a href="mailto:darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch">darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch</a> )				

## ► Grundlagenkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0218-00L</b>	<b>Process Engineering II (Physical-Chemical Processes)</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. M. Udert</b>
Kurzbeschreibung	Description and design of physical, chemical and biological processes and process combinations in drinking water and wastewater treatment.				
Lernziel	Understanding of critical water quality parameters in water resources and wastewater and process engineering knowledge for the removal of drinking water and environmental hazards. The aims of the lecture are basic understanding of mainly physico-chemical water treatment processes, design and modeling tools of single processes and process combinations.				
Inhalt	The following processes and process combination will be discussed in detail: Gas transfer Particle characterization Sedimentation Flocculation Filtration Membrane processes Precipitation processes Chemical oxidation and disinfection Ion exchange Activated carbon adsorption Process combinations wastewater Process combinations potable water				
Literatur	M&E: Tchobanoglous, G., Stensel, H.D., Tsuchihashi, R. and Burton, F.L., 2013. Wastewater engineering: treatment and resource recovery. 5th edition. Volume 1 & 2. New York, McGraw-Hill. MWH: Crittenden, J.C., Trussel, R.R., Hand, D.W., Howe, K., Tchobanoglous, G., 2012. MWH's water treatment principles and design, 3rd edition. ed. Wiley, Hoboken, N.J.				
Voraussetzungen / Besonderes	Pre-condition: Lecture Process Engineering Ia				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
<b>102-0248-00L</b>	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b>	<b>O 3 KP 2G</b>	<b>J. P. Leitão Correia , M. Maurer, A. Scheidegger</b>
Kurzbeschreibung	Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II. An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.		
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: - Know the key principles of infrastructure management - Know the basics of performance and risk assessment - Can perform basic engineering economic analysis - Know how to quantify the future rehabilitation needs		
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita.  Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.  This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries.		
Skript	A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert geprüft
<b>102-0448-00L</b>	<b>Groundwater II</b>	<b>O 6 KP 4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, I. Lunati</b>
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.		
Lernziel	The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.  the student should be able to a) formulate practical flow and contaminant transport problems.  b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.  c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.  d) assess simple multiphase flow problems.  e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.  f) assess simple coupled reactive transport problems.		
Inhalt	Introduction and basic flow and contaminant transport equation.  Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.  Numerical solution to the flow equation using the finite element equation  Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.  Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.  Two-phase flow and Unsaturated flow problems.  Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.  Reactive transport modelling.		
Skript	Handouts		



Literatur	<p>- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science &amp; Technology Books, 448 p., 2002</p> <p>- J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010</p> <p>- Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor &amp; Francis, 2005</p> <p>- Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003</p> <p>- Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.				
<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				
Inhalt	<p>The course is organized in four parts.</p> <p>Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification.</p> <p>Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables.</p> <p>Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs.</p> <p>Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.</p>				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelling., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				
<b>101-0269-00L</b>	<b>River Morphodynamic Modelling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. F. Vetsch, F. Caponi, S. Frei, D. Vanzo</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of river morphodynamic modelling, relevant for civil and environmental engineers. The governing equations for sediment transport modelling in open channels and corresponding numerical solution strategies are introduced. Differences and capabilities of one- and two-dimensional approaches are presented. The theoretical parts are discussed by examples.				
Lernziel	The goal of the course is twofold. First, the students develop a throughout understanding of the basics of river morphodynamic processes. Second, they get familiar with numerical tools for the simulations in one- and two-dimensions of morphodynamics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of river morphodynamic modelling (Exner equation, bed-load, suspended-load, closure relationships)</li> <li>- aggradation and degradation processes</li> <li>- differences between 1D and 2D approaches</li> <li>- river bars: characterization and prediction</li> <li>- non-uniform sediment morphodynamics: the Hirano model</li> <li>- short and long term response of gravel bed rivers to change in sediment supply</li> <li>- vegetation and morphodynamics interaction</li> </ul>				
Skript	Lecture notes, slides, and further educational material (scripts, videos, software, quiz) are provided in the Moodle page of the course.				
Literatur	Relevant literature will be given during lectures or provided in the Moodle page of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are based on the simulation software BASEMENT ( <a href="http://www.basement.ethz.ch">www.basement.ethz.ch</a> ), the open-source GIS Qgis ( <a href="http://www.qgis.org">www.qgis.org</a> ) and code examples written in MATLAB and Python. The applications comprise one- and two-dimensional approaches for the modelling of flow and sediment transport.				
Kompetenzen	Requirements: Numerical Hydraulics, River Engineering, MATLAB and/or Python programming skills would be an advantage.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>102-0617-01L</b>	<b>Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Hajnsek, O. Frey, L. Huang</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to get an overview of several methodologies/algorithms for analysis of different sensor specific information products. It is focused at students that like to deepen their knowledge and understanding of remote sensing for environmental applications.				
Lernziel	The course is divided into two main parts, starting with a brief introduction to remote sensing imaging (4 lectures), and is followed by an introduction to different methodologies (8 lectures) for the quantitative estimation of bio-/geo-physical parameters. The main idea is to deepen the knowledge in remote sensing tools in order to be able to understand the information products, with respect to quality and accuracy.				
Inhalt	<p>Each lecture will be composed of two parts:</p> <p>Theory: During the first hour, we go through the main concepts needed to understand the specific algorithm.</p> <p>Practice: During the second hour, the student will test/develop the actual algorithm over some real datasets using Matlab. The student will not be asked to write all the code from scratch (especially during the first lectures), but we will provide some script with missing parts or pseudo-code. However, in the later lectures the student is supposed to build up some working libraries.</p>				

Skript	Handouts for each topic will be provided.		
Literatur	Suggested readings: T. M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Verlag, 2008 J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2000		
Voraussetzungen / Besonderes	At the end of the course (last course day) there will a written exam.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ► Wahlfächer

*Electives: 6 credits has to be achieved.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0259-00L	<b>River Restoration ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>V. Weitbrecht, S. Knecht-Hipp, M. Mende, J. van der Meer, C. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Based on enhanced understanding of river morphodynamics and the ecosystem of riverscapes, the course introduces different river engineering techniques. It copes with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection...) towards riverscapes in modern society.				
Lernziel	The students work on a project study with the goal of restoring a given river section. During this course, the students learn how to - describe the most important relations in river morphodynamics and their impact on the ecosystem of riverscapes - elaborate solutions within river restoration, dealing with the different societal expectations towards riverscapes. - deal with personal, social and technical obstacles in the planning of a river restoration project.				
Inhalt	River restoration aims to reestablish near natural processes in riverscapes to increase habitat quality and biodiversity. Based on enhanced understanding of river morphodynamics, the course introduces different engineering techniques with focus on sediment transport processes and flood protection. In addition, the course aims to cope with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection, nature protection...) towards riverscapes in modern society.  During the semester, the students work on a project study with the goal of restoring a river section with a certain focus topic. It follows a student-centered approach, with field trips, a role play and interactive coaching sessions together with river restoration experts from engineering practice.				
Skript	No lecture notes				
Literatur	Literature recommendations are given during the semester				
Voraussetzungen / Besonderes	Highly recommended as a technical preparation: River Engineering (Course 101-0258-00L, Autumn Semester)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert
101-0278-00L	<b>Flood Protection</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.				
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.				

Inhalt	<p>Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge. Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet). Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes. Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen. Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder). Objektschutz als weiterführende Massnahme. Unterhalt. Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen. Schadenbestimmung und Risikoabschätzung. Umgang mit dem verbleibenden Risiko. Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen. Angepasste Vorgehensweise. Umgang mit Schwemmholtz. Oberflächenabfluss. Projektbeispiele in der Schweiz. Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe. Exkursion.</p>			
Skript	Hochwasserschutz-Skript			
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert	
		Kommunikation	gefördert	
Kooperation und Teamarbeit		geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Kreatives Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	
<b>102-0838-00L</b>	<b>Water Supply, Sanitation and Waste Infrastructure and W Services in Developing Countries</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Strande</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to water supply, excreta, wastewater and solid waste management in developing countries. Highlights links between infrastructure, services and health, resource conservation and environmental protection. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas.			
Lernziel	Students receive an introduction to issues of water supply, excreta, waste water and solid waste management in developing countries. They understand the connections between water, wastewater and waste management, health, resource conservation and environmental protection. Besides, they learn how water supply, wastewater and solid waste infrastructure and services can be combined and improved, in order to achieve the development policy goals in terms of disease prevention, resource conservation, and environmental protection.			
Inhalt	Overview of the global health situation, water supply, and liquid and solid waste management situation in developing countries. Technical and scientific fundamentals of water supply, sanitation and solid waste management. Material flows in water supply, sanitation and waste management. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas. Exercises: students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management.			
Skript	Course notes and further reading will be made available on the ETHZ Moodle portal.			
Literatur	The selected literature references will be made available on Moodle.			
Voraussetzungen / Besonderes	Students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management. The case study work will be marked (1/3 of final grade). Written Semesterendprüfung of 90 min (counts for 2/3 of final grade)			
<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>
	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i>			
Kurzbeschreibung	An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.			
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.			
Inhalt	The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.			
	Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.			
	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-6624-11L</b>	<b>Applied Time Series</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	The course starts with an introduction to time series analysis (examples, goal, mathematical notation). In the following, descriptive techniques, modeling and prediction as well as advanced topics will be covered.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models, advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				
Skript	A script will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				
<b>651-1504-00L</b>	<b>Snowcover: Physics and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Schneebeli, R. Dadic</b>
Kurzbeschreibung	Snow is a fascinating high-temperature material and relevant for applications in glaciology, hydrology, atmospheric sciences, polar climatology, remote sensing and natural hazards. This course introduces key concepts and underlying physical principles of snow, ranging from individual crystals to polar ice sheets.				
Lernziel	The course aims at a cross-disciplinary overview about the phenomenology of relevant processes in the snow cover, traditional and advanced experimental methods for snow measurements and theoretical foundations with key equations required for snow modeling. Tutorials and short presentations will also consider the bigger picture of snow physics with respect to climatology, hydrology and earth science.				
Inhalt	The lectures will treat snow formation, crystal growth, snow microstructure, metamorphism, ice physics, snow mechanics, heat and mass transport in the snow cover, surface energy balance, snow models, wind transport, snow chemistry, electromagnetic properties, and experimental techniques.				
	The tutorials include a demonstration/exercise part and a presentation part. The demonstration/exercise part consolidates key subjects of the lecture using small data sets, mathematical toy models, order of magnitude estimates, image analysis and visualization, small simulation examples, etc. The presentation is given by the students, summarizing a relevant paper on the topic.				
	The first practical experience with modern methods measuring snow properties can be acquired in the field excursion.				
Skript	Lecture notes, and selected publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	We strongly recommend the field excursion to Davos on Saturday, March 09, 2024, in Davos. The excursion will teach you the primary use of traditional and modern field techniques (snow profile, Near-infrared photography, SnowMicroPen), and you will have the chance to use the instruments yourself. The excursion includes visiting the SLF cold laboratories with the micro-tomography setup and the snowmaker.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4095-01L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 1</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate science				
Inhalt	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
<b>651-4095-02L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 2</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
<b>651-4095-03L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 3</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti,</b>

Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
<b>701-1226-00L</b>	<b>Inter-Annual Phenomena and Their Prediction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Appenzeller</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an overview of the current ability to understand and predict intra-seasonal and inter-annual weather and climate variability in the tropical and extra-tropical region and provides insights on how operational weather and climate services are organized.				
Lernziel	Students will acquire an understanding of the key atmosphere and ocean processes involved, will gain experience in analyzing and predicting weekly to inter-annual variability and learn how operational weather and climate services are organised and how scientific developments can improve these services.				
Inhalt	The course covers the following topics:				
	Part 1:				
	- Introduction, some basic concepts and examples of sub-seasonal and inter-annual variability				
	- Weather and climate data and the statistical concepts used for analysing weather and climate variability (e.g. correlation analysis, teleconnection maps, EOF analysis)				
	Part 2:				
	- Inter-annual variability in the tropical region (e.g. ENSO, MJO)				
	- Inter-annual variability in the extra-tropical region (e.g. Blocking systems, NAO, PNA, regimes)				
	Part 3:				
	- Prediction of sub-seasonal and inter-annual variability (statistical methods, probabilistic ensemble prediction systems, weekly, monthly and seasonal forecasts, seamless forecasts)				
	- Verification and interpretation of probabilistic forecast systems				
	- Climate change and inter-annual variability				
	Part 4:				
	- Scientific challenges for operational weather and climate services				
	- A visit to the forecasting centre of MeteoSwiss				
Skript	A pdf version of the slides will be available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html</a>				
Literatur	References are given during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Permission from lecturers required for students with limited background in atmosphere and climate				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				
Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.				
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	As announced in the course				
<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				

Inhalt	<p>The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society.</p> <p>The course provides an introduction to the following themes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events</li> <li>2) methods to optimize and constrain model parameters using observations</li> <li>3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer)</li> <li>4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources</li> </ol>				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.				
Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1260-00L</b>	<b>Climatological and Hydrological Field Work</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Hirschi, M. Rösch, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Practical work using selected measurement techniques in meteorology and hydrology. The course consists of field work with different measuring systems to determine turbulence, radiation, soil moisture, evapotranspiration, discharge and the atmospheric state as well as of data analysis.				
Lernziel	Learning of elementary concepts and practical experience with meteorological and hydrological measuring systems as well as data analysis.				
Inhalt	Practical work using selected measurement techniques in meteorology and hydrology. The course consists of field work with different measuring systems to determine turbulence, radiation, soil moisture, evapotranspiration, discharge and the atmospheric state as well as of data analysis.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place in the hydrological research catchment Rietholzbach (field work) and at ETH (data analysis) as a block course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1342-00L</b>	<b>Agriculture and Water Quality</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. H. Stamm, E. Frossard, H. Singer</b>
Kurzbeschreibung	Linking scientific basics of different disciplines (agronomy, soil science, aquatic chemistry) with practical questions in the context of real-world problems of diffuse pollution due to agricultural production.				
Lernziel	This course discusses the application of scientific understanding in the context of real-world situations of diffuse pollution caused by agricultural production. It aims at understanding the relevant processes, analysing diffuse pollution and developing mitigation strategies starting from legal requirements regarding water quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversity of diffuse agrochemical pollution</li> <li>- Agronomic background on the use of agrochemicals</li> <li>- Transport of agrochemicals from soils to water bodies</li> <li>- Development of legal requirements for water quality</li> <li>- Monitoring strategies in water bodies</li> <li>- Mitigation strategies</li> <li>- Relevant spatial and temporal scales</li> <li>- Exercises including all major topics</li> <li>- 1 field excursion</li> <li>- 2 - 3 external guest speakers</li> </ul>				
Skript	Handouts will be provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some exercises require R ( <a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a> ) and a laptop during the class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1522-00L</b>	<b>Multi-Criteria Decision Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Lienert</b>

Kurzbeschreibung	This introduction to "Multi-Criteria Decision Analysis" combines prescriptive Decision Theory (Multi-Attribute Value and Utility Theory) with practical application and computer-based decision support systems. Aspects of descriptive (behavioral) Decision Theory (psychology) are introduced. Participants apply the theory to an environmental decision problem (group work).		
Lernziel	The main objective is to learn "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT) and apply it step-by-step to an environmental decision problem. Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) is shortly introduced. At the end, participants should be able to carry out MCDA on their own, in research projects and in practice (e.g., working as consultant). The participants learn how to structure complex decision problems and break them down into manageable parts. An important aim is to integrate the objectives and preferences of different decision-makers or stakeholders. The participants will practice how to elicit subjective (personal) preferences from stakeholders with structured interviews. They will learn to include uncertainty in decision models and test assumptions with sensitivity analyses. Participants should have an understanding of people's limitations to decision-making, based on insights from descriptive Decision Theory. They will use formal computer-based tools to integrate "objective / scientific" data with "subjective / personal" preferences to find consensus solutions that are acceptable to different stakeholders.		
Inhalt	<p><b>GENERAL DESCRIPTION</b></p> <p>Multi-Criteria Decision Analysis is an umbrella term for a set of methods to structure, formalize, and analyze complex decision problems involving multiple objectives (aims, criteria), many different alternatives (options, choices), and different stakeholders which may have conflicting preferences. Uncertainty (e.g., of environmental data) adds to the complexity of environmental decisions. MCDA helps to make decision problems more transparent and guides stakeholders into making rational choices. Today, MCDA-methods are being applied to many complex decision situations. This class is designed for participants interested in transdisciplinary approaches that help to better understand real-world decision problems and that contribute to finding sustainable solutions. The course focuses on "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT). It gives a short introduction to "Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) and behavioral Decision Theory, the psychological field of decision-making.</p> <p><b>STRUCTURE</b></p> <p>The course consists of a combination of lectures, exercises and discussion in the class, exercises in small groups, and reading. Some exercises are computer assisted, applying the ValueDecisions app, a browser-based MCDA software in a user-friendly R-shiny interface. For the analyses, participants need a laptop. The participants will choose an environmental case study to work on in small groups throughout the semester. They will summarize this work in a graded report. Additional reading of selected sections in the textbook Eisenführ et al. (2010) is required to understand the theory. Participants' individual learning of MCDA will be tested in one mandatory quiz.</p> <p><b>GRADING</b></p> <p>The grade for the course is determined by one mandatory quiz at a fixed date that is individually completed during class (30%) and a semester-long group project with a final written group report to be delivered at the end of the semester (70%). There is no possibility to repeat the quiz! If participants miss the mandatory quiz, it is graded 1.</p> <p>Last cancellation / deregistration date for this graded semester performance: second Tuesday in March! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail" / unsatisfactory grade.</p>		
Skript	No script (see below)		
Literatur	Theory is supported by reading selected sections in: Eisenführ, Franz; Weber, Martin; and Langer, Thomas (2010) Rational Decision Making. 1st edition, 447 p., Springer Verlag, ISBN 978-3-642-02850-2.		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Additional reading material will be recommended during the course. Lecture slides will be made available for download.</p> <p>The course requires some understanding of (basic) mathematics. The "formal" parts are not too complicated and we will guide students through the mathematical applications and use of the ValueDecisions app (software). Participants should bring their own laptop (let us know if this is not possible).</p> <p>The course is limited to 30 participants (first come, first served).</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>				
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				
Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>• the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>• the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>• the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>• empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>				

Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>		
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.		
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project.</p> <p>Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
118-0121-00L	Master's Thesis	O	24 KP	51D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Students propose relevant research topics from their home countries, or from Latin American research projects, around which individual study programmes are devised, and on which they write their thesis. The Master thesis is supervised by scientific staff at ETH and collaborating institutions, and is based on the student's academic or professional experience.				
Lernziel	The Master Thesis research takes place throughout the duration of the MAS Programme (12 months), complimented by Master level coursework and Seminars focusing on Water Resources and Sustainability. Students become familiar with new research techniques, and receive guidance from experts. The topic of the research should address a relevant water resources problem in the student's home country, and is aimed at enhancing collaboration between academics and professionals in Latin America and in Switzerland.				

### MAS in Sustainable Water Resources - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbstständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# MAS in Technology and Public Policy

Two-semester full time- or four-semester part-time programme.

More information at: <https://tpp.ethz.ch/tpp-degrees/mas-tpp.html>

## ► Pflichtmodule

### ►► Policy Process

Two-yearly recurring programme, offered only in spring semester. The programme is offered again in the spring semester of 2025.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>877-0101-00L</b>	<b>Technology, Society, Markets and the State</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Schmidt, T. Bernauer, F. Schimmelfennig</b>
Kurzbeschreibung	Technological innovation is seldom entirely market-driven but often requires policy intervention. This module will introduce the participants into the literature that aims to understand technology and the underlying markets and its interaction with policy and its underlying politics. Besides an academic perspective, it will introduce practitioners working at the technology-policy interface.				
Lernziel	<p>Introduction: Participants understand (1) what public policy and policy analysis are, (2) why policy analysis is important for evidence-based policy-making, (3) how policy analysis is undertaken in a consulting firm, and (4) they learn from each other for which current professional challenges policy analysis will be useful.</p> <p>Technology, Society, Markets, and the State: Participants understand (1) what the key technological innovations in history have been, (2) how technological innovation unfolds and what factors drive it or slow it down, (3) what role the state (public policy, regulatory frameworks), markets (consumers, firms), and other stakeholders play in this regard.</p> <p>Political Institutions and Policy-Making Processes: Understand (1) how electoral systems, legislatures, government, public administrations, the judiciary, and interest groups function and shape policy choices, (2) the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies, (3) how the European Union and international organisations decide on and implement policies.</p>				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>877-0121-00L</b>	<b>Public Sphere and Stakeholders in Policy-Making</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>T. Bernauer, D. Kaufmann, M. Stauffacher</b>
Kurzbeschreibung	Citizens, consumers, firms, and other stakeholders play an important role in designing and implementing policies that affect and/or are affected by technology. This module enables participants to understand what role public opinion and behavioural approaches play in policy design and implementation, and to systematically design and analyse citizen and stakeholder participation in policy-making.				
Lernziel	<p>Public Opinion and Behavioural Public Policy Analysis: Participants understand (1) what role public opinion plays in policy design and implementation processes, (2) how public opinion surveys are designed, (3) how public opinion data is collected, (4) how such data is analysed, (5) how social media data can be used to assess public opinion, (6) how behavioural (field) experiments can be used for policy analysis.</p> <p>Citizen and Stakeholder Participation in Policy-Making: Participants understand (1) what forms of citizen and stakeholder participation can be used when policy interventions are designed and implemented, (2) how such participation can influence decision processes, policy choices, and policy outcomes, (3) what the pitfalls of particular participation forms are and how they can be avoided.</p>				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>877-0141-00L</b>	<b>Communication and Negotiation</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Bernauer</b>
Kurzbeschreibung	This module enables participants to understand and assess political communication and information-processing techniques, strategies and activities. It also enables them to identify different negotiation situations and apply respective negotiation approaches. These are important skills in order to effectively co-design policies through collaboration between scientists and political practitioners.				
Lernziel	<p>Political Communication: Participants (1) understand key communication and information- processing principles and techniques, (2) are able to assess political communication strategies and activities, and (3) are able to identify appropriate creative solutions to political communication challenges.</p> <p>Negotiations: Participants (1) understand and are able to identify different negotiation situations, (2) analyse specific cases, and discuss respective negotiation approaches based on important negotiation methods.</p>				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Problemlösung Kommunikation	gefördert gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	gefördert gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

## ►► Impact Analysis

*Two-yearly recurring programme, offered only in spring semester.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>877-0201-00L</b>	<b>Economic Foundations for Policy Analysis</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Schmidt, J.-E. Sturm</b>
Kurzbeschreibung	Markets play an important function in modern societies by allocating resources and capital. Yet, important market failures require the intervention of public policy. This module introduces the fundamentals of micro- and macro-economics and thereby lays the foundation for the economic assessment of policy interventions.				
Lernziel	How Markets Function (Microeconomics): Participants (1) understand basic principles, problems and approaches in microeconomics, (2) can analyse and explain simple economic principles in a market using supply and demand graphs, (3) can contrast different market structures and describe firm and consumer behaviour, (4) can identify market failures such as externalities related to market activities and illustrate how these affect the economy as a whole, (5) can address utility maximization and cost minimization problems. How Economic Systems Function (Macroeconomics): Participants understand (1) the behaviour of macroeconomic variables, such as gross domestic product, unemployment and inflation rates, (2) why national economic activity fluctuates, (3) what economic policy can do against unemployment and inflation, (4) what significance international economic relations have for specific countries, such as Switzerland.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>877-0221-00L</b>	<b>Technology and Policy Analysis</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Schmidt, E. Ash, A. Beerli, A. Blasimme, M. Leese</b>
Kurzbeschreibung	Technologies substantially affect the way we live and how our societies function. Technological change, i.e. the innovation and diffusion of new technologies, is a fundamental driver of economic growth but can also have detrimental side effects. This module introduces methods to assess technology-related policy alternatives and to analyse how policies affect technological changes and society.				
Lernziel	Introduction: Participants understand (1) what ex ante and ex post policy impact analysis is, (2) in what forms and with what methods they can be undertaken, (3) why they are important for evidence- based policy- making. Analysis of Policy and Technology Options: Participants understand (1) how to perform policy analyses related to technology; (2) a policy problem and the rationale for policy intervention; (3) how to select appropriate impact categories and methods to address a policy problem through policy analysis; (4) how to assess policy alternatives, using various ex ante policy analysis methods; (5) and how to communicate the results of the analysis. Evaluation of Policy Outcomes: Participants understand (1) when and why policy outcomes can be evaluated based on observational or experimental methods, (2) basic methods for evaluating policy outcomes (e.g. causal inference methods and field experiments), (3) how to apply concepts and methods of policy outcome evaluation to specific cases of interest. Big Data Approaches to Policy Analysis: Participants understand (1) why "big data" techniques for making policy- relevant assessments and predictions are useful, and under what conditions, (2) key techniques in this area, such as procuring big datasets; pre- processing and dimension reduction of massive datasets for tractable computation; machine learning for predicting outcomes; interpreting machine learning model predictions to understand what is going on inside the black box; data visualization including interactive web apps.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>877-0231-00L</b>	<b>Policy-Making in Practice</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Bernauer, D. N. Bresch</b>
Kurzbeschreibung	Effective management of risks and uncertainty as well as communication of scientific evidence to stakeholders and policy-makers are essential for successful policy-advice and policy-making. Hence, this module conveys the fundamentals of risk analysis/management and of writing for policy-makers. Besides an academic perspective, it features practitioners working at the technology-policy interface.				
Lernziel	Risk Analysis and Risk Management: Participants understand (1) the role risk and uncertainty play in decision- and policy- making, (2) common approaches to risk management, (3) how to apply methods of quantitative risk analysis, (4) how to communicate risk information clearly and effectively. Writing for Policy-Makers: Participants understand (1) particular prerequisites for successful dissemination of scientific results to policy- makers and the wider public, (2) expectations and needs of different target groups and audiences, (3) how to effectively write policy briefs for stakeholders and policy-makers.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

### ► Wahlmodule

MAS students can choose from the Science in Perspective course offer or related courses. Enrollment only after agreement with the TPP Programme Leadership.

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
877-0400-00L	<b>Master's Thesis</b> <i>Registration is only via the student office after agreement with the TPP Programme leadership.</i>	O	15 KP	32D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The MAS students focus on a specific policy challenge and carry out a policy analysis either within an ETH research group or with a project partner from the public, private or civic sector. In either case, the Policy Analysis Project requires an ETH professor or lecturer as supervisor, who is also responsible for grading the Master's thesis.				
Lernziel	Apply the policy analysis skills acquired throughout the MAS TPP programme.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

### MAS in Technology and Public Policy - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS in Urban and Territorial Design

The MAS in Urban and Territorial Design requires one year of full-time postgraduate study for a 60 ECTS joint degree, the "MAS ETH EPF UTD". It is taught in English and held at the two Swiss schools, EPFL (Autumn) and ETH Zurich (Spring).

## ► Design Studio and Postproduction

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
078-0102-00L	<b>Agroecological Repair. Transformative Practices for the Zurich Territory</b>	O	17 KP	18G	M. Topalovic
Kurzbeschreibung	The Agroecology design studio addresses the challenge of transforming urban agriculture in the Zurich Metropolitan area, to mediate the effects of climate change, to provide local food, to improve biodiversity and to develop new social/governance dimensions of the food system. Agroecology plays a crucial role. The studio will work closely with Grün Stadt Zürich on four selected sites.				
Lernziel	<p>Through participation in the studio, our learning objectives are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-to gain an overview of pioneering practices in agriculture and understand the principles of agroecology</li> <li>-to gain a critical perspective on accepted landscape canons- (in canton Zurich) in particular regarding agriculture</li> <li>-to gain an understanding of the ecological interconnection of a complex range of issues; pollution, climate change, global food chains, biodiversity, use of resources and the interdisciplinary dimension of territorial design.</li> <li>-to synthesise and communicate complex range of issues in a coherent, creative way</li> <li>-to apply the principles of agroecology in design</li> <li>-to design in a reflexive way, utilising and applying political and theoretical dimensions in eh design work where appropriate</li> <li>-to move between scales; micro, mini-region, and macro-scales and understand the critical elements that effect different scales</li> <li>- make a comprehensive representation of their ideas through drawings, video, and present this in a reportage format online.</li> <li>-to learn how to work constructively in a group</li> </ul>				
Inhalt	<p>The Zurich cantonal border corresponds roughly to the commuting space of the metropolitan region, hence the agricultural landscapes are tightly interwoven with expanding urban development. Instead of focusing on the well-studied cities, our studio applies design as an instrument to readdress the territorial subject as a whole and develop an integrated vision for its agroecological transformation. This reversed view lies at the core of the methodology, and an understanding of its critical importance is a key learning objective.</p> <p>The MAS explores a new role for the designer who repairs damages wrought by urbanisation processes in the previous decades and asks how we can catalyse positive processes of transformation that lead to socially and environmentally just landscapes and territories. The project draws on a wealth of precedents at the Architecture of Territory Chair, and the accompanying lectures, sessions and courses.</p> <p>However an overarching territorial concept for the canton of Zurich, based on agroecological regeneration has never been drawn, visualised or proposed. Together, the four case studies explored during the semester will contribute to such a vision. Using the proposed landscape typology "the Metropolitan Core" as a basis, the studio will closely investigate four exemplary sites of urban agriculture, which partly lie inside the administrative area of Zürich city, and partly outside in traditionally agricultural municipalities that however are now closely connected to the city centre; Urdorf &amp; Uitikon; Uetliberg, Zürichberg, and Dübendorf.</p> <p>By diving deep into these specific landscapes of agricultural production, the studio aspires to raise questions unlocking the transformative potential of reparative thinking and practices in urban and territorial design. Can we rethink social relations linked to the land and define space for solidarity practices in agriculture? Can we redesign the cultural laws leading to commodification of landscape? Can we undo previous industrial practices and models of land drainage and other complex processes?</p> <p>The principles of Agroecology offer an important basis for such a transformation. Not only focusing on food production, Agroecology has been summarised in 10 principles that also include social values and governance. These principles show how the efficiency of food production can be increased through innovative agroecological practices, for example by growing several components instead of practicing monoculture and by recycling or better utilizing natural resources such as nitrogen and reducing waste in the system. Agroecology pays attention to inequalities such as the under-recognised role of women in agriculture and promotes a solidarity economy between producers and consumers.</p> <p>Agroecology is therefore a social project, aiming for equity and justice, as well as an ecological project.</p> <p>The design studio is at the core of the programme—sessions, courses and inputs are curated in such a way as to directly support the design work and project development through interdisciplinary exchange. In addition, significant resources are reserved for field work investigation in this unique studio, which plays a central role within the methodology—design work is based on in-depth exploration of the field and context. We will learn from different practices and engage with both regular and more extreme farmers and pioneers. Mobile and multisited ethnographies, interviews, oral histories, participant observation, visual study and archival work are indispensable to building a body of original research and to gradually formulating the research and design hypotheses in the studio. The fieldwork is generally conducted after the semester's three-week overture period. It encompasses group and individual visits to project sites, meetings with inhabitants, community organizations and municipal offices. In particular this semester we will cooperate with Grün Stadt Zürich.</p>				
Skript	<p><b>REPRESENTING LANDSCAPE AND POSITIONS</b></p> <p>The project work develops in the form of a web-based investigative reportage. In the field, participants work through interviews, sketches, video and field notes. Back in the studio, experts in GIS, web design, architectural writing and videography support the process. Cartography is fundamental for both analytical and projective approaches to territory: GIS-based geospatial modelling will be applied on the project site to construct novel interpretative and critical landscape representations. Film and photography capture polysemic dimensions of territory, its social, material and more-than-human manifestations. An introduction to visual ethnography and visual anthropology will form an important element of the course. The investigative reportages and visions will be presented online and in the public forum meant to inform design practice and public discourse.</p>				
Literatur	The literature list is made available on the server at the beginning of the semester.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>078-0103-00L</b>	<b>Postproduction II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Topalovic</b>
Kurzbeschreibung	In a concentrated workshop over three weeks at the ETH in June, postproduction of the ETH project work will be carried out and compiled into a documentation designed for both online and printed use.				
Lernziel	All project material, including texts from the writing seminar, maps, photographs, project drawings and models, will be evaluated, edited and curated according to the publication concept with the core teaching team and the guidance of a graphic designer. This postproduction and dissemination work is an integral part of the MAS programme, and crucial to its applied research and design agenda. The fieldwork documentation in the form of written online essays and visual evidence is part of the final results.				

### ► Interdisciplinary Courses

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>078-0204-00L</b>	<b>Regenerative Practices for Exhausted Landscapes ■</b> <i>Before FS23 the title of this course was: Regenerative Landscapes: Rule-Based Design</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Galí-Izard, S. Breit, B. K. Walker</b>
Kurzbeschreibung	Students will be introduced to a range of landscape practices that regenerate soil health and enhance biological integrity through the research of five projects in a range of climatic and geographical conditions. Through the lens of each site, traditional and pioneering approaches in designing with living systems will be critically discussed.				
Lernziel	Through the lectures, students will learn about key parameters for designing landscapes with the goal of regeneration, as well as gain perspective on ecological topics including succession, disturbance, and management. Additionally, the course will examine the potentials and challenges of these practices to influence landscapes at a territorial scale. Through a series of fieldwork sessions, students will explore how to read a site through a rigorous and creative practice of observing, measuring, and recording.				
Inhalt	The course will be composed in two parts: a series of lectures and a series of field sessions at the Garden of the 21st Century at Höngherberg. The lectures will introduce key regenerative practices for five sites in varying climatic and ecological contexts. Each site is a Garden of the 21st Century, a collection of projects within the Chair of Being Alive that are located in Switzerland, Spain, Chile, and the United States. In parallel to the lectures, students will spend time at the site on Höngherberg conducting fieldwork and drawing their findings.				
Skript	The course material will be provided in the form of a reader. The reader includes a reading list.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Menschenführung und Verantwortung		gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert			
	Anpassung und Flexibilität	geprüft			
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			

<b>078-0203-00L</b>	<b>Urban Ecology</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Küffer Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Green cities and nature-based solutions have become central themes of architecture and territorial planning. The course enables students to apply ecological thinking to urban design.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students get introduced to the thinking of ecologists and the basic concepts of ecology and evolution to be able to approach design and planning questions from an ecological perspective and to interact with ecologists.</li> <li>• The city is introduced as an ecological system and the key elements of urban ecology are discussed.</li> <li>• The relevance of ecological and evolutionary processes and patterns for urban design and planning are discussed based on contemporary real-world examples.</li> <li>• The intersections between ecological science and new philosophical concepts of relevance to urban design are explored, e.g. Anthropocene, biophilic design, species coexistence, or animal-aided design.</li> </ul>				
Inhalt	We will extensively discuss applications of ecological principles in urban planning and design projects, and highlight timely topics such as Anthropocene, biophilia, rhizomatous networks of plant roots and fungi hyphen, or wilderness vs. ecological design. Based on the fundamentals from ecological science and evolutionary biology we aim to understand the ecological characteristics of urban systems from city centres to metropolitan areas and across different land uses (agriculture, forestry, recreational, infrastructures, buildings, urban greenspaces). The module is structured along five levels of biological organisation: genes and populations (evolution), physiology and adaptations, species interactions and communities (biodiversity), ecosystem ecology, and landscape ecology.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

### ► Urban Theory Sessions

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>078-0302-00L</b>	<b>Sessions on Territory</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Topalovic</b> , T. Carbonell Guillon, C. Galis, N. Tümerdem Medaric
Kurzbeschreibung	"Sessions on Territory" are public debates on the political economy of architecture and territory within and beyond the neoliberal order.				
Lernziel	"Sessions on Territory" is a series of public debates on the political economy of architecture and territory. Focus on the materials of architecture and urbanism — from territories of resource extraction to the construction site — the upcoming series unravel contemporary forces at work in the formation of the built and natural environment. Through a series of debates with invited guests, the seminar aims to critically reflect on the materiality of contemporary urbanism. Every intervention by a guest speaker is followed by a panel discussion with invited respondents.				
Skript	Texts to accompany each presentation will be sent via email before each weekly session.				
<b>078-0303-00L</b>	<b>Urban Theory Seminar: The Agrarian Question: From Colonialism to Urban Agriculture</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Schmid</b> , N. Bathla
Kurzbeschreibung	Under 21st-century extended urbanization, architecture and spatial practices are increasingly intertwined with agrarian concerns. This course delves into the intersections of urbanization, architecture, and the agrarian question. It covers historical aspects like land enclosure, colonialism, and primitive accumulation, as well as contemporary topics such as urban agriculture and green initiatives.				
Lernziel	Through this course, participants will cultivate a critical understanding of the agrarian question, its political economy, and urbanization in agrarian territories. Active engagement with recommended literature is expected, encouraging participants to present, discuss, and debate key concepts in urban and environmental humanities. The seminar aims to:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Foster a critical understanding of agrarian concepts, ecology, environmental humanities, and extended urbanization.</li> <li>2. Enhance participants' skills in reading, presenting, and debating academic texts.</li> <li>3. Inspire ideas for architectural and urban practices in agrarian territories.</li> </ol>				

Inhalt	<p>The introductory sessions will provide a world-historical perspective on urbanization and the agrarian question by examining land settlement during colonialism, revolutions and counter-revolutions in the global countryside. Subsequent sessions will delve into food sovereignty, food regimes, urban farming, and the future of food. Land and labor will be explored through themes such as global depeasantization, migration, land enclosure, and primitive accumulation. The contemporary intersections of the agrarian question and urbanization will be investigated through global supply chains, carbon forestry, and urbanism in agrarian territories.</p> <p>Each thematic session will include recommended readings, podcasts, or lectures. Participants will present short group presentations based on these materials, followed by moderated discussions.</p> <p>Sessions:</p> <p>22.02 Urbanisation and the agrarian question in the 21st century What is agrarian question and how is it relevant under 21st century urbanisation.</p> <p>29.02 Colonial wastelands, settlement, and improvement This session will explore the colonial project of settling wastelands for agriculture in order to turn them productive and revenue generating. It will explore the infrastructures and ecological violence colonial wasteland settlement entailed.</p> <p>07.03 Nature? This session will explore the production of nature and its deep entanglement with agrarian metabolism and urbanisation.</p> <p>14.03 Food and the agrarian question: food sovereignty, hunger, and the future of food This session will explore the concept of agroecology which has been proposed as a solution to the intersectional food, climate, and biodiversity crisis. The session will explore and evaluate the diversity of paradigms that have emerged under the umbrella agroecology.</p> <p>28.03 More-than-human agrarianisms This session will explore the 'more-than-human' ecology of agriculture. How soils are made and unmade, how assuming a more-than-human lens can allow us to see and imagine landscapes otherwise. Guest lecture by Luke Harris</p> <p>11.04 Agrarian Urbanisms This session explores concepts of landscape urbanism that have been applied to the study of agrarian territories as hybrid or in-between, and surveys the long-legacy utopias of agrarian urbanism.</p> <p>18.04 Land enclosure, fallows, and human-non-human conflict This session surveys how agrarian land has been subjected to intense forms of enclosure historically and under 21st century urbanisation. It further explores how these enclosures often result in human-non-human conflict.</p> <p>25.04 Feminist agriurbanism This session explores the links between urbanisation and intense depeasantisation in the global countryside, and the historic and ongoing suppression of wages of women and migrants workers that has upheld this condition.</p> <p>02.05 Improvement: Energy, nature, and the climate This session explores historical and ongoing narratives around improvement of agriculture. From translocation and improvement of species to the ongoing enclosure of agrarian land and commons through greening programs and in the name of green-energy transition and climate action. Guest Lecture by Camila Medina Novoa</p> <p>16.05 Urban and regenerative agriculture This session explores the rise of the urban agriculture paradigm as a sustainable alternative for localising food production and urban metabolism and urban agriculture's inherent contradictions and limitations. Guest Lecture by Stefan Laxness</p>
Skript	<p>A seminar reader will be provided to the participants at the start of the semester.</p>

Literatur

Ecological crises and the agrarian question in world-historical perspective  
 JW Moore - Monthly review, 2008  
 Surveying the agrarian question (parts 1 & 2): current debates and beyond.  
 AH Akram-Lodhi, C Kay - The Journal of Peasant Studies, 2010  
 Chapter II - Improvement, in Wasteland: A history. Vittoria Di Palma - Yale University Press, 2014.  
 Nature and the extended city: Wasteland governmentality. Nitin Bathla

Infrastructures of "Legitimate Violence": The Prussian Settlement Commission, Internal Colonization, and the Migrant Remainder.  
 Hollyamber Kennedy - Grey Room, 2019  
 Cloud over Chicago: Nature's Metropolis. William Cronon.

Gridded Lives: Why Kazakhstan and Montana are nearly the same place. Kate Brown.

Agri-Food Systems and the Anthropocene. Emily Reisman & Madeleine Fairbairn

The Long Green Revolution. Raj Patel - The Journal of Peasant Studies, 2013.

"Without feminism, there is no Agroecology." Global Network for the Right to Food. Right to Food and Nutrition Watch: Women's Power in Food Struggles. Iridiani Graciele Seibert, Azra Talat Sayeed, Georgieva Zdravka, and Guerra Alberta. Germany: FIAN International 11 (2019).

Lenora Ditzler, and Driessen Clemens. "Automating Agroecology: How to Design a Farming Robot Without a Monocultural Mindset?." Journal of Agricultural and Environmental Ethics 35, no. 1 (2022): 1-31.

Mandatory reading: Caring for soil life in the Anthropocene: The role of attentiveness in more-than-human ethics, Anna Krzywoszyńska.

Dancing with wolves: Making legal territory in a More-than human world. Sanna Ojalampi, Nicholas Blomley.

Plantationocene: a vegetal geography. Maan Barua.  
 Agrarian urbanism and the aerial subject. Charles Waldheim

The Emergence of Desakota Regions in Asia: Expanding a Hypothesis  
 TG McGee, Implosions/Explosions, 2015.

Geographies of ruralization. Jamie Gillen, Tim Bunnell, Jonathan Rigg

Urbs in rure: Historical enclosure and the extended urbanization of the countryside.  
 Alvaro Sevilla-Buitrago. In Implosions/explosions (pp. 232-259). JOVIS Verlag GmbH.

The land question: special economic zones and the political economy of dispossession in India. M Levien - The Journal of Peasant Studies, 2012.

Transhumance urbanism: Inhabiting material incompleteness under extended urbanization. Nitin Bathla.

Colonization of women and nature: Social origins of the sexual division of labour. Maria Mies.

Food as an urban question, and the foundations of a repFood as an urban question, and the foundations of a reproductive, agroecological, urbanism. Chiara Tornaghi and Michiel Dehaene.

Feminism and the Politics of the Commons in an Era of Primitive Accumulation in Re-enchanting the World, Silvia Fedrici

"Wind parks in post-crisis Greece: Neoliberalisation vis-à-vis green grabbing." Zoi Christina Siamanta - Environment and Planning E: Nature and Space 2, no. 2 (2019): 274-303.

The sun and the scythe: energy dispossessions and the agrarian question of labor in solar parks. Ryan Stock & Trevor Birkenholtz.  
 Mandatory Reading: Ways of (un)knowing landscapes: Tracing more-than-human relations in regenerative agriculture. Galina Kallio, Will LaFleur.

Radical, reformist, and garden-variety neoliberal: coming to terms with urban agriculture's contradictions. N McClintock - Local Environment, 2014

Chapter 5 - City and Country, in Sitopia: How can food save the world. Carolyn Steel - Chatto & Windus, 2020

Podcasts and films:  
 Episode 177: Nathan McClintock on Urban Agriculture and gentrification by Heritage Radio Network  
 Vandana Shiva on the agroecology solution for climate change, the biodiversity crisis, and hunger. Mongabay Podcast. 2022  
 EP17 - The Agrarian Question in the 21st Century ft. A. Haroon Akram-Lodhi  
 Introduction to Political Economy.

Voraussetzungen /  
 Besonderes

This course will be conducted in English.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

078-0304-00L	Critical Writing	O	2 KP	2G	M. Topalovic
Kurzbeschreibung	Closely connected to selected theoretical positions discussed in the Urban Theory Sessions, this course will support students in writing a 3000-word essay of publication quality, to present their research and frame their design project. Through critical writing exercises, discussions, peer-reviewing, and guest inputs, essays will be produced and published on the MAS online platform.				



Lernziel	<p>The objective is to offer a pedagogical framework within which students learn to discuss their urban and territorial design work in relation to the theoretical writings studied in the accompanying Urban Theory Sessions, as well as other courses, sessions and inputs in the MAS programme, and inspired by methods discussed in this seminar.</p> <p>The resulting texts should articulate the project's broader theoretical, disciplinary, geographic, and sociocultural context as well as the specific design contribution.</p> <p>Students gain both theoretical and practical experience in writing, critical reflection, and peer-reviewing. The course output is a 3000-word essay of publication standard, within which their own original design and research hypothesis is embedded.</p>		
Inhalt	<p>Programme:</p> <p>20.02 Introduction and analysis of inspiring texts  11.03 Designing Critical Writing: practical tips, checklist and reference systems  29.04 Peer review of draft texts between groups  13.05 Crafting critical writing: Session with writer and journalist Laura Spinney  03.06 Workshop: Fine-tuning of texts ready for publication</p> <p>Students are expected to dedicate the intervening Monday sessions to developing their own writing individually and in their design groups, in preparation for the four scheduled sessions.</p>		
Literatur	Additional literature to the MAS accompanying courses will be provided directly before the scheduled sessions.		
Voraussetzungen / Besonderes	Open to students in the MAS in Urban and Territorial Design only		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

## ► Electives

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-2102-00L</b>	<b>History of Food and Agriculture</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Aerni</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about the history of food and agriculture is crucial to understanding the emergence of modern agriculture and public resistance to industrial farming. The lecture discusses the evolution of agriculture and its impact on social structures, human health and the environment from an anthropological, a cultural, a political and a technological point of view.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to become familiar with the milestones of the history of food and agriculture</li> <li>- to understand innovation in agriculture as one of the major forces of change in the history of mankind</li> <li>- to learn how perceptions, politics and policies in food and agriculture are shaped by social, technological and environmental change</li> <li>- to be able to embed the current debate on the food crisis and climate change into a historical context</li> </ul>				
Inhalt	<p>This lecture starts with the Neolithic revolution and its cultural and environmental impact on humankind. In this context, it will discuss the transition from hunter-and-gatherer societies to societies that rely more upon the domestication of nature (agriculture and pastoralism) (Keeley 1996, Diamond 1999).</p> <p>The various forms of domestication of plants and animals and their economic, political and environmental implications for society will be discussed using examples from different parts of the world (Stone et al.2007).</p> <p>The emergence of civilization based on agrarian law will be discussed by using the example of the Roman Republic and later the Roman Empire (Weber 1891, Love, 1996).</p> <p>Subsequent innovations such as the three-field system in medieval times, the introduction of new plants and animals during the colonial period, and scientific and technological breakthroughs in plant breeding, agricultural practices and food preservation in the 19th century gave a major boost to agricultural productivity, food availability and agro-biodiversity. These prior developments also laid the foundation for industrial agriculture at the beginning of the 20th century (Kingsbury 2009). The global implications resulting from change in food preferences and agricultural innovation will be illustrated by using selected examples of innovations in food and agriculture (Braudel 2002, Pendergast 2010).</p> <p>Public resistance to industrial agriculture manifested itself in the early 1920s with counter-movements such as biodynamic farming (Kingsbury 2009) but also with organized lobbying groups that fought against change caused by refrigeration and cheap food (Freidberg 2009). Applying science to plant and animal breeding also caused a cultural divide in biology departments at universities between those who changed nature (plant breeders) and those who wanted to preserve it (botanists, ecologists).</p> <p>The period during and after the two World Wars changed the business of agriculture entirely. Food security became a matter of national security and thus justified state intervention on all levels in the production of food from farm to fork. This also helps explain why the Green Revolution was largely a public sector initiative that cared more for productivity increases on the supply side than for consumer preferences on the demand side (Aerni 2007). After the end of the Cold War, attention shifted from the supply side to the demand side and thus from food security to food safety.</p> <p>Food safety concerns were largely due to distrust of industrial agriculture and this led to major policy shifts in the way agricultural subsidies and resources were allocated and how food safety was managed and monitored. While the public sector largely withdrew from investing in productivity-related agricultural research, the private sector started to invest more. This led to the growing need to engage again in public-private partnership, as had been the case in the 19th century. Despite the Agreement on Agriculture of the World Trade Organization, agricultural trade remains highly restricted and the growing vertical integration of the food supply chain tends to concentrate market power with global retailers. They have designed private standards that are meant to protect consumers from unsafe food and promote good agricultural practices abroad, as well as ethical trade. Yet, the increasing importance of south-south trade in agriculture and the global food crisis might again shift more power back to producers (Aerni 2009).</p>				

Literatur	<p>Aerni P (2023) COP-27: A great opportunity to address the double crisis of food security and climate change—and for the EU to re-align its farm to fork strategy. <i>Frontiers in Environmental Economics</i>, 1082869.</p> <p>Aerni, P. (2021) 'The ethics of farm animal biotechnology from an anthropological perspective'. <i>Sustainability</i> 13(7), 3674.</p> <p>Aerni, P. (2021) Exploring the roots of the old GMO narrative and why young people have started to ask critical questions. A. Riccio et al. (eds) <i>Plant Biotechnology</i>. Springer:277-304.</p> <p>Aerni, Philipp (2011) Food Sovereignty and its Discontents. <i>ATDF Journal</i> 8(1/2): 23-49.</p> <p>Aerni, Philipp (2009) What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. <i>Ecological Economics</i> 68(6): 1872-1882.</p> <p>Appiah, A. K. (2002) Digging for Utopia: A review of 'The Dawn of Everything by David Graeber and David Wengrow. <i>New York Review of Books</i>: 80-82.</p> <p>Boserup, E. (1981) <i>Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Braudel, Fernand (2002) <i>The Wheels of Commerce. Civilization and Capitalism 15th -18th, Volume II</i>. Phoenix Press, London.</p> <p>Cook, Harold (2008) <i>Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age</i>. Yale University Press, New Haven.</p> <p>Fagan, Brian (2001) <i>The Little Ice Age: How Climate Made History</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Diamond, Jared (1999) <i>Guns, Germs and Steel</i>. Norton, New York.</p> <p>Freidberg, Susanne (2009) <i>Fresh: A Perishable History</i>. Harvard University Press, Cambridge, MA.</p> <p>Freidberg, S. (2007). Supermarkets and imperial knowledge. <i>Cultural Geographies</i>, 14(3): 321-342.</p> <p>Herrlinger, C. and Kock, M. (2016) Biodiversity Laws: An Emerging Regulation on Genetic Resources or 'IP on Life' through the backdoor. <i>Bioscience Law Review</i> 13(4): 119-131.</p> <p>Kingsbury, N. (2009) <i>Hybrid: the History and Science of Plant Breeding</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Love, John (1986) Max Weber and the Theory of Ancient Capitalism. <i>History and Theory</i> 25(2): 152-172.</p> <p>Morgan, Dan (1979) <i>Merchants of Grain: The Power and Profits of the Five Giant Companies at the Center of the World's Food Supply</i>. iUniverse, Inc: Lincoln, NE</p> <p>Pendergast, M. (2010) <i>Uncommon Grounds: The History of Coffee and how it transformed our World</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Standage, T. (2009) <i>An Edible History of Humanity</i>. Walker &amp; Company, New York.</p> <p>Tauger, M. B. (2011) <i>Agriculture in World History</i>. Routledge, New York</p> <p>The Economist (2008) <i>Hunters and Gatherers: Noble or Savage</i>. Dec. 19th.</p> <p>The Economist (2021) <i>An Economic History of Restaurants</i>. Dec. 18th.</p> <p>The Economist (2022) <i>The Anthropocene Nitrogen Circle: The Wobbly-Wobbly Circle of Life</i>. Dec 14th</p> <p>Walter, J. and Schofield, R. (1991) <i>Famine, disease and social order in early modern society</i>: Cambridge University Press.</p> <p>Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>, 112(11), 3191-319</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The 2-hour course will be held as a series of lectures. The course materials will be available in form of an electronic Reader at the beginning of the semester.</p> <p>The class will be taught in English.</p> <p>Students will be asked to give a (a) presentation (15 Minutes) or write a review paper based on a article selected from the electronic script, and (b) they will have to pass a written test at the end of the course in order to obtain 3 credit points in the ECTS System. In the final mark (a) will have a weight of 40% and (b) 60%.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p>	<p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p>

#### MAS in Urban and Territorial Design - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# MAS Mediation in Peace Processes

## ► Module

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>868-0002-00L</b>	<b>Module 2: Mediation Methods ■</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>6G</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	This module introduces students to different types and phases of negotiation and mediation, along with providing them with frequent opportunities to practice related principles, skills, and attitudes. The module focuses on the most fundamental interpersonal skills on the micro level that provide the basis for mediation in more complex conflict settings.				
Lernziel	Building on the understanding that mediation is a form of assisted negotiation, this module introduces various theoretical and practical methods of negotiation and mediation. The module introduces students to different types and phases of both negotiation and mediation, providing them with frequent opportunities to practice related principles, skills, and attitudes. The module focuses on the most fundamental interpersonal skills on the micro level that provide the basis for mediation in more complex conflict settings. Additionally, the module touches on the role of emotions and identities in conflict resolution. The module also gives an overview of the state of the art of mediation research and theory, delving into core topics, such as the effectiveness of mediation, mediation mandates and different types of third party mediators.				
<b>868-0003-00L</b>	<b>Module 3: Mediation Content ■</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>9G</b>	<b>A. Wenger, L.-E. Cederman</b>
Kurzbeschreibung	Students learn about the content of peace processes in this module. This module combines various approaches to developing options with an examination of contemporary cases and how various content issues are managed and interlinked. The module focuses on security, power-sharing, justice, socioeconomic and environmental arrangements.				
Lernziel	Mediators learn about the content of peace negotiations and peace agreements in this module. The module builds on the understanding that the goal of mediation is not to eliminate the issues that are tearing a society apart, but rather to find mechanisms to deal with differences in a non-violent manner. Mediators need a sufficient understanding of various thematic topics related to peace processes (e.g., security, power-sharing, justice, economics) in order to create linkages between them and the specific content issues therein. An adequate level of knowledge of core themes will also help mediators understand how to work with expert advisors to support a mediation process. This module both introduces relevant theory on ways of dealing with content issues and looks at how such issues were managed and interlinked in specific contemporary cases. This module also begins to address the teamwork dimension of mediation, which will be further elaborated on in the following modules.				
<b>868-0005-00L</b>	<b>Module 5: Advanced Mediation Methods</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>6G</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	This module focuses on deepening and consolidating the core skills from the first four modules and applying them in complex and high-stress environments. This module also touches on the topic of evaluation and effectiveness in peace mediation, looking at current trends and approaches to measuring impact in conflict resolution.				
Lernziel	This module focuses on deepening and consolidating the core skills from the first four modules and applying them to macro level complex conflict settings. The module focuses on providing students with opportunities to apply knowledge and skills from the previous modules in contexts of high stress and high complexity, thereby allowing them to practice, diverse coping strategies for dealing with physical, cognitive, and emotional challenges during a mediation process. Additionally, this module puts emphasis on the team dimension of mediation, requiring participants to put into practice interpersonal skills learnt and internalized throughout the program. This module also touches on the topic of evaluation and effectiveness in peace mediation, looking at current trends and approaches to measuring impact in conflict resolution.				
<b>868-0006-00L</b>	<b>Module 6: Mediation Processes</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>9G</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	This module seeks to integrate all the knowledge, skills, and techniques from previous modules in a multi-day mediation simulation based on a real-life mediation case. It focuses on linking theory and practice, communicating with actors in conflict, and transferring the programme's content to a professional environment.				
Lernziel	This module seeks to integrate all the knowledge, skills, and techniques from Modules 1-5 in a multi-day mediation simulation. The module focuses on how to link theory and practice, how to communicate this to actors in conflict, and how the content of the programme can be transferred into the professional environment of the participants. On a more strategic/political level, this final module allows participants to introduce, discuss – and maybe influence – the future path of the field in the various countries represented and analysed.				

## ► Arbeiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>868-0100-00L</b>	<b>Literature Project</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	In this multidisciplinary literature review paper, students are required to review, discuss, and critically evaluate the conflict and mediation literature relating to a specific topic of their choice. Participants are encouraged to consult their employers as they pick a topic so as to ensure its relevance to their work environment.				
Lernziel	In this multidisciplinary literature review paper, students are required to review, discuss, and critically evaluate the conflict and mediation literature relating to a specific topic of their choice. Participants are encouraged to consult their employers as they pick a topic so as to ensure its relevance to their work environment.				
<b>868-0102-00L</b>	<b>Practice-Oriented Paper</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	This paper requires students to reflect on a particular topic relevant to peace mediation. While practice-oriented, the paper must still be grounded in conflict and mediation literature. Students are required to present their papers orally during the programme. Participants are encouraged to consult their employers as they pick a topic so as to ensure its relevance to their work environment.				
Lernziel	This paper requires students to reflect on a particular topic relevant to peace mediation. While practice-oriented, the paper must still be grounded in conflict and mediation literature. Students are required to present their papers orally during the programme. Participants are encouraged to consult their employers as they pick a topic so as to ensure its relevance to their work environment.				

### MAS Mediation in Peace Processes - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Maschineningenieurwissenschaften Bachelor

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2022)

### ►► Obligatorische Fächer des Basisjahres

#### ►►► Basisprüfung

#### ►►►► Basisprüfungsblock A

*Wird nur im Herbstsemester angeboten*

#### ►►►► Basisprüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0172-00L</b>	<b>Lineare Algebra II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung ist die Fortsetzung von Lineare Algebra I. Die Lineare Algebra ist ein unverzichtbares Werkzeug der Ingenieurmathematik. Die Vorlesung bietet einen Einstieg in die Theorie mit zahlreichen Anwendungen. Die erlernten Begriffe werden in den begleitenden Übungen gefestigt.				
Lernziel	Die Studierenden sind nach Absolvierung des Kurses in der Lage, lineare Strukturen zu erkennen und entsprechende Probleme der Theorie und der Praxis zu lösen.				
Inhalt	Lineare Abbildungen, Kern und Bild, Koordinaten und darstellende Matrizen, Koordinatentransformationen, Norm einer Matrix, orthogonale Matrizen, Eigenwerte und Eigenvektoren, algebraische und geometrische Vielfachheit, Eigenbasis, diagonalisierbare Matrizen, symmetrische Matrizen, orthonormale Basen, Konditionszahl, lineare Differentialgleichungen, Jordan-Zerlegung, Singulärwertzerlegung, Beispiele in MATLAB, Anwendungen.				
Literatur	* K. Nipp / D. Stoffer, Lineare Algebra, vdf Hochschulverlag, 5. Auflage 2002 * K. Meyberg / P. Vachenaue, Höhere Mathematik 2, Springer 2003				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>252-0833-00L</b>	<b>Informatik II</b> <i>Nur für Maschineningenieurwissenschaften BSc (Studienreglement 2022).</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Cotrini Jimenez, A. Streich</b>
Kurzbeschreibung	Informatik II legt die Grundlage für das Verständnis, den Entwurf und die Analyse von Algorithmen und Datenstrukturen.				
	Zudem gibt es einen Überblick von verschiedenen Programmierkonzepten, wie funktionale Programmierung und statische und dynamisch typisierte Programmiersprachen.				
Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen, Arbeiten mit mehrdimensionalen Daten mithilfe von Python-Bibliotheken, und Überblick von verschiedenen Programmierkonzepten				
Inhalt	Einführung von Python: von C++ zu Python, erweiterte Konzepte und integrierte Datenstrukturen in Python; Analysieren von Daten, Bearbeiten von Daten mit Numpy und Visualisieren mit Matplotlib; lineare Regression, Klassifikation und (k-Means) Clustering.				
	Grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen, Entwurfsmuster für Algorithmen (Induktion, Divide and Conquer, dynamische Programmierung), klassische algorithmische Probleme (Suchen und Sortieren), Datenstrukturen (Suchbäume, Heaps, Union-Find).				
	Übungen werden in der Online-IDE und Übungsmagementsystem Code-Expert durchgeführt.				
Literatur	Th. Ottmann, P. Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, Spektrum-Verlag, 5. Auflage, Heidelberg, Berlin, Oxford, 2011				
	Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald Rivest, Clifford Stein: Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg, 2010				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung 252-0832-00L Informatik I oder äquivalente Kenntnisse in der Programmierung mit C++.				
<b>401-0262-00L</b>	<b>Analysis II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>5V+2U</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die mathematischen Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, soweit sie die Differential- und Integralrechnung betreffen.				
Lernziel	Verständnis der theoretischen Grundlagen der für das Ingenieursstudium benötigten mathematisch-analytischen Tools, ausgeprägte Rechenfertigkeiten in der mehrdimensionalen Analysis, Anwendung zur Herleitung physikalischer Gesetze und in relevanten Beispielen				
Inhalt	Differential- und Integralrechnung von Funktionen mehrerer Variablen; Vektoranalysis; gewöhnliche Differentialgleichungen erster und höherer Ordnung, Differentialgleichungssysteme. In jedem Teilbereich eine grosse Anzahl von Anwendungsbeispielen aus Mechanik, Physik und anderen Lehrgebieten des Ingenieurstudiums.				
Skript	U. Stammbach: Analysis I/II, Teile B und C				
	Die Vorlesung folgt dem Skript von Prof. U. Stammbach. Die vier Bände sind im Gesamtpaket zum Spezialpreis von CHF 75.- nur im ETH Store erhältlich und sehr zu empfehlen. Es findet kein Hörsaalverkauf statt. Eine digitale Version der Teile A, B und C wird zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis I. Die Übungsaufgaben und Online-Quizzes sind ein integraler Bestandteil der Lehrveranstaltung.				
<b>402-0035-00L</b>	<b>Physik</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>L. Degiorgi</b>
Kurzbeschreibung	Einsamestrige Einführung in die Grundlagen und Denkweise der Physik: Elektrizität und Magnetismus, elektromagnetische Wellen, Wellen und Doppler Effekt. Vertiefung in ausgewählte Themen der modernen Physik von grosser technologischer oder industrieller Bedeutung.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist die Förderung des wissenschaftlichen Denkens, und das Verständnis von physikalischen Konzepten und Phänomenen, welche der modernen Technik zugrunde liegen. Gleichzeitig soll ein Ueberblick über die Themen der klassischen und modernen Physik vermittelt werden.				
Inhalt	Elektrische und magnetische Felder, elektrischer Strom, Magnetismus, Maxwell Gleichungen, elektromagnetische Wellen, Wellen und Doppler Effekt				
Skript	Notizen zum Unterricht werden verteilt.				
Literatur	Hans J. Paus, Physik in Experimenten und Beispielen, Carl Hanser Verlag München Wien (als unterrichtsbegleitendes und ergänzendes Lehrbuch), ca. 50 Euro.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>151-3222-00L</b>	<b>Maschinenkonstruktion</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+3U</b>	<b>M. Meboldt, Q. Lohmeyer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Entwicklung und Konstruktion technischer Systeme. Für die wichtigsten Maschinenelemente werden Wirkprinzip, Funktionen, Einsatzgebiete und Berechnungsgrundlagen vermittelt. Darauf aufbauend werden anhand von Fallbeispielen aus der Praxis die Grundlagen der Entwicklung, Gestaltung und Fertigung von Produkten behandelt.				
Lernziel	Die Studierenden können die behandelten Maschinenelemente in Bezug auf Wirkprinzip, Funktion und Einsatzgebiet beschreiben und können die Maschinenelemente für gegebene Anwendungsfälle dimensionieren. Die Studierenden können geeignete Maschinenelemente für ein zu entwickelndes, technisches System auszuwählen und das System im Entwurf gestalten. Die Studierenden verstehen den Zusammenhang von Fertigungsverfahren und der Gestaltung von Bauteilen und können Bauteile unter Berücksichtigung des ausgewählten Fertigungsverfahrens konzeptionell gestalten. Die Studierenden verstehen die Grundlagen von Produktentwicklungsprozessen und kennen die behandelten Entwicklungsmethoden. Sie wissen, wie ein Entwicklungsprojekt mit Entwicklungsphasen und agilen Methoden von der Idee über Anforderungen bis zum ersten getesteten Prototyp gestaltet wird.				
Inhalt	Maschinenelemente: Grundlagen, Dimensionierung und Einsatz Zahnräder und einfache Getriebe Planetengetriebe Willis-Gleichung Welle-Nabe-Verbindungen Achsen und Wellen Wälzlager Schmierung und Dichtung Toleranzen und Passungen Federn Kupplungen und Schaltgetriebe Schrauben Mechanische Mechanismen Elektromotoren  Produktentwicklung und Konstruktion Gestaltung: Grundregeln der Gestaltung Gestaltung: Gestaltungsprinzipien Gestaltung: Design to X Gestaltung: Fertigung Methoden und Prozesse der Produktentwicklung Agile Entwicklung und Testing				
Skript	Die Vorlesungsfolien werden per Moodle bereitgestellt.				
Literatur	Roloff/Matek Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		

<b>151-0502-00L</b>	<b>Mechanik II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	Spannungstensor, Verzerrungen, linearelastische Körper, spezielle Biegung prismatischer Balken, numerische Methoden, allgemeinere Biegeprobleme, Torsion, Arbeit und Deformationsenergie, Energiesätze und -verfahren, Knickung.				
Lernziel	Für die mechanische Auslegung von Systemen sind die Kenntnisse aus der Kontinuumsmechanik notwendige Voraussetzung. Dazu gehören insbesondere die Begriffe Spannungen, Deformationen, etc. welche an einfachen Systemen sowohl mathematisch sauber wie auch intuitiv verständlich werden. In dieser Vorlesung werden die Voraussetzungen für die Analyse deformierbarer Körper erarbeitet, so dass die Studierenden sie anschliessend in Fächern wie Dimensionen, die näher bei der Anwendung liegen.				
Inhalt	Spannungstensor, Verzerrungen, linearelastische Körper, spezielle Biegung prismatischer Balken, numerische Methoden, allgemeinere Biegeprobleme, Torsion, Arbeit und Deformationsenergie, Energiesätze und -verfahren, Knickung.				
Literatur	Mahir B. Sayir, Jürg Dual, Stephan Kaufmann Ingenieurmechanik 2: Deformierbare Körper, Teubner Verlag				

### ►►► Einzelfächer des Basisjahres

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>402-0000-11L</b>	<b>Praktikum Physik für Studierende in Maschineningenieurwissenschaften</b> <i>Einführungsveranstaltung am Mo, 26. Februar, 14:45 - 15:30 online. Zoom-Link siehe <a href="https://ap.phys.ethz.ch/MAVT.html">https://ap.phys.ethz.ch/MAVT.html</a></i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>3P</b>	<b>A. Biland, A. Eggenberger, A. Müller</b>
	<i>Belegung über myStudies notwendig. Anmeldung zu den einzelnen Versuchen unter <a href="https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika">https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika</a>. Alle weiteren Informationen siehe: <a href="https://ap.phys.ethz.ch">https://ap.phys.ethz.ch</a></i>				
	<i>Zum Praktikum werden nur Studierende ab dem 2. Semester BSc Maschineningenieurwissenschaften zugelassen.</i>				

Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in die Grundlagen des Experimentierens.			
Lernziel	Es werden 3 Physikexperimente absolviert. Zwei Experimente werden vor Ort in den Laboren des HPP durchgeführt, und ein Experiment wird zuhause („remote“) durchgeführt. Allen Experimenten gemeinsam ist das Erlernen grundlegender Eigenschaften beim Experimentieren, das Kennenlernen von einfachen Messmethoden, das kritische Auseinandersetzen mit Beobachtungen und Resultaten, sowie das Darstellen und Kommunizieren wissenschaftlicher Ergebnisse. Jedes der drei Experimente hat zusätzlich noch einen anderen Fokus: statistische und systematische Fehler, Gauss'sche Fehlerrechnung, oder das Verfassen wissenschaftlicher Berichte.			
Inhalt	Verschiedene Versuche aus den Bereichen Mechanik, Optik und Thermodynamik.			
Skript	Anleitungen zum Physikpraktikum; Einführende Zusammenfassungen und Skripte zur Fehlerrechnung werden auf der Webseite der Veranstaltung publiziert.			
Voraussetzungen / Besonderes	Der Link zur Webseite, welche alle Informationen zum Physikpraktikum enthält, lautet: <a href="https://ap.phys.ethz.ch">https://ap.phys.ethz.ch</a>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung		gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik		gefördert gefördert

<b>151-1111-01L</b>	<b>Ergänzendes Projekt ■</b> <i>NUR für Maschineningenieurwissenschaften BSc, Studienreglement 2022.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2A</b>	<b>externe Veranstalter</b>
	<i>Belegung nur in Absprache mit der D-MAVT Studienadministration.</i>				
Kurzbeschreibung	Ergänzendes Projekt				
Lernziel	Kompensation von fehlenden Kreditpunkten aufgrund des Übergangs vom alten ins neue Reglement 2022.				

## ►► Obligatorische Fächer des übrigen Bachelor-Studiums

### ►►► Prüfungsblock 1

*Wird nur im Herbstsemester angeboten*

### ►►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0052-00L</b>	<b>Thermodynamics II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, N. Noiray</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to thermodynamics of cycles as well as reactive systems				
Lernziel	Understand and apply thermodynamic principles and processes for use in a range of cycles used commonly in practice.				
Inhalt	Introduction to turbomachinery, Rankine cycle, Diesel cycle, Brayton cycle, Stirling cycle, Refrigeration & Heat Pumps, combined cycles, Oxyfuel cycle, carbon capture cycles				
Literatur	M.J. Moran, H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, 2007.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung		geprüft gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>151-0120-00L</b>	<b>Fluid Dynamics</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>6V+2U</b>	<b>F. Coletti, P. Jenny</b>
	<i>The course (both lecture and exercise) consists of two parts: part 1 will be in English and part 2 in German.</i>				
Kurzbeschreibung	An introduction to the physical and mathematical foundations of fluid dynamics is given. Topics include dimensional analysis, integral and differential conservation laws, inviscid and viscous flows, Navier-Stokes equations, boundary layers, turbulence, potential flows, unsteady flows, aerodynamic concepts, vorticity dynamics, compressible flows.				
Lernziel	Introduction to the physical and mathematical principles of fluid dynamics. Fundamental terminology/principles and their application to simple problems. Concepts, phenomena and quantitative description of potential, rotational, and one-dimensional compressible flows.				
Inhalt	Dimensional analysis, integral and differential conservation laws, inviscid and viscous flows, Navier-Stokes equations, boundary layers, turbulence, potential flows, unsteady flows, aerodynamic concepts, vorticity dynamics, compressible flows.				
Literatur	Relevant chapters from the textbook:  P.K. Kundu, I.M. Cohen, D.R. Dowling: Fluid Mechanics, Academic Press, 6th ed., 2015				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>151-0238-00L</b>	<b>Thermodynamics III</b>	<b>O 3 KP</b>	<b>2V+1U A. Manera, G. Sansavini</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fundamentals of heat transfer and technical applications of engineering thermodynamics. Extension of thermodynamic fundamentals taught in Thermodynamics I and II.		
Lernziel	Introduction to the theory and to the fundamentals of the technical thermodynamics. Main focus: Heat transfer.		
Inhalt	General mechanisms of heat transfer. Introduction to heat conductivity. Stationary 1-D and 2-D heat conduction. Instationary conduction. Convection. Forced convection - flow around and through bodies. Natural convection. Evaporation (boiling) and condensation. Heat Exchangers. Radiation heat transfer. Combined heat transfer.		
Skript	Slides and lecture notes in English.		
Literatur	F.P. Incropera, D.P. DeWitt, T.L. Bergman, and A.S. Lavine, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, 6th edition, 2006.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
<b>252-0870-00L</b>	<b>Stochastics and Machine Learning</b>	<b>O 5 KP</b>	<b>5G P. Cheridito, C. Cotrini Jimenez, A. Streich</b>
Kurzbeschreibung	This is an introduction to probability, statistics, and machine learning for students of mechanical engineering. We cover the fundamental concepts from probability theory, statistics and machine learning, with a focus on applications for mechanical engineering.		
Lernziel	Basic notions of probability theory and statistics such as probability space, probability measure, random variables, expected value, variance, covariance, standard deviation, correlation, quantiles, conditional distributions, parameter estimation, statistical tests, linear regression		
Inhalt	Learn the fundamentals of machine learning: training, testing, validation, model selection.		
	Learn essential Python libraries for machine learning: scikit-learn, pytorch, gym.		
	Understand the mathematical foundations of diverse ML algorithms: empirical risk minimization, bias-variance tradeoff, stochastic gradient descent, back propagation, Bellman equations.		
	Learn how to preprocess data for machine learning.		
	Acquire an overview of the trending applications of machine learning for mechanical engineering.		
	Part I: Stochastics		
	Probability space, probability measure, independence, conditional probabilities, Bayes' theorem, random variables, probability mass functions, densities, distributions, expected value, variance, covariance, standard deviation, correlation, random vectors, multivariate distributions, law of large numbers, central limit theorem, descriptive statistics, histograms, box plots, empirical distributions, parameter estimation, statistical tests		
	Part II: Machine learning		
	Linear and logistic regression. Basic regression and classification with machine learning		
	Regularization and bias-variance tradeoff		
	Ensembles and unsupervised learning		
	Deep learning, neural networks, convolutional neural networks, and transformers		
	Autoencoders, GANs		
	Reinforcement learning, Markov decision processes, Q learning		
Skript	Slides will be made available.		
Literatur	L. Meier. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: Eine Einführung für Verständnis, Intuition und Überblick. Springer, 2020 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4</a>		
	J.A. Rice Mathematical Statistics and Data Analysis, Third Edition. Thomson, 2007.		
	C. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer 2007.		
	C. Bishop. Deep Learning - Foundations and Concepts. Springer 2024 <a href="https://www.bishopbook.com/">https://www.bishopbook.com/</a>		
	T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction; Second Edition. Springer, 2009.		
	Peter Norvig, Stuart Russell: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global 4th Edition. Pearson 2021		
Voraussetzungen / Besonderes	Linear algebra I & II Analysis I & II Informatik I & II		



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.				
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.				
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics - Historical Perspective - Schrödinger Equation - Postulates of Quantum Mechanics - Operators - Harmonic Oscillator - Hydrogen atom - Multielectron Atoms - Crystalline Systems - Spectroscopy - Approximation Methods - Applications in Engineering				
Skript	Class Notes and Handouts				
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II				

<b>151-0714-00L</b>	<b>Werkstoffe und Fertigung</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Bambach, L. Deillon</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung "Werkstoffe und Fertigung" vermittelt den Studierenden die Grundlagen, um Werkstoffe für Anwendungen im Maschinenbau systematisch auszuwählen.				
Lernziel	- Verstehen der unterschiedlichen Eigenschaften (mechanisch, thermisch, elektrisch, magnetisch, optisch) von Werkstoffen - Grundlegende Zusammenhänge zwischen dem Aufbau der Werkstoffe und diesen Eigenschaften verstehen und mit Modellen beschreiben - Grundlegende Berechnungsmethoden und Modelle zur Beschreibung der Werkstoffeigenschaften kennen und anwenden können - Werkstoffe systematisch anhand von Designkriterien auswählen können - Fertigungs- und Umweltaspekte kennen und bei der Werkstoffauswahl berücksichtigen				
Inhalt	1. Einführung – Werkstoffe im Maschinenbau 2. Werkstoffeigenschaften - ein Überblick 3. Werkstofffamilien und systematische Werkstoffauswahl 4. Mechanische Eigenschaften 5. Thermische Eigenschaften 6. Hochtemperatureigenschaften 7. Elektrische Eigenschaften 8. Magnetische Eigenschaften 9. Optische Eigenschaften 10. Degradation von Werkstoffen 11. Werkstoffe und Umwelt				
Skript	Lernmaterialien werden über Moodle bereitgestellt.				
Literatur	Bergmann, Wolfgang. Werkstofftechnik 1: Struktureller Aufbau von Werkstoffen-Metallische Werkstoffe-Polymerwerkstoffe-Nichtmetallisch-anorganische Werkstoffe. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2013.  Bergmann, Wolfgang, and Christoph Leyens. Werkstofftechnik 2: Anwendung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2021.  Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design 5th Edition - September 23, 2016, ISBN: 9780081100596  Gottstein, G. (2013). Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: Physikalische Grundlagen. Springer-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenfächer: - Mechanik/Festigkeitslehre: Spannung, Dehnung - Thermodynamik: Energie- und Enthalpiegrößen - Mathematik: Differentialgleichungen				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kundenorientierung	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2010)

### ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0518-00L	<b>Introduction to Finite Element Analysis</b> <i>Note: The previous course title until FS23 "Computational Mechanics I: Intro to FEA"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Kochmann</b>
Kurzbeschreibung	We discuss numerical methods for solving initial boundary value problems in solid mechanics (static/dynamic elastic problems of solids and structures, thermal problems). Focus is on finite differences and on the finite element method, its theoretical foundation, the choices made when using it, its application for solving problems of engineering interest, and the interpretation of results.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to apply the computational methods of finite differences (FDs) and finite elements (FEs) to analyze and solve mechanical and thermal engineering problems with a focus on elastic solids and structures. Specifically, students will be able to (1) solve initial boundary value problems by finite differences, (2) solve mechanical boundary value problems and initial boundary value problems by finite elements, and (3) create numerical code that implements finite difference and finite element techniques.				
Inhalt	1. Introduction, direct and indirect numerical methods. 2. Finite differences, stability analysis. 3. Variational methods. 4. Finite element method. 5. Structural elements (bars and beams). 6. 2D and 3D solid elements (isoparametric and simplicial elements), numerical quadrature. 7. Assembly, solvers, finite element technology. 8. Dynamics, vibrations. 9. Selected topics in finite element analysis.				
Skript	Lecture notes will be provided. Students are encouraged to take their own notes during class.				
Literatur	No textbook required; relevant reference material will be suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics 1 & 2 and Dynamics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
151-0590-00L	<b>Control Systems II</b> <i>Note: The previous course title in German until FS22 "Regelungstechnik II".</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>E. Frazzoli</b>
Kurzbeschreibung	This course builds upon the LTI SISO systems modeling and control techniques learned in control systems I introducing state estimation and feedback, the implementation challenges, multi-input multi-output (MIMO) systems and the techniques to analyze and synthesize controllers for this class of systems.				
Lernziel	By the end of this course learners will be able to design and implement state estimation and feedback algorithms for SISO system, understand and mitigate common nuisances such as the effects of discretization, aliasing and delays, distinguish between SISO and MIMO systems and utilize common techniques for the analysis and control of MIMO systems.				
Inhalt	Luenberger observer, state feedback, separation principle, decomposition of SISO systems in structural properties, discretization, aliasing, and time delays. MIMO systems, relevant norms, singular value decomposition, small gain theorem, analysis of performance, decoupling and decentralized control, relative gain array, principles of IMC, LQR, LQG.				
Skript	Lecture slides and annotations are going to be made available online.				
Literatur	No textbook is required for the course. Suggested manuals for reference:				
Voraussetzungen / Besonderes	- Analysis and Synthesis of Single-Input Single-Output Control Systems, Lino Guzzella, vdf Hochschulverlag.				
	- S. Skogestad and I. Postlethwaite. Multivariable Feedback Control, Analysis and design, 2nd ed. John Wiley and Sons.				
	- Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers Karl J. Åström and Richard M. Murray				
	Knowledge of the classical control theory (e.g. from the "151-0591-00 - Control Systems I" course).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>151-0908-00L</b>	<b>Bioengineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Tibbitt, C. Labouesse</b>
	<i>For the Focus Biomedical Engineering this course is strongly recommended to be chosen among the Electives.</i>				
Kurzbeschreibung	An introduction to biology for engineers: basic biochemistry, cell metabolism (principles of energy and mass transfer in cellular systems), cell biology (structure and composition of cells, transport processes across cell membranes, growth and reproduction of cells), cellular and molecular biophysics, quantitative tools used in bio- and biomedical engineering.				
Lernziel	Students that already possess an engineering background will be exposed to a broad introduction of fundamental concepts in the fields of biology and chemistry. Focus will be given to aspects relevant to research and development projects in the fields of biotechnology, bioprocess engineering, or biomedical devices. The course will highlight technically exploitable elements in biology and chemistry, to provide the basic understanding and a necessary vocabulary for interdisciplinary communication with biologists / biotechnologists.				
Inhalt	Basic biochemistry, cell metabolism (principles of energy and mass transfer in the cell, biocatalysis and enzymes, cellular respiration, protein synthesis, regulation), cellular biology (structure and composition of cells, transport processes across cell membranes, growth and reproduction of cells), introduction to biotechnology tools and applications of molecular and cellular engineering.				
Skript	Lecture slides and supporting material made available for download on Moodle.				
Literatur	Alberts et al: Essentials of Cell Biology, W. W. Norton & Company Milo & Phillips: Cell Biology by the Numbers; Garland Science Phillips, Kondev, Theriot, and Garcia: Physical Biology of the Cell, Taylor & Francis				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.				
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.				
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics - Historical Perspective - Schrödinger Equation - Postulates of Quantum Mechanics - Operators - Harmonic Oscillator - Hydrogen atom - Multielectron Atoms - Crystalline Systems - Spectroscopy - Approximation Methods - Applications in Engineering				
Skript	Class Notes and Handouts				
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II				
<b>227-0076-00L</b>	<b>Elektrotechnik II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Studer</b>
Kurzbeschreibung	Beschreibung von sinusförmigen Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich, Funktion grundlegender analoger und digitaler Schaltungen sowie von Analog-Digital-Wandlern.				

Lernziel	<p>Sie sind fähig, folgende Inhalte anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leistungsanpassung und -berechnung</li> <li>- Aktives und passives Filterdesign</li> <li>- Fourieranalyse von Anlogschaltungen</li> <li>- Operationsverstärker, Komparator und Diskriminator</li> <li>- Mit- und Gegenkopplung</li> <li>- Oszillatoren</li> <li>- Abtasten, Aliasing und Quantisieren</li> <li>- Grundkonzepte von AD-Wandler</li> <li>- Grundkonzepte von DA-Wandler</li> <li>- Prinzipielle Funktionsweise von Halbleitern</li> <li>- Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren</li> <li>- CMOS Digitalschaltungen</li> <li>- Prozessoren und Speicher</li> </ul> <p>Sie sind fähig, elektrische Netzwerke angeregt durch sinusförmigen Quellen im eingeschwungenen Zustand zu berechnen.</p> <p>Sie sind fähig, analoge Schaltungen mit invertierenden/nicht-invertierenden Verstärkern, Integratoren, Differentiatoren, Tiefpass/Hochpassfilter und PI-Regler zu berechnen.</p> <p>Sie sind fähig, analoge Schaltungen mit invertierenden/nicht-invertierenden Komparatoren mit und ohne Hysterese zu berechnen.</p> <p>Sie sind fähig, digitale Schaltungen zu analysieren und entwickeln.</p>		
Inhalt	Beschreibung von sinusförmigen Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich, Funktion grundlegender analoger und digitaler Schaltungen sowie von Analog-Digital-Wandlern.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft

<b>327-3002-00L</b>	<b>Materials for Mechanical Engineers</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Spolenak, A. R. Studart, R. Style</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a basic foundation in materials science for mechanical engineers. Students learn how to select the right material for the application at hand. In addition, the appropriate processing-microstructure-property relationship will lead to the fundamental understanding of concepts that determines the mechanical and functional properties.				
Lernziel	<p>At the end of the course, the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• choose the appropriate material for mechanical engineering applications</li> <li>• find the optimal compromise between materials property, cost and ecological impact</li> <li>• understand the most important concepts that allow for the tuning of mechanical and functional properties of materials</li> </ul>				
Inhalt	<p>Block A: Materials Selection</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of Materials Selection</li> <li>• Introduction to the Cambridge Engineering Selector</li> <li>• Cost optimization and penalty functions</li> <li>• Ecoselection</li> </ul> <p>Block B: Mechanical properties across materials classes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Young's modulus from 1 Pa to 1 TPa</li> <li>• Failure: yield strength, toughness, fracture toughness, and fracture energy</li> <li>• Strategies to toughen materials from gels to metals.</li> </ul> <p>Block C: Structural Light Weight Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminum and magnesium alloys</li> <li>• Engineering and fiber-reinforced polymers</li> </ul> <p>Block D: Structural Materials in the Body</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strength, stiffness and wear resistance</li> <li>• Processing, structure and properties of load-bearing implants</li> </ul> <p>Block E: Structural High Temperature Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superalloys and refractory metals</li> <li>• Structural high-temperature ceramics</li> </ul> <p>Block F: Materials for Sensors</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductors</li> <li>• Piezoelectrics</li> </ul> <p>Block G: Dissipative dynamics and bonding</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequency dependent materials properties (from rheology of soft materials to vibration damping in structural materials)</li> <li>• Adhesion energy and contact mechanics</li> <li>• Peeling and delamination</li> </ul> <p>Block H: Materials for 3D Printing</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposition methods and their consequences for materials (deposition by sintering, direct ink writing, fused deposition modeling, stereolithography)</li> <li>• Additive manufacturing of structural and active Materials</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalpakjian, Schmid, Werner, Werkstofftechnik</li> <li>• Ashby, Materials Selection in Mechanical Design</li> <li>• Meyers, Chawla, Mechanical Behavior of Materials</li> <li>• Rösler, Harders, Bäker, Mechanisches Verhalten der Werkstoffe</li> </ul>				

## ►► Fokus-Projekt

### ►►► Fokus-Projekte in Mechatronics and Robotics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0073-11L	<b>Propeller-less Aerial Robot ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0073-10L Propeller-less Aerial Robot im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>R. Siegart</b>

Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw).				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: - Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters - Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz - Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte - Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen - Systembeschreibung und -simulation - Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung - Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit - Werkstatt- und Industriekontakte - Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen - Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)				
<b>151-0073-21L</b>	<b>SARA ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0073-20L</i> <i>SARA im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw).				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: - Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters - Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz - Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte - Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen - Systembeschreibung und -simulation - Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung - Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit - Werkstatt- und Industriekontakte - Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen - Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)				
<b>151-0073-41L</b>	<b>RoboATV ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0073-40L</i> <i>RoboATV im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>M. Hutter</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw).				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: - Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters - Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz - Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte - Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen - Systembeschreibung und -simulation - Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung - Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit - Werkstatt- und Industriekontakte - Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen - Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)				
Inhalt	Mehrere Teams mit je 4-8 Studierenden der ETH, ergänzt durch Studierende anderer Hochschulen und Universitäten, realisieren während zwei Semestern ein Produkt. Ausgehend von einer marktorientierten Problemstellung werden alle Prozesse der Produktentwicklung realitätsnah durchschritten: Marketing, Konzeption, Design, Engineering, Simulation, Entwurf und Produktion. Die Teams werden durch erfahrene Coachs betreut. Ein einmaliges Lernerlebnis wird ermöglicht. Innovationsideen aus der Industrie (z.T. auch aus Forschungsprojekten) werden gesammelt und durch den Lenkungsausschuss evaluiert. Aus ausgewählten Problemstellungen werden Aufgabenstellungen für die Teams formuliert.				
<b>151-0073-51L</b>	<b>NOCTUA ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0073-50L</i> <i>NOCTUA im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>R. Katzschmann, P. Ermanni, M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw).				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: - Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters - Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz - Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte - Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen - Systembeschreibung und -simulation - Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung - Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit - Werkstatt- und Industriekontakte - Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen - Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)				
Inhalt	Mehrere Teams mit je 4-8 Studierenden der ETH, ergänzt durch Studierende anderer Hochschulen und Universitäten, realisieren während zwei Semestern ein Produkt. Ausgehend von einer marktorientierten Problemstellung werden alle Prozesse der Produktentwicklung realitätsnah durchschritten: Marketing, Konzeption, Design, Engineering, Simulation, Entwurf und Produktion. Die Teams werden durch erfahrene Coachs betreut. Ein einmaliges Lernerlebnis wird ermöglicht. Innovationsideen aus der Industrie (z.T. auch aus Forschungsprojekten) werden gesammelt und durch den Lenkungsausschuss evaluiert. Aus ausgewählten Problemstellungen werden Aufgabenstellungen für die Teams formuliert.				

### ►►► Fokus-Projekte in Manufacturing Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>151-0075-11L</b>	<b>RAPTURE ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0075-10L RAPTURE im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>M. Bambach</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw.)				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>				
<b>151-0075-21L</b>	<b>Formula Student Electric - Chassis ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0075-20L Formula Student Electric - Chassis im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw.)				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>				
<b>151-0075-31L</b>	<b>Formula Student Electric - Drivetrain ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0075-30L Formula Student Electric - Drivetrain im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw.)				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>				

### ▶▶▶ Fokus-Projekte in Energy, Flows and Processes

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>151-0076-11L</b>	<b>αCentauri ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0076-10L α Centauri im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw.)				
Lernziel	Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>				
<b>151-0076-21L</b>	<b>CELLSIUS Project H2 ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0076-20L CELLSIUS Project H2 im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>C. Onder</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw.)				

Lernziel	<p>Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>
----------	--

### ▶▶▶ Fokus-Projekte in Design, Mechanics and Materials

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0079-11L	<b>AssistiveBot ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0079-10L</i> <i>AssistiveBot im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>M. Meboldt</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw).				
Lernziel	<p>Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>				
151-0079-31L	<b>Swissloop ■</b> <i>Voraussetzung: Besuch der Lerneinheit 151-0079-30L</i> <i>Swissloop im HS23.</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>15A</b>	<b>D. Kochmann</b>
Kurzbeschreibung	Im Team ein Produkt von A-Z entwickeln und realisieren! Anwenden und Vertiefen des bestehenden Wissens, Arbeiten in Teams, Selbständigkeit, Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Systembeschreibung und -simulation, Präsentation und Dokumentation, Realisationsfähigkeit, Werkstatt- und Industriekontakte, Anwendung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink usw).				
Lernziel	<p>Die vielfältigen Lernziele dieses Fokus-Projektes sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synthetisieren und Vertiefen des theoretischen Wissens aus den Grundlagenfächern des 1.-4. Semesters</li> <li>- Teamorganisation, Arbeiten in Teams, Steigerung der sozialen Kompetenz</li> <li>- Selbständigkeit, Initiative, selbständiges Lernen neuer Themeninhalte</li> <li>- Problemstrukturierung, Lösungsfindung in unscharfen Problemstellungen, Suchen von Informationen</li> <li>- Systembeschreibung und -simulation</li> <li>- Präsentationstechnik, Dokumentationserstellung</li> <li>- Entscheidungsfähigkeit, Realisationsfähigkeit</li> <li>- Werkstatt- und Industriekontakte</li> <li>- Erweiterung und Vertiefung von Sachwissen</li> <li>- Beherrschung modernster Ingenieur-Werkzeuge (Matlab, Simulink, CAD, CAE, PDM)</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ▶▶▶ Wählbare Fächer Fokus-Projekte

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0079-99L	<b>Vacuum Transport Seminar: Insights into Hyperloop Research</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>D. Kochmann</b>
Kurzbeschreibung	Das Vakuum Transport Seminar geht in die nächste Runde nach den erfolgreichen Ausgaben seit dem Frühjahrssemester 2020. Es wird online über Zoom abgehalten und ebenfalls an anderen europäischen Universitäten angeboten. Das Seminar ist von Swissloop und der EuroTube Foundation gegründet und ausgetragen und wird gepartnert von anderen europäischen Instituten.				

Lernziel	Studierende präsentieren ihre Arbeiten zur der Hyperloop Forschung. Darüber hinaus werden Industrieexperten zu Gastgesprächen eingeladen. Das Seminar steht allen Studierenden offen und kann ohne Anmeldung zu jedem Termine besucht werden.		
	Hintergrund des Seminars: Swissloop, das Hyperloop-Team der ETH Zürich, verfolgt eine langfristige Unterstützung für Forschung und Ausbildung im Vakuumtransport. Neben dem aktiven Team, das jedes Jahr einen Hyperloop-Pod konstruiert und baut, werden in Zusammenarbeit mit EuroTube verschiedene Forschungsprojekte an der ETH durchgeführt. Die EuroTube Foundation beschleunigt die Entwicklung nachhaltiger Vakuumtransporttechnologien, um öffentlich zugängliche Forschungs- und Testinfrastrukturen für Universitäten und Industrie bereitzustellen.		
	Über Vakuum Transport: Die Nachfrage nach Transport per Luftverkehr hat sich in den letzten 20 Jahren mehr als verdoppelt und wächst jährlich mit rund 6,5%. Die weltweite Nachfrage nach Fracht- und Personenbeförderung kann heute kaum noch gedeckt werden – geschweige denn nachhaltig. Der Vakuumtransport kann Kurz- bis Mittelstreckenflüge ersetzen und den CO2-Ausstoss erheblich reduzieren. Der Markt für Hochgeschwindigkeitstransporte ist ein globaler Megatrend, der unser Leben in den kommenden Jahren beeinflussen wird.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>151-0662-00L</b>	<b>Programming for Robotics - Introduction to ROS</b> <i>This course targets senior Bachelor students as well as Master students focusing on Robotics, Systems, and Control. Priority is given to people conducting a project work in the field.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Hutter</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to the Robot Operating System (ROS) including many of the available tools that are commonly used in robotics. With the help of different examples, the course should provide a good starting point for students to work with robots. They learn how to create software including simulation, to interface sensors and actuators, and to integrate control algorithms.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ROS Basics: Navigating in Linux and ROS, package creation and compilation</li> <li>- ROS Basics: Publisher and subscriber, services, actions</li> <li>- Hardware interfaces, static and dynamic transforms</li> <li>- Introduction to GAZEBO simulator, AR tag recognition</li> <li>- (optional) Localization &amp; mapping</li> <li>- (optional) Navigation, ROS control</li> <li>- Good practice in programming</li> </ul>				
Inhalt	This course consists of a guided tutorial and independent exercises with different robots (i.e. mobile robot, industrial robot arm,...). You learn how to setup such a system from scratch using ROS, how to interface the individual sensors and actuators, and finally how to implement first closed loop control systems.				
Skript	slides, homepage ( <a href="http://www.rsl.ethz.ch/education-students/lectures/ros.html">http://www.rsl.ethz.ch/education-students/lectures/ros.html</a> )				
Literatur	slides, homepage ( <a href="http://www.rsl.ethz.ch/education-students/lectures/ros.html">http://www.rsl.ethz.ch/education-students/lectures/ros.html</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	C++ programming basics, Linux Basics. Students need to bring their own laptop to the lecture. Instructions how to prepare the laptop are provided on the lecture homepage one week prior to the start of the course.				

## ►► Fokus-Vertiefung

### ►►► Energy, Flows and Processes

*Fokus-Koordinator: Prof. Christoph Müller*

*Für die erforderlichen 20 KP der Fokus-Vertiefung Energy, Flows and Processes müssen mindestens 2 Kernfächer (W+) (HS/FS) und mindestens 2 der Wahlfächer (HS/FS) gemäss der Präsentation der Fokus-Vertiefung Energy, Flows and Processes (siehe [https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/department-dam/studium/bachelor/documents/EFP\\_Focus.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/department-dam/studium/bachelor/documents/EFP_Focus.pdf)) gewählt werden. Ein Kurs kann frei aus den vom D-MAVT angebotenen Fächern (151-...) in den Studiengängen Bachelor und Master ausgewählt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				



Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0208-00L</b>	<b>Computational Methods for Flow, Heat and Mass Transfer Problems</b>	<b>W+</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. W. Meyer-Masseti</b>
Kurzbeschreibung	Es werden numerische Methoden zur Lösung von Problemen der Fluidodynamik, Energie- & Verfahrenstechnik dargestellt und anhand von analytischen & numerischen Beispielen illustriert. Die Lehrveranstaltung wird im flipped classroom Format durchgeführt.				
Lernziel	Kenntnisse und praktische Erfahrung mit der Anwendung von Diskretisierungs- und Lösungsverfahren für Problem der Fluidodynamik und der Energie- und Verfahrenstechnik				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einleitung mit Anwendungen, Schritte zur numerischen Lösung</li> <li>- Klassifizierung partieller Differentialgleichungen, Beispiele aus Anwendungen</li> <li>- Finite Differenzen</li> <li>- Finite Volumen</li> <li>- Methoden der gewichteten Residuen, Spektralmethoden, finite Elemente</li> <li>- Randelementmethode</li> <li>- Stabilitätsanalyse, Konsistenz, Konvergenz</li> <li>- Numerische Lösungsverfahren, lineare Löser</li> </ul> Der Stoff wird mit Beispielen aus der Praxis illustriert.				
Skript	Folien und ein Skript werden ausgegeben.				
Literatur	Referenzen werden in der Vorlesung angegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen in Fluidodynamik, Thermodynamik und Programmieren (Selbst-Studium: Numerische Mathematik, Kaspar Nipp, 2010, <a href="https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377">https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377</a> )				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and biosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.				
Skript	Class notes and handouts.				
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II				
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				

Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.		
Inhalt	<p>I- INTRODUCTORY CONCEPTS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics</li> <li>2. The optical near field</li> <li>3. Reminders on light-matter interaction</li> <li>4. Reminders on optical resonators</li> </ol> <p>II- PLASMONICS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Surface plasmon polaritons</li> <li>2. Localized surface plasmons</li> <li>3. Hot carriers</li> <li>4. Thermoplasmonics</li> </ol> <p>III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mie resonances in subwavelength particles</li> <li>2. Electric versus magnetic resonances</li> <li>3. Mode engineering and directional scattering</li> <li>4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics</li> </ol> <p>IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Photonic crystals</li> <li>2. Metamaterials</li> <li>3. Topological photonics</li> <li>4. Flat optics, metasurfaces &amp; metalenses</li> </ol> <p>V- APPLICATIONS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renewable energy</li> <li>2. Biomedicine</li> <li>3. Information and Communication Technology</li> </ol>		
Skript	Class notes and handouts		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet &amp; Lalanne</li> <li>- Absorption and scattering of light by small particles - Bohren &amp; Huffman</li> <li>- Thermoplasmonics - Baffou</li> <li>- Plasmonics - Maier</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft

<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.				
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.				
Inhalt	<p>Fundamentals of Quantum Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Historical Perspective</li> <li>- Schrödinger Equation</li> <li>- Postulates of Quantum Mechanics</li> <li>- Operators</li> <li>- Harmonic Oscillator</li> <li>- Hydrogen atom</li> <li>- Multielectron Atoms</li> <li>- Crystalline Systems</li> <li>- Spectroscopy</li> <li>- Approximation Methods</li> <li>- Applications in Engineering</li> </ul>				
Skript	Class Notes and Handouts				
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II				

## ▶▶▶ Mechatronics and Robotics

Fokus-Koordinator: Prof. Robert Katzschmann

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				

<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				
Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0640-00L</b>	<b>Studies on Mechatronics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	<b>Betreuer/innen</b>
	<i>Die Professoren, die Studies on Mechatronics betreuen, sind im myStudies bei Belegung des Fachs wählbar. Für Ausnahmen bitte den Fokus Koordinator und info@mavt.ethz.ch kontaktieren. Dieser Kurs steht für Austauschstudierende nicht zur Verfügung.</i>				
Kurzbeschreibung	Overview of Mechatronics topics and study subjects. Identification of minimum 10 pertinent refereed articles or works in the literature in consultation with supervisor or instructor. After 4 weeks, submission of a 2-page proposal outlining the value, state-of-the art and study plan based on these articles. After feedback on the substance and technical writing by the instructor, project commences.				
Lernziel	The goal of this class is to familiarize the students with this fascinating but rapidly evolving engineering discipline. The students learn to find, read and critically evaluate the pertinent literature and methods through in depth studying, presenting, debating of and writing about selected topics or case studies addressing mechatronics engineering.				
Inhalt	Overview of Mechatronics topics and study subjects. Identification of minimum ten pertinent refereed articles or works in the literature in consultation with supervisor or instructor. After four weeks, submission of a 2-page proposal outlining the value, state-of-the art and study plan based on these articles. After detailed feedback on the substance and technical writing on the proposal by the instructor, project commences. Three to four weeks prior to the end of the semester, a 15 minute oral progress report (presentation) is given by the student that is critiqued by the instructor with detailed comments on substance and effectiveness of lecture and response on questions from audience. At the last day of the semester the student submits a written report that is no longer than 10-pages text following the format of a representative journal article. Throughout the semester the student attends and actively participates in the interactive class lectures given in the form of seminars and debates with active question and answer sessions inviting student and instructor participation.				
Literatur	Will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	Language: English or German - depending on the lecturer.				
<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Nelson, Q. Boehler</b>
	<i>Number of participants limited to 45.</i>				
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.				
Lernziel	An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.				
	The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.				

Inhalt	The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following: 0. Course Introduction 1. C Programming 2. Sensors 3. Data Acquisition 4. Signal Processing 5. Digital Filtering 6. Actuators 7. Computer Vision and Kinematics 8. Modeling and Control 9. Review and Outlook				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website ( <a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a> ) The students are expected to be familiar with C programming.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert		
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				
Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.				
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUALity and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.				
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356				
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.				
Inhalt	I- INTRODUCTORY CONCEPTS 1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics 2. The optical near field 3. Reminders on light-matter interaction 4. Reminders on optical resonators  II- PLASMONICS 1. Surface plasmon polaritons 2. Localized surface plasmons 3. Hot carriers 4. Thermoplasmonics  III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS 1. Mie resonances in subwavelength particles 2. Electric versus magnetic resonances 3. Mode engineering and directional scattering 4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics  IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS 1. Photonic crystals 2. Metamaterials 3. Topological photonics 4. Flat optics, metasurfaces & metalenses  V- APPLICATIONS 1. Renewable energy 2. Biomedicine 3. Information and Communication Technology				
Skript	Class notes and handouts				
Literatur	- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet & Lalanne - Absorption and scattering of light by small particles - Bohren & Huffman - Thermoplasmonics - Baffou - Plasmonics - Maier				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
<b>151-1224-00L</b>	<b>Ölhydraulik und Pneumatik</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Lodewyck</b>

Kurzbeschreibung	Vermittlung der physikalischen und technischen Grundlagen ölhdraulischer und pneumatischer Systeme und ihrer Bauelemente wie Pumpen, Motoren, Zylinder und Ventile, mit Schwergewicht auf der Servo- und Proportionaltechnik und der Regelung fluidischer Antriebe. Überblick über Anwendungsbeispielen aus dem Maschinenbau.
Lernziel	Der Student - kann die Funktionsweise eines ölhdraulischen oder pneumatischen Systems interpretieren und kann einfache Schaltungen entwerfen - kann den Aufbau und die Funktionsweise der Bauelemente erklären und kann sie nach Anforderungen dimensionieren und auswählen - kann das dynamische Verhalten eines servohydraulischen Zylinder- antriebes simulieren und kann eine optimale Zustandsregelung mit Beobachter auslegen.
Inhalt	Bedeutung der Oelhydraulik und Pneumatik, Begriffe, Anwendungsbeispiele, Repetitorium der wichtigsten strömungstechnischen Grundlagen u.a. Kompressibilität eines Fluides, Durchfluss durch Drosseln und Spalten und Reibungsverluste in Leitungen. Aufbau und Elemente hydraulischer und pneumatischer Anlagen, Funktion und Bauformen von Pumpen, Motoren und Zylinder, Druck-, Mengen-, Sperr-, Wege-, Proportional- und Servoventile, Grundsaltungen hydraulischer und pneumatischer Systeme. Dynamisches Verhalten und Zustandsregelung hydraulischer und pneumatischer Servoantriebe. Übungen Rechenübungen zur Auslegung fluidischer Antriebe Aufnahme der Kennlinien von Drosseln, Ventilen und Pumpen Aufbau eines pneumatisch gesteuerten Antriebes Simulation und experimentelle Untersuchung eines zustandsgeregelten servohydraulischen Zylinderantriebes.
Skript	Autographie Oelhydraulik Manuskript Zustandsregelung eines Servohydraulischen Zylinderantriebes Manuskript Elemente einer Druckluftversorgung Manuskript Modellierung eines Servopneumatischen Zylinderantriebes

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexitiy. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vj. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: - Advanced Machine Learning - Deep Learning - Probabilistic Artificial Intelligence - Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
Kurzbeschreibung	This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.				

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to variable speed motor drive systems consisting of: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electromechanical unit</li> <li>- Power electronic unit</li> <li>- Control unit</li> <li>- Measurement unit</li> </ul> </li> <li>2. Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cascaded control</li> <li>- U/f control</li> <li>- Slip control</li> <li>- Field-oriented control</li> </ul> </li> <li>3. Dynamic operation of electric machines <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamic modeling of electromechanical system</li> <li>- Controller types and design</li> <li>- Current/torque control</li> <li>- Speed control (Voltage control / Flux weakening)</li> </ul> </li> <li>4. Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltage source inverter systems</li> <li>- Basic operation and pulse width modulation</li> </ul> </li> <li>5. Basic design principles of variable speed motor drives systems</li> </ol>
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines

## ▶▶▶ Mikrosysteme und Nanotechnologie

Fokus-Koordinator: Prof. Christofer Hierold

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0643-00L</b>	<b>Studies on Micro and Nano Systems</b> <i>Dieser Kurs steht für Austauschstudierende nicht zur Verfügung.</i>	<b>W+</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	<b>Betreuer/innen</b>
Kurzbeschreibung	The students get familiarized with the challenges of the fascinating and interdisciplinary field of Micro- and Nanosystems. They are introduced to the basics of independent non-experimental scientific research and are able to summarize and to present the results efficiently.				
Lernziel	The students get familiarized with the challenges of the fascinating and interdisciplinary field of Micro- and Nanosystems. They are introduced to the basics of independent non-experimental scientific research and are able to summarize and to present the results efficiently.				
Inhalt	Students work independently on a study of selected topics in the field of Micro- and Nanosystems. They start with a selection of scientific papers, and continue with an independent literature research. The results (e.g. state-of-the-art, methods) are evaluated with respect to predefined criteria. Then the results are presented in an oral presentation and summarized in a report, which takes the discussion of the presentation into account.				
Literatur	Literature will be provided				
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	<p>During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.</p> <p>Transducer fundamentals and test structures  Pressure sensors and accelerometers  Resonators and gyroscopes  RF MEMS  Acoustic transducers and energy harvesters  Thermal transducers and energy harvesters  Optical and magnetic transducers  Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS  Nanosystem concepts  Basic electronic circuits for sensors and microsystems</p>				
Skript	Handouts (on-line)				
<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				
Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				

Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.				
Skript	Class notes and handouts.				
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II				
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.				
Inhalt	I- INTRODUCTORY CONCEPTS 1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics 2. The optical near field 3. Reminders on light-matter interaction 4. Reminders on optical resonators  II- PLASMONICS 1. Surface plasmon polaritons 2. Localized surface plasmons 3. Hot carriers 4. Thermoplasmonics  III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS 1. Mie resonances in subwavelength particles 2. Electric versus magnetic resonances 3. Mode engineering and directional scattering 4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics  IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS 1. Photonic crystals 2. Metamaterials 3. Topological photonics 4. Flat optics, metasurfaces & metalenses  V- APPLICATIONS 1. Renewable energy 2. Biomedicine 3. Information and Communication Technology				
Skript	Class notes and handouts				
Literatur	- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet & Lalanne - Absorption and scattering of light by small particles - Bohren & Huffman - Thermoplasmonics - Baffou - Plasmonics - Maier				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>

Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"

Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics <ul style="list-style-type: none"> <li>- Historical Perspective</li> <li>- Schrödinger Equation</li> <li>- Postulates of Quantum Mechanics</li> <li>- Operators</li> <li>- Harmonic Oscillator</li> <li>- Hydrogen atom</li> <li>- Multielectron Atoms</li> <li>- Crystalline Systems</li> <li>- Spectroscopy</li> <li>- Approximation Methods</li> <li>- Applications in Engineering</li> </ul>
Skript	Class Notes and Handouts
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II

<b>151-0135-00L</b>	<b>Ergänzendes Projekt für die Fokus-Vertiefung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2A</b>	Professor/innen
	<i>Nur für D-MAVT Bachelor-Studierende der Fokusvertiefung. Für die Belegung der Lerneinheit kontaktieren Sie bitte die D-MAVT Studienadministration.</i>				
Kurzbeschreibung	Selbständige Einarbeitung in ein umgrenztes Teilgebiet der gewählten Fokus-Vertiefung				
Lernziel	Selbständige Einarbeitung in ein umgrenztes Teilgebiet der gewählten Fokus-Vertiefung				

### ▶▶▶ Engineering for Health

Fokus-Koordinator: Prof. Bradley Nelson

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensors: algebra, linear operators</li> <li>2. Tensors: calculus</li> <li>3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition</li> <li>4. Kinematics: strain</li> <li>5. Kinematics: rates</li> <li>6. Global Balance: mass, momentum</li> <li>7. Stress: Cauchy's theorem</li> <li>8. Stress: alternative measures</li> <li>9. Invariance: observer</li> <li>10. Material Response: elasticity</li> </ol>				
Skript	None.				
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).				
<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control.</li> <li>2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges.</li> <li>3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests.</li> <li>4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications.</li> <li>5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis.</li> <li>6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.</li> </ol>				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>151-0629-00L</b>	<b>Studies on Engineering for Health ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Betreuer/innen
	<i>The student is responsible to find a project offered and supervised by ETH Professor in the area of Engineering for Health. Once received the approval of the ETH professor the student should forward the approval and the</i>				



content of the project to the Student Administration  
 info@mavt.ethz.ch for the enrolment.  
 This course is not available to incoming exchange  
 students.

Kurzbeschreibung	Overview of Engineering for Health topics. Identification of minimum 10 pertinent refereed articles or works in the literature in consultation with supervisor or instructor. After 4 weeks, submission of a 2-page proposal outlining the value, state-of-the art and study plan based on these articles. After feedback on the substance and technical writing by the instructor, project commences.
Lernziel	The students are familiar with the challenges of the fascinating and interdisciplinary field of Engineering for Health. They are introduced in the basics of independent non-experimental scientific research and are able to summarize and to present the results efficiently.
Inhalt	The students work independently on a study of selected topics in the field of Studies on Engineering for Health. They start with a selection of scientific papers to continue literature research. The results (e.g. state-of-the-art, methods) are evaluated with respect to predefined criteria. Then the results are presented in an oral presentation and summarized in a report, which takes the discussion of the presentation into account.
Literatur	Will be available.

<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				

<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Nelson, Q. Boehler</b>
	<i>Number of participants limited to 45.</i>				
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>				

Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.
------------------	---

Lernziel	An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.
----------	--

Inhalt	The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.
--------	---

Inhalt	The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following: 0. Course Introduction 1. C Programming 2. Sensors 3. Data Acquisition 4. Signal Processing 5. Digital Filtering 6. Actuators 7. Computer Vision and Kinematics 8. Modeling and Control 9. Review and Outlook
--------	---

Voraussetzungen / Besonderes	The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website ( <a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a> ) The students are expected to be familiar with C programming.
---------------------------------	---

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.				
Skript	Class notes and handouts.				
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II				

<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				

Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>151-8102-00L</b>	<b>Research Beyond the Lab: Open Science and Research Methods for a Global Engineer</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Tilley, L. Schöbitz</b>
Kurzbeschreibung	From the proverbial 'field' to the heart of Zurich, engineering research is guided by the same fundamental principles. With the goal to improve the human condition with technology, we designed this course to teach learners how to conduct a research project out of the lab, and apply open science principles to their data analysis projects.				
Lernziel	By the end of the course, learners will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• articulate a foundational understanding of 'research'</li> <li>• identify and implement an appropriate research paradigm for a given study</li> <li>• identify the importance of, and challenges related to research ethics</li> <li>• create a SMART research question</li> <li>• articulate appropriate research aims and objectives for specific questions</li> <li>• create survey questions using a variety of question types and understand the limitations and uses for each type of survey question</li> <li>• apply 12 principles for data organisation in spreadsheets in the layout of a collected dataset</li> <li>• clone a repository from GitHub into the Posit Cloud and can use the RStudio IDE to commit and push changes to GitHub</li> <li>• create a repository on GitHub and start a new R Project using the RStudio IDE on Posit Cloud</li> <li>• can use three different ways of getting support in solving coding problems online</li> <li>• can apply 10 functions from the dplyr R Package to generate a subset of data for use in a table or plot</li> <li>• use GitHub to publish their Course project report as a website</li> <li>• can use exported references from Zotero in Better BibTex Format to generate an automated reference list</li> <li>• cross-reference figures and tables within an R Markdown file</li> </ul>				
Inhalt	Over the course of the semester, students will develop a research project and learn the necessary qualitative and quantitative methods required to collect data from people. We will use tidyverse R packages to work with data, and git and GitHub as tools for version control and collaboration. By the end of the course, students will have a complete overview of how a typical field-based research project is designed, implemented and communicated.				
	Content will be delivered through lectures and tutorials. The success of the course will depend on the student's own willingness to engage with local challenges, stakeholders, citizens and agencies in order to develop a comprehensive body of work that answers a relevant, local problem.				
	Topics covered include: <ul style="list-style-type: none"> <li>- The data science life-cycle</li> <li>- Data organization in spreadsheets</li> <li>- Exploratory data analysis using visualization</li> <li>- Concept of tidy data and data tidying</li> <li>- Data transformation and descriptive statistics</li> <li>- Data communication using the Quarto open-source scientific and technical publishing system</li> <li>- Theory and foundations of field-based research</li> <li>- Research Design and implications for analysis</li> </ul>				
Skript	Distributed during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course does not have any specific prerequisites. No prior experience of working with a programming language is required, nor do we expect statistical knowledge beyond basic summary statistics taught in high school environments.				
	Note on accessibility: Although there are 2 weeks of data collection outside of the classroom, we do not want this, or any other component of the hybrid-style course to be a barrier to anyone who is interested in enrolling. If you have a specific concern about your ability to participate, please contact us, so we can discuss strategies to ensure that you are included.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
<b>102-0838-00L</b>	<b>Water Supply, Sanitation and Waste Infrastructure and Services in Developing Countries</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Strande</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to water supply, excreta, wastewater and solid waste management in developing countries. Highlights links between infrastructure, services and health, resource conservation and environmental protection. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas.				
Lernziel	Students receive an introduction to issues of water supply, excreta, waste water and solid waste management in developing countries. They understand the connections between water, wastewater and waste management, health, resource conservation and environmental protection. Besides, they learn how water supply, wastewater and solid waste infrastructure and services can be combined and improved, in order to achieve the development policy goals in terms of disease prevention, resource conservation, and environmental protection.				
Inhalt	Overview of the global health situation, water supply, and liquid and solid waste management situation in developing countries. Technical and scientific fundamentals of water supply, sanitation and solid waste management. Material flows in water supply, sanitation and waste management. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas. Exercises: students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management.				
Skript	Course notes and further reading will be made available on the ETHZ Moodle portal.				
Literatur	The selected literature references will be made available on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management. The case study work will be marked (1/3 of final grade). Written Semesterendprüfung of 90 min (counts for 2/3 of final grade)				
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				

Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUES: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on Quality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.
Skript	Stored on Moodle.
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.

<b>376-0210-00L</b>	<b>Biomechanics</b> <i>Primär für Gesundheitswissenschaften und Technologie Studierende ausgelegt.</i>  <i>Die Biomechanics Vorlesung ist nicht für Studierende geeignet, welche bereits die Vorlesung "Physical Human-Robot Interaction"(376-1504-00L) besucht haben, da sie ähnliche Themen abdeckt.</i>  <i>Matlab Kenntnisse sind vorteilhaft -&gt; online Tutorial <a href="http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/">http://www.imrtweb.ethz.ch/matlab/</a></i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Riener, R. Gassert, N. Gerig, O. Lamercy</b>
Kurzbeschreibung	Development of mechatronic systems (i.e. mechanics, electronics, computer science and system integration) with inspiration from biology and application in the living (human) organism.				
Lernziel	The objective of this course is to give an introduction to the fundamentals of biomechanics, through lectures on the underlying theoretical/mechatronics aspects and application fields. In the exercises, these concepts will be intensified and trained on the basis of specific examples. The course will guide students through the design and evaluation process of such systems, and highlight a number of applications.				
Inhalt	By the end of this course, you should understand the critical elements of biomechanics and their interaction with biological systems, both in terms of engineering metrics and human factors. You will be able to apply the learned methods and principles to the design, improvement and evaluation of safe and efficient biomechanics systems. The course will cover the interdisciplinary elements of biomechanics, ranging from human factors to sensor and actuator technologies, real-time signal processing, system kinematics and dynamics, modeling and simulation, controls and graphical rendering as well as safety/ethical aspects, and provide an overview of the diverse applications of biomechanics technology.				
Skript	Slides will be distributed through moodle before the lectures.				
Literatur	Brooker, G. (2012). Introduction to Biomechanics. SciTech Publishing. Riener, R., Harders, M. (2012) Virtual Reality in Medicine. Springer, London.				
Voraussetzungen / Besonderes	None				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ►►► Management, Technology and Economics

Fokus-Koordinator: Prof. Bart Clarysse D-MTEC und Swantje Pless D-MTEC

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0302-00L</b>	<b>Human Resource Management: Leading Teams</b>	<b>W+</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Grote</b>
Kurzbeschreibung	The basic processes of human resource management are discussed (selection, reward systems, performance evaluation, career development) and embedded in the broader context of leadership in teams. Leadership concepts and group processes are presented. Practical instruments supporting leadership functions are introduced and applied in business settings through student projects.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understand basic HRM functions and their relationship to leadership</li> <li>Know instruments for selection, performance appraisal, compensation, and development</li> <li>Understand leadership requirements and success factors in leadership</li> <li>Know fundamental processes in teams</li> <li>Apply and expand theoretical knowledge on a specific topic in self-guided learning</li> <li>Manage team processes and diversity</li> </ul>				

Inhalt	<p>Human Resource Management (HRM) concerns the policies, practices, and systems that influence employees' behavior, attitudes, and performance. HRM aims at applying human resources within organizations such that people succeed and organizational performance improves. HRM is of high strategic relevance as evidenced by strong links between good HRM practices and business outcomes.</p> <p>In the course, concepts and instruments for employee selection, performance management, and personnel development are presented. Some instruments are also practically applied in small groups. Fundamentals of effective leadership and dynamics in teams are discussed, in particular in view of the increasing demands for balancing stability and flexibility in fast-changing organizations.</p> <p>The course is taught from the perspective of team members' and team leaders' role in HRM, not from the perspective of HR managers. Thereby, students can directly relate their own experience to the HRM practices discussed. This applies to prior work experience, but also to any other teamwork experience, be it as a student or in a private role, for instance in sports clubs. Selecting the right team members, discussing and improving individual and team performance, managing task and relational conflicts, and sharing and building on each other's knowledge to solve problems are ubiquitous challenges that the course addresses.</p> <p>As part of the course, students also apply HRM instruments in company contexts in a group semester project. Topics for these projects are determined prior to the course and in the past have concerned leadership assessment, performance-based pay, and working in virtual teams. Students are provided with background literature and specific tools to conduct the project and are accompanied by a project advisor who provides additional support.</p>		
Skript	There is no script.		
Literatur	A reading list and the respective documents are provided via moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>363-0302-02L</b>	<b>Human Resource Management: Leading Teams (Additional Cases)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Nur für Maschineningenieurwissenschaften BSc Fokus MTEC</i>	<b>W+</b>	<b>1 KP</b>	<b>2A</b>	<b>G. Grote</b>
Kurzbeschreibung	Students write a term paper based on a literature review in an HRM-related topic of their choice (e.g., employee selection, performance management, leadership, group dynamics).				
Lernziel	Students work through an HRM-related topic on their own and develop practical and research ideas around that topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture 363-0302-00L Human Resource Management: Leading Teams needs to be taken in order to participate in this module				
<b>351-0578-00L</b>	<b>Einführung in die Wirtschaftspolitik</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	
Kurzbeschreibung	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.				
Lernziel	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik. Grundsätzliches Verständnis von wirtschaftspolitischen Mechanismen.				
Inhalt	<p>Wirtschaftspolitik ist die Gesamtheit aller Massnahmen von staatlichen Institutionen mit denen das Wirtschaftsgeschehen geregelt und gestaltet wird. Die Vorlesung bietet einen ersten Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.</p> <p>Gliederung der Vorlesung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Wohlfahrtsökonomische Grundlagen: Wohlfahrtsfunktion, Pareto-Optimalität, Wirtschaftspolitik als Mittel-Zweck-Analyse u.a.</li> <li>2.) Wirtschaftsordnungen: Geplante und ungeplante Ordnung</li> <li>3.) Wettbewerb und Effizienz: Hauptsätze der Wohlfahrtsökonomik, Effizienz von Wettbewerbsmärkten</li> <li>4.) Wettbewerbspolitik: Sicherstellung einer wettbewerblichen Ordnung</li> </ol> <p>Gründe für Marktversagen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.) Externe Effekte</li> <li>6.) Öffentliche Güter</li> <li>7.) Natürliche Monopole</li> <li>8.) Informationsasymmetrien</li> <li>9.) Anpassungskosten</li> <li>10.) Irrationalität</li> </ol> <p>11.) Wirtschaftspolitik und Politische Ökonomie</p> <p>Die Vorlesung beinhaltet Anwendungsbeispiele und Exkurse, um eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis der Wirtschaftspolitik herzustellen. Z. B. Verteilungseffekte von wirtschaftspolitischen Massnahmen, Kartellpolitik am Ölmarkt, Internalisierung externer Effekte durch Emissionshandel, moralisches Risiko am Finanzmarkt, Nudging, zeitinkonsistente Präferenzen im Bereich der Gesundheitspolitik</p>				
Skript	Ja (in Form von Vorlesungsslides).				
<b>363-0764-00L</b>	<b>Project Management</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. G. C. Marxt</b>

Kurzbeschreibung	The course gives a detailed introduction into various aspects of classic and agile project management. Established concepts and methods for initiating, planning and executing projects are introduced and major challenges discussed. Additionally the course covers different agile and hybrid project management concepts.		
Lernziel	Projects are not only the base of work in modern enterprises but also the primary type of cooperation with customers. Students of ETH will often work in or manage projects in the course of their career. Good project management knowledge is not only a guarantee for individual but also for company wide success.  The goal of this course is to give a detailed introduction into project management, more specific participants - will understand the basics of successful classic and agile project management - are able to apply the concepts and methods of project management in their day to day work - are able to identify different project management practices and are able to suggest improvements - will contribute to projects in your organization in a positive way - will be able to plan and execute projects successfully.		
Inhalt	The competitiveness of companies is driven by the development of a concise strategy and its successful implementation. Especially strategy execution poses several challenges to senior management: clear communication of goals, ongoing follow up of activities, a sound monitoring and control system. All these aspect are covered by successfully implementing and applying program and project management. As an introductory course we will focus mainly on project management. In the last decade project management has become an important discipline in management and several internationally recognized project management methods can be found: PMBOK, IPMA ICB, PRINCE 2, etc. These frameworks have proven to be very useful in day-to-day work. Unfortunately the environment companies are working in has changed parallel to the rise of PM as a discipline. Incremental but even more important fundamental changes happen more often and much faster than a decade ago. Experience has shown that the classic PM approaches lack the inherent dynamics to cope with these challenges. So overtime new methods have surfaced, such as SCRUM. These methods are called Agile Project Management methods and follow a dynamic model of reality, called complex adaptive systems perspective. This course will cover both classic and agile project management topics. The first part of the semester will lay the basics by discussing the classic way of planning, organizing and executing a project based on its life cycle. Topics covered include: drafting project proposals, stake holder analysis, different aspects of project planning, project organization, project risk management, project execution, project control, leadership in projects incl. conflict mitigation strategies, termination and documentation. In the second part basic conceptual topics for agile project management such as the agile manifesto, SCRUM, Lean, Kanban, XP, rapid results are covered. The course tries to tap into pre-existing knowledge of the participants using a very interactive approach including in-class discussion, short exercises and case studies.		
Skript	No The lecture slides and other additional material (papers, book chapters, case studies, etc.) will be available for download from Moodle before each class.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert geprüft

<b>363-1038-00L</b>	<b>Sustainability Start-Up Seminar</b> <i>Number of participants limited to 30.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. H. Sägesser</b>
Kurzbeschreibung	Participants are lead through a venturing process inspired by Lean and Design Thinking and social innovation methodologies. The course contains problem identification, idea generation and evaluation, team formation, and the development of one entrepreneurial idea per team. Starting points for entrepreneurial ideas are the climate crisis and biodiversity loss.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students have experienced and know how to take the first steps towards co-creating a venture and potentially company</li> <li>2. Students reflect deeply on sustainability issues (with a focus on climate change &amp; biodiversity) and can formulate a problem statement</li> <li>3. Students believe in their ability to bring change to the world with their own ideas</li> <li>4. Students are able to apply entrepreneurial practices such as e.g. the lean startup approach</li> <li>5. Students have built a first network and know how to proceed and who to approach in case they would like to take their ventures further.</li> </ol>				

**Inhalt** This course is aimed at people with a keen interest to address sustainability issues (with a focus on climate crisis and biodiversity loss) in collaborative and co-creative ways, with a curious mindset, and potentially first ideas for entrepreneurial action!

The seminar consists of a mix of lectures, workshops, individual working sessions, teamwork, and student presentations/pitches. This class is taught by a reflective practitioner of entrepreneurial action for societal transformation. Real-world climate entrepreneurs and experts from the Swiss start-up and sustainability community will be invited to support individual sessions.

All course content is based on latest international entrepreneurship practices and contains continuous processes of self- and world making.

The seminar starts with an introduction to sustainability (with a special focus on climate change & biodiversity), social innovation and entrepreneurship. Students are asked to self-select into an area of their interest in which they will develop entrepreneurial ideas throughout the course.

The first part of the course then focuses on deeply understanding sustainability problems within the area of interest. Through workshops and self-study, students will identify key design challenges, generate ideas, as well as provide systematic and constructive feedback to their peers.

In the second part of the course, students will form teams around their generated ideas. In these teams they will develop a business model and, following the lean start-up process, conduct real-life testing, as well as pivoting of these business models.

In the final part of the course, students present their insights gained from the lean start-up process, as well as pitch their entrepreneurial ideas and business models to an expert jury. The course will conclude with a session that provides students with a network and resources to further pursue their entrepreneurial journey.

**Skript** All material used will be made available to the participants via moodle.

**Literatur** No pre-reading required.

**Voraussetzungen / Besonderes** Prerequisite: Interest in sustainability, entrepreneurship, collaboration and readiness to open up, share and reflect deeply.

**Notes:**

1. It is not required that participants already have an idea for entrepreneurial action at the beginning of the course.
2. Focus is on entrepreneurial action which can take many forms. Eg. startup, SME, campaign, intrapreneurial action, non-profit, ...
2. No legal entities (e.g. GmbH, Association, AG) need to be founded for this course.

**Target participants:**

PhD students, Msc students and MAS students from all departments. The number of participants is limited to max.24.

**Waiting list:**

After subscribing you will be added to the waiting list.

The lecturer will contact you a few weeks before the start of the seminar to confirm your interest and to ensure a good mixture of study backgrounds, only then you're accepted to the course.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**►►► Design, Mechanics and Manufacturing**

*Fokus-Koordinator: Prof. Dennis Kochmann*

*Für die erforderlichen 20 KPs der Fokus-Vertiefung Design, Mechanics and Manufacturing sind alle aufgeführten Fächer frei wählbar. Falls Sie einen Kurs auf Masterlevel besuchen möchten, müssen Sie dafür das Einverständnis des zuständigen Dozenten einholen. Nach Genehmigung durch die Fokus-Koordinatorin kann ein zusätzlicher Kurs zu den aufgeführten Kursen beantragt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0306-00L	Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I	W	4 KP	4G	A. Kunz
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				

Lernziel	<p>Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien.</p> <p>Studierende sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>
Inhalt	<p>Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.</p> <p>Lehrmodule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe</li> <li>- Einordnung der VR in Geschäftsprozesse</li> <li>- Die Erzeugung virtueller Welten</li> <li>- Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität</li> <li>- Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten</li> </ul>
Skript	<p>Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF</p> <p>Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams</p>

151-0314-00L	Informationstechnologien im digitalen Produkt	W	4 KP	3G	E. Zwicker, R. Montau
Kurzbeschreibung	<p>Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen</p>				
Lernziel	<p>Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Produkt Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.</p>				
Inhalt	<p>Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx--Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.</p> <p>Lehrmodule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM)</li> <li>- Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung)</li> <li>- Objektmanagement</li> <li>- Objektklassifikation</li> <li>- Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen</li> <li>- CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR</li> <li>- Workflow &amp; Change Management</li> <li>- Schnittstellen im Digitalen Produkt</li> <li>- Enterprise Application Integration (EAI)</li> </ul>				
Skript	<p>Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.</p>				
Literatur	<p>Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich)</li> <li>- Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang</p> <p>Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung: - Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5) - Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

---

<b>151-0324-00L</b>	<b>GL zum Bemessen von Kunststoffbauteilen</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. P. Terrasi</b>
Kurzbeschreibung	Unverstärkte und faserverstärkte Kunststoffe (FVWS) für tragende Anwendungen. Bemessungsansätze für unverstärkte Kunststoffe unter ruhender, kombinierter und schwingender Belastung. Stabilität und Bruchmechanik. Processing. Zusammensetzung von FVWS. Eigenschaften von Faser- und Matrixwerkstoffen. Verarbeitung und Bemessung von FVWS: Kontinuums- und Netztheorie, Stabilität und Langzeitverhalten.				
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen bezüglich Ingenieurbemessung mit unverstärkten und faserverstärkten Kunststoffen (FVWS) für tragende Anwendungen. Parallel zu der Präsentation der Grundlagen werden viele praktische Anwendungen behandelt.				



Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Retrospective view</li> <li>1.2 State-of-the-art</li> <li>1.3 Prospects for the future</li> <li>1.4 References</li> </ul> </li>   <li>2. Engineering design with neat polymers and with random-oriented fibre reinforced polymers <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Scope of applications</li> <li>2.2 Static loading <ul style="list-style-type: none"> <li>2.21 Tensile- and compressive loading</li> <li>2.22 Flexural loading</li> <li>2.23 Combined loading</li> <li>2.24 Buckling</li> </ul> </li> <li>2.3 Fatigue</li> <li>2.4 Brittle failure</li> <li>2.5 Variable loading</li> <li>2.6 Thermal stresses</li> <li>2.7 To be subjected to aggressive chemicals</li> <li>2.8 Processing of neat polymers</li> <li>2.9 References</li> </ul> </li>   <li>3. Composition and manufacturing techniques for fibre reinforced polymers <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introduction</li> <li>3.2 Materials <ul style="list-style-type: none"> <li>3.21 Matrices</li> <li>3.22 Fibres</li> </ul> </li> <li>3.3 Manufacturing techniques <ul style="list-style-type: none"> <li>3.31 Hand lay-up moulding</li> <li>3.32 Directed fibre spray-up moulding</li> <li>3.33 Low pressure compression moulding</li> <li>3.34 High pressure compression moulding</li> <li>3.35 Pultrusion</li> <li>3.36 Centrifugal casting</li> <li>3.37 Filament winding</li> <li>3.38 Robots</li> <li>3.39 Remarks about the design of moulds</li> </ul> </li> <li>3.4 References</li> </ul> </li>   <li>4. Engineering design with high performance fibre reinforced polymers <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Introduction</li> <li>4.2 The unidirectional ply (or lamina) <ul style="list-style-type: none"> <li>4.21 Stiffness of the unidirectional ply</li> <li>4.22 Thermal properties of the unidirectional ply</li> <li>4.23 Failure criteria for the unidirectional ply</li> </ul> </li> <li>4.3 rules for the design of components made out of high performance fibre reinforced polymers</li> <li>4.4 Basics of the net theory <ul style="list-style-type: none"> <li>4.41 Assumptions and definitions</li> <li>4.42 Estimation of the fibre forces in a plies</li> </ul> </li> <li>4.5 Basics of the classical laminate theory (CLT) <ul style="list-style-type: none"> <li>4.51 Assumptions and definitions</li> <li>4.52 Elastic constants of multilayer laminate</li> <li>4.53 Strains and curvatures in a multilayer laminate due to mechanical loading</li> <li>4.54 Calculation of the stresses in the unidirectional plies due to mechanical loading</li> <li>4.55 Strains and curvatures in a multilayer laminate due to mechanical and thermal loading</li> <li>4.56 Calculation of the stresses in the unidirectional plies due to mechanical and thermal loading</li> <li>4.57 Procedure of stress analysis</li> <li>4.58 Taking account of the non-linear behaviour of the matrix</li> <li>4.59 Admissible stresses, evaluation of existing stresses</li> </ul> </li> <li>4.6 Pucks action plane fracture criteria</li> <li>4.7 Selected problems of buckling</li> <li>4.8 Selected problems of fatigue</li> <li>4.9 References</li> </ul> </li> </ul>
Skript	The script will be distributed at the beginning of the course
Literatur	The script is including a comprehensive list of references
<b>151-0332-00L</b>	<b>Interdisciplinary Product Development: Definition, Realisation and Validation of Product Concepts</b> <i>Number of participants limited to: 5 (ETHZ) + 20 (ZHdK)</i>
	<i>To apply for the course please create a pdf of 2+ Pages describing yourself and your motivation for the course as well as one or more of your former development projects. Please add minimum one picture and your CV as well, send the pdf to martin.schuetz@mavt.ethz.ch.</i>
Kurzbeschreibung	This course is offered by the Design and Technology Lab Zurich, a platform where students from the disciplines industrial design (ZHdK) and mechanical engineering (ETH) can learn, meet and perform projects together. In interdisciplinary teams the students develop a product by applying methods used in the different disciplines within the early stages of product development.

Lernziel	<p>This interdisciplinary course has the following learning objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to learn and apply methods of the early stages of product development from both fields: mechanical engineering and industrial design</li> <li>- to use iterative and prototyping-based development (different types of prototypes and test scenarios)</li> <li>- to run through a development process from product definition to final prototype and understand the mechanisms behind it</li> <li>- to experience collaboration with the other discipline and learn how to approach and deal with any appearing challenge</li> <li>- to understand and experience consequences which may result of decision taken within the development process</li> </ul>				
Inhalt	<p>At the end of the course each team should present an innovative product concept which convinces from both, the technical as well as the design perspective. The product concept should be presented as functioning prototype.</p> <p>The learning objectives will be reached with the following repeating cycle:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) input lectures The relevant theoretical basics will be taught in short lectures by different lecturers from both disciplines, mechanical engineering and industrial design. The focus is laid on methods, processes and principles of product development.</li> <li>2) team development The students work on their projects individually and apply the taught methods. At the same time, they will be coached and supported by mentors to pass through the product development process successfully.</li> <li>3) presentation Important milestones are presented and discussed during the course, thus allowing teams to learn from each other.</li> <li>4) reflection The students deepen their understanding of the new knowledge and learn from failures. This is especially important if different disciplines work together and use methods from both fields.</li> </ol>				
Skript	Hands out after input lectures				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Number of participants limited to: 5 (ETHZ) + 20 (ZHdK)</p> <p>To apply for the course please create a pdf of 2+ Pages describing yourself and your motivation for the course as well as one or more of your former development projects. Please add minimum one picture and Your CV as well, send the pdf to martin.schuetz@mavt.ethz.ch.</p>				
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	<p>An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.</p>				
Lernziel	<p>To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.</p>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensors: algebra, linear operators</li> <li>2. Tensors: calculus</li> <li>3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition</li> <li>4. Kinematics: strain</li> <li>5. Kinematics: rates</li> <li>6. Global Balance: mass, momentum</li> <li>7. Stress: Cauchy's theorem</li> <li>8. Stress: alternative measures</li> <li>9. Invariance: observer</li> <li>10. Material Response: elasticity</li> </ol>				
Skript	None.				
Literatur	<p>Recommended texts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000).</li> <li>(2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).</li> </ol>				
<b>151-0518-00L</b>	<b>Introduction to Finite Element Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Kochmann</b>
	<p><i>Note: The previous course title until FS23 "Computational Mechanics I: Intro to FEA"</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>We discuss numerical methods for solving initial boundary value problems in solid mechanics (static/dynamic elastic problems of solids and structures, thermal problems). Focus is on finite differences and on the finite element method, its theoretical foundation, the choices made when using it, its application for solving problems of engineering interest, and the interpretation of results.</p>				
Lernziel	<p>By the end of this course, students will be able to apply the computational methods of finite differences (FDs) and finite elements (FEs) to analyze and solve mechanical and thermal engineering problems with a focus on elastic solids and structures. Specifically, students will be able to (1) solve initial boundary value problems by finite differences, (2) solve mechanical boundary value problems and initial boundary value problems by finite elements, and (3) create numerical code that implements finite difference and finite element techniques.</p>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction, direct and indirect numerical methods.</li> <li>2. Finite differences, stability analysis.</li> <li>3. Variational methods.</li> <li>4. Finite element method.</li> <li>5. Structural elements (bars and beams).</li> <li>6. 2D and 3D solid elements (isoparametric and simplicial elements), numerical quadrature.</li> <li>7. Assembly, solvers, finite element technology.</li> <li>8. Dynamics, vibrations.</li> <li>9. Selected topics in finite element analysis.</li> </ol>				
Skript	Lecture notes will be provided. Students are encouraged to take their own notes during class.				
Literatur	No textbook required; relevant reference material will be suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics 1 & 2 and Dynamics.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>151-0522-00L</b>	<b>Case Studies in Computer Aided Engineering - Applied FEM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Valtorta</b>
Kurzbeschreibung	Modeling and Simulation class: application of the Finite Element Method to challenging engineering projects. Case studies selected in different engineering disciplines will be presented with the contribution of external experts from Swiss companies and research institutions. Students will apply their theoretical knowledge and use Computer Aided Engineering tools to solve real engineering tasks.				
Lernziel	The aim of the course is to introduce students to the simulation-based engineering design with CAE methods. A set of case studies demonstrating the application of CAE will be presented in different engineering fields: design of lightweight structures, strength assessment of mechanical components, dynamics and vibrations, fluid structure interaction, topology optimization and biomechanics. Class will focus on the engineering approach to analyze complex systems: idealization throughout advanced modeling techniques, state of the art simulations using FEA software as a tool, validation of simulation models and comparison with experimental methods.				
Inhalt	<p>Students will learn how to practice their theoretical knowledge and apply it to real engineering problems, use FEA software to build up complex models, critically analyze and validate results, and document them in a scientific report.</p> <p>In the first introductory part of the course, students will receive basic knowledge of modeling and simulation techniques. Simple mechanical problems will be solved using FEA software and compared to theoretical solutions for validation purposes. Several examples will be presented to introduce students to CAE, mainly focused on structural mechanics, but also giving an overview on fluid dynamics, fluid structure interaction and electromagnetics for complex Multiphysics simulations.</p> <p>In the second part of the course, a real industry case study will be presented every week, with the contribution of industry experts and guest speakers. Students will practice the engineering workflow to solve complex problems by building up simulation models, combining their theoretical knowledge with advanced FEA software tools.</p> <p>Among all case studies presented, students are requested to choose 2 different subjects and to thoroughly investigate them. The results of their work shall be summarized in a technical report and submitted for the admission to the oral examination. Results of their analyses will be presented and discussed with the examiners during the oral examination.</p>				
Skript	Lecture notes will be shared with students on Moodle throughout the semester.				
Literatur	No textbook required. Theory books will be recommended in each lecture for selected topics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge of FEA theory and practice is not mandatory, during the first half of the course students will have the possibility to familiarize with FEA software using simple examples.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kundenorientierung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			

<b>151-0534-00L</b>	<b>Advanced Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Tiso</b>
Kurzbeschreibung	Lagrangian dynamics - Principle of virtual work and virtual power - holonomic and non holonomic constraints - 3D rigid body dynamics - equilibrium - linearization - stability - vibrations - frequency response				
Lernziel	This course provides the students of mechanical engineering with fundamental analytical mechanics for the study of complex mechanical systems. We introduce the powerful techniques of principle of virtual work and virtual power to systematically write the equation of motion of arbitrary systems subjected to holonomic and non-holonomic constraints. The linearisation around equilibrium states is then presented, together with the concept of linearised stability. Linearized models allow the study of small amplitude vibrations for unforced and forced systems. For this, we introduce the concept of vibration modes and frequencies, modal superposition and modal truncation. The case of the vibration of light damped systems is discussed. The kinematics and dynamics of 3D rigid bodies is also extensively treated.				
Skript	Lecture notes are produced in class and are downloadable right after each lecture.				
Literatur	The students will prepare their own notes. A copy of the lecture notes will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics III or equivalent; Analysis I-II, or equivalent; Linear Algebra I-II, or equivalent.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				
Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
<b>151-0740-00L</b>	<b>Metal Additive Manufacturing – Fundamentals and Process Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Bambach, L. Deillon, E. Tosoratti, M. R. Tucker</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the fundamentals and process technology of additive manufacturing processes with a focus on metals. The principles and technologies of laser powder bed fusion, directed energy deposition as well as sintering processes will be introduced.				
Lernziel	The students will learn - the physics of the most important metal additive manufacturing processes including the interaction of energy sources (laser, electron beams, arc/plasma) and metals, the phenomena occurring during melting and solidification, the generation of stresses and defects - the capabilities and limits of these processes - the digital aspects of the process chains including preparation of geometries, slicing, hatching etc. including assessment of printability of a design - working principles of machines, equipment and technology - basics of sensors and process control - post processing steps and interaction with AM material - future trends in metal AM				
Inhalt	Unit 1: Introduction to the AM workflow at the example of FDM Unit 2: Overview of Metal AM processes Unit 3: Making parts from weld beads Unit 4: Heat Flow, Melt Pool Dynamics, and Heat Sources Unit 5: Residual Stress and Distortion Unit 6: Simulation of AM Processes Unit 7: Laser Powder Bed Fusion - Build Layout Unit 8: Laser Powder Bed Fusion - Process Optimization and Design of Experiments Unit 9: Cost Modeling Unit 10: Machine Architecture Unit 11: Post-processing Unit 12: Materials for Metal AM Unit 13: Powder Fabrication and Characterization Unit 14: Directed Energy Deposition Unit 15: Binder Jetting and sinter-based AM Unit 16: Lightweight Design using AM				
Skript	The lecture slides and lecture notes will be distributed via moodle.				
Literatur	A list of references be given in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werkstoffe und Fertigung or a similar course				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				

Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems. - Introduction into Nonlinear Optimization - Design of Experiments DoE - Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis - Optimization based on Meta Modeling Techniques - Shape and Topology Optimization - Robustness and Sensitivity Analysis - Fundamentals of Machine Learning - Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines - Supervised and unsupervised learning				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>151-3202-00L</b>	<b>Product Development and Engineering Design</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>K. Shea, E. Tilley</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the product development process. In a team, you will explore the early phases of conceptual development and product design, from ideation and concept generation through to hands-on prototyping. This is an opportunity to gain product development experience and improve your skills in prototyping and presenting your product ideas. The project topic changes each year.				
Lernziel	The course introduces you to the product development process and methods in engineering design for: product planning, user-centered design, creating product specifications, ideation including concept generation and selection methods, material selection methods and prototyping. Further topics include design for manufacture and design for additive manufacture. You will actively apply the process and methods learned throughout the semester in a team on a product development project including prototyping.				
Inhalt	Weekly topics accompanying the product development project include: 1 Introduction to Product Development and Engineering Design 2 Product Planning and Social-Economic-Technology (SET) Factors 3 User-Centered Design and Product Specifications 4 Concept Generation and Selection Methods 5 System Design and Embodiment Design 6 Prototyping and Prototype Planning 7 Material Selection in Engineering Design 8 Design for Manufacture and Design for Additive Manufacture				
Skript	available on Moodle				
Literatur	Ulrich, Eppinger, and Yang, Product Design and Development. 7th ed., McGraw-Hill Education, 2020.  Cagan and Vogel, Creating Breakthrough Products: Revealing the Secrets that Drive Global Innovation, 2nd Edition, Pearson Education, 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course is offered to ME (BSc and MSc) and CS (BSc and MSc) students, priority will be given to ME BSc students in the Focus Design, Mechanics, and Materials if the course is full.				
<b>327-3002-00L</b>	<b>Materials for Mechanical Engineers</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Spolenak, A. R. Studart, R. Style</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a basic foundation in materials science for mechanical engineers. Students learn how to select the right material for the application at hand. In addition, the appropriate processing-microstructure-property relationship will lead to the fundamental understanding of concepts that determine the mechanical and functional properties.				
Lernziel	At the end of the course, the student will be able to: • choose the appropriate material for mechanical engineering applications • find the optimal compromise between materials property, cost and ecological impact • understand the most important concepts that allow for the tuning of mechanical and functional properties of materials				

Inhalt	<p>Block A: Materials Selection</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of Materials Selection</li> <li>• Introduction to the Cambridge Engineering Selector</li> <li>• Cost optimization and penalty functions</li> <li>• Ecosselection</li> </ul> <p>Block B: Mechanical properties across materials classes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Young's modulus from 1 Pa to 1 TPa</li> <li>• Failure: yield strength, toughness, fracture toughness, and fracture energy</li> <li>• Strategies to toughen materials from gels to metals.</li> </ul> <p>Block C: Structural Light Weight Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminum and magnesium alloys</li> <li>• Engineering and fiber-reinforced polymers</li> </ul> <p>Block D: Structural Materials in the Body</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strength, stiffness and wear resistance</li> <li>• Processing, structure and properties of load-bearing implants</li> </ul> <p>Block E: Structural High Temperature Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superalloys and refractory metals</li> <li>• Structural high-temperature ceramics</li> </ul> <p>Block F: Materials for Sensors</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductors</li> <li>• Piezoelectrics</li> </ul> <p>Block G: Dissipative dynamics and bonding</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequency dependent materials properties (from rheology of soft materials to vibration damping in structural materials)</li> <li>• Adhesion energy and contact mechanics</li> <li>• Peeling and delamination</li> </ul> <p>Block H: Materials for 3D Printing</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposition methods and their consequences for materials (deposition by sintering, direct ink writing, fused deposition modeling, stereolithography)</li> <li>• Additive manufacturing of structural and active Materials</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalpakjian, Schmid, Werner, Werkstofftechnik</li> <li>• Ashby, Materials Selection in Mechanical Design</li> <li>• Meyers, Chawla, Mechanical Behavior of Materials</li> <li>• Rösler, Harders, Bäker, Mechanisches Verhalten der Werkstoffe</li> </ul>

## ►► 6. Semester: Ingenieur-Tools

*Die Ingenieur-Tools-Kurse sind ausschliesslich für MAVT-Bachelor-Studierende.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0055-10L	<b>Ingenieur-Tool: Planung menschlicher Arbeit</b>	<b>W</b>	<b>0.4 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. Acél</b>
	<i>Die Ingenieur-Tools-Kurse sind ausschliesslich für MAVT-Bachelor-Studierende.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs gibt eine Einführung in die Planung und Optimierung menschlicher Arbeitsprozesse in der Industrie. Dies zum Beispiel als Grundlage zur Ermittlung des Personalbedarfs. Anhand des Tools MTM wird aufgezeigt, wie Arbeitsabläufe in verschiedenen Abstraktionsebenen modelliert werden. MTM ist Benchmark für Zeiten zu Prozesselemente - Internationaler Standard. Ort: Technoparks ZH				
Lernziel	Der Teilnehmer lernt die Grundzüge der Planung und Optimierung menschlicher Arbeit. Er erkennt, dass die Lösung arbeitsorganisatorischer Probleme (z. B. Auslastung der Mitarbeitenden, Mehrstellenarbeit, Taktung) und ergonomischer Probleme (z. B. Überlastung der Mitarbeiter, Überkopfarbeit) durch die Planung mit MTM-Prozessbausteinen wesentlich vereinfacht wird.				
Inhalt	Dieses Lernziel wird anhand von Demonstrationen (WZM), Filmen und Vorlesung/Theorie aufgezeigt. Die Inhalte werden in praxisorientierten Gruppenarbeiten vertieft.				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Der Beitrag von MTM zur Lösung betrieblicher Aufgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition und Anwendung von MTM (Prozesselemente)</li> <li>- 7 Verschwendungen</li> <li>- Vergleich MTM, Uhr, Schätzen</li> <li>- Planung von Arbeitssystemen (Personalbedarf und optimierte Arbeitsabläufe)</li> </ul> </li> <li>Das MTM-Bausteinsystem und dessen Hauptmerkmale <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systemelemente</li> <li>- Informationsgehalt der MTM-Ablaufdarstellung</li> <li>- Simulationsfähigkeit</li> </ul> </li> <li>Prozessentwicklung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung von Engpass, Fluss und Takt, Layout, Standards, Komplexität, Anzahl Teile etc.</li> <li>- Ist (Analyse) - Soll (Synthese) mit CHF quantifizierbar</li> </ul> </li> <li>Nutzung von MTM über die gesamte Prozesskette <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-Phasen-Modell: Entwicklung, Planung, Betrieb in Fertigung und Montage</li> <li>- Montagegerechte Produktgestaltung in der Entwicklung, Gestaltungsansätze</li> <li>- Arbeit im Optimalbereich, Transparenz und Mitarbeitermotivation</li> <li>- Ergonomische Bewertung der Arbeitsplätze, Massstab für menschliche Leistung</li> </ul> </li> <li>MTM Systeme und Grenzen (Verdichtungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterschiede der Anwendung MTM 1, MEK, UAS</li> <li>- IT-Unterstützung: Ticon, Prokon</li> <li>- Einordnung REFA, IE, Uhr, ROM, Wertstrom, KAIZEN, KVP, 5S, Lean Management etc.</li> <li>- Weitere Anwendungen für Logistik, Admin, Spital etc.</li> </ul> </li> </ol>				

Skript	- Skript: Kopien der Folien werden an die Teilnehmenden verteilt - herunterladbare Filme aus der Praxis als Ergänzung - Zeitkarte mit 5S und den 7 Verschwendungen				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Kursteilnahme: Studenten des MAVT, MTEC u. ä.  Es handelt sich hierbei um einen praxisorientierten Kurs. Aus diesem Grund wird die vollständige Anwesenheit erwartet.				
Kompetenzen	Die Anmeldung zu diesem Kurs ist verbindlich.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0061-10L</b>	<b>Ingenieur-Tool: Wissenschaftliches Arbeiten mit LaTeX und Vektorgraphiken</b>	<b>W</b>	<b>0.4 KP</b>	<b>1K</b>	<b>O. Lamercy</b>
	<i>Die Ingenieur-Tools-Kurse sind ausschliesslich für MAVT-Bachelor-Studierende.</i>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs gibt einen Einblick in Aufbau und Erstellen von wissenschaftlichen Arbeiten und Publikationen mit Hilfe von LaTeX und Open Source Programmen zur Bildbearbeitung und Erstellung von Vektorgraphiken. LaTeX ist ein Textsatzprogramm, welches Formatierungen und Layout trennt und vor allem im wissenschaftlichen Bereich bei umfangreichen Arbeiten und Publikationen zum Einsatz kommt.				
Lernziel	Anhand konkreter Beispiele einen Einblick in das Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten (z.B. Bachelor Arbeit, Semester Arbeit, Master Arbeit) mit LaTeX und Vektorgraphiken erhalten und die wichtigsten Befehle zum Setzen komplexer Formeln, Tabellen und Graphiken erlernen.				
Inhalt	-- Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit -- Schreiben mit LaTeX (Strukturaufbau, Formatierung, Formeln, Tabellen, Grafiken, Literaturverweise, Inhaltsverzeichnis, Hyperlinks, Packages) basierend auf einem Template für Bachelor/ Semester/ Master Arbeiten -- Grafische Gestaltung und Darstellung mit Matlab und Open Source Programmen -- Einbinden von PDF Dateien (Aufgabenstellung, Datenblätter) -- Verwalten von Literaturdatenbanken				
Literatur	<a href="http://www.relab.ethz.ch/education/courses/engineering-tools-latex.html">http://www.relab.ethz.ch/education/courses/engineering-tools-latex.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Besonderes: Die Übungen werden auf dem eigenen Laptop durchgeführt (mindestens ein Laptop pro zwei Personen). Ein komplettes LaTeX Package und Inkscape müssen im Voraus installiert werden				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0069-10L</b>	<b>Engineering Tool: Design Optimization and CAD</b>	<b>W</b>	<b>0.4 KP</b>	<b>1K</b>	<b>T. Stankovic</b>
	<i>Die Ingenieur-Tools-Kurse sind ausschliesslich für MAVT-Bachelor-Studierende.</i>				
Kurzbeschreibung	Participants will learn about the Computer-Aided Engineering fundamentals and methods that are necessary for successful design of modern technical products. The focus will be placed on the simulation-driven design in the context of product development process as well as on the fundamentals of the design optimization.				
Lernziel	Basic Computer-Aided Engineering (CAE) knowledge and skills will be acquired to enable students to recognize both the advantages and the limitations of current CAE tools. Examples of how to build feature-based and parametric models for simulation-driven design automation will be given along with common pitfalls. The CAE environment will be the Siemens NX 8.5 which couples the simulation modeling (e.g. structural, thermal, flow, motion, and multiphysics) with design optimization and Feature-Based Design (FBD). After taking the course students should be able to independently create effective feature-based and parametric models to suit the requirements of simulation-driven design.				
Inhalt	1. Computer-Aided Engineering (CAE) methods and tools in context of design process (2 afternoons): * CAE in the context of the design process * Simulation-driven design * Introduction to design optimization * Features, parameterization and synchronous modeling technology * Basic design optimization examples * Introduction to Finite-Element Method (FEM) with basic examples  2. Simulation-Driven Design with application to structural design (1 afternoon): * Coupling simulation with structural design optimization and feature based-design * Simulation driven design examples (single parts and assemblies)				
Skript	Handouts in the lecture				

Literatur 1. CAD NX:  
Schmid, M. 2012: CAD mit NX: NX 8, Wilburgstetten : Schlenbach Fachverlag , ISBN: 978-3-935340-72-4  
2. CAE NX:  
Reiner, A. and Peter, B. 2010: Simulationen mit NX Kinematik, FEM, CFD und Datenmanagement Mit zahlreichen Beispielen für NX 7.5, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, eiSBN: 978-3-446-42611-5

Voraussetzungen /  
Besonderes Max. 25 participants

<b>151-0912-10L</b>	<b>Ingenieur-Tool: Patente</b> <i>Die Ingenieur-Tool-Kurse sind ausschliesslich für MAVT-Bachelor-Studierende.</i>	<b>W</b>	<b>0.4 KP</b>	<b>1K</b>	<b>F. Gross</b>
Kurzbeschreibung	Die Studentinnen und Studenten erlernen den Umgang mit Patentschriften, den wichtigsten Begriffen des Patentrechts und mit Patentdatenbanken durch praktische Übungen.				
Lernziel	Erwerb von Kenntnissen und Erfahrungen im Umgang mit Patentdokumenten und Patentdatebanken				
Skript	Skript wird zugänglich gemacht werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				

►► **Werkstatt-Praxis**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0003-00L</b>	<b>Werkstatt-Praxis</b> <i>Vermittlung von Praxisplätzen und Antrag zur Anerkennung unter <a href="http://www.mavt.ethz.ch/praxis">www.mavt.ethz.ch/praxis</a>.</i>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Die Studierenden haben eine Werkstatt-Praxis von mindestens fünf Wochen Dauer zu absolvieren. Ziel der Praxis ist es, den Studierenden einen praktischen Bezug zur Herstellung von Bauteilen sowie Kenntnis und Verständnis über Materialien und deren Be- und Verarbeitung in einer Werkstatt zu vermitteln.				
Lernziel	Ziel der Praxis ist es, den Studierenden einen praktischen Bezug zur Herstellung von Bauteilen sowie Kenntnis und Verständnis über Materialien und deren Be- und Verarbeitung in einer Werkstatt zu vermitteln.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Werkstatt-Praxis dauert mindestens fünf Wochen.				

►► **Labor-Praktika**

*Die Studierenden absolvieren im 4. und 5. Semester mindestens 10 Laborpraktika, wobei 4 davon Physik-Praktika sein müssen. Die in einem Labor-Praktikum erbrachte Leistung wird mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet. Für das Absolvieren der 10 Labor-Praktika werden 2 Kreditpunkte vergeben.*

*Einschreiben unter [www.mavt.ethz.ch/praktika](http://www.mavt.ethz.ch/praktika)*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0029-10L</b>	<b>Labor-Praktika</b> <i>Einschreibung nur unter <a href="http://www.mavt.ethz.ch/praktika">www.mavt.ethz.ch/praktika</a> möglich. Keine Belegung über myStudies notwendig.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Ausgewählte Experimente in Physik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Mit den Labor-Praktika des 4. und 5. Semesters werden das Erlernen von Messmethoden und Geräten sowie deren praktische Anwendung angestrebt. Von den angebotenen Praktika sind mindestens 10 zu absolvieren, wobei 4 dieser Labor-Praktika zwingend Physik-Praktika sein müssen.				
Lernziel	Mit den Labor-Praktika des 4. und 5. Semesters werden das Erlernen von Messmethoden und Geräten sowie deren praktische Anwendung angestrebt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Link zur Website, welche alle Informationen für das Physikpraktikum bietet: <a href="https://ap.phys.ethz.ch">https://ap.phys.ethz.ch</a>				

►► **Bachelor-Arbeit**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0001-10L</b>	<b>Bachelor-Arbeit ■</b> <i>Betreuer der Bachelor-Arbeit: - Alle Professoren des D-MAVT (<a href="https://www.mavt.ethz.ch/de/das-departement/personen/professoren-professorinnen.html">https://www.mavt.ethz.ch/de/das-departement/personen/professoren-professorinnen.html</a>)</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>30D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit wird als Abschluss im 6. Semester durchgeführt. Sie entspricht einem Umfang von 420 Stunden und kann in Teil- oder Vollzeit durchgeführt werden.				
Lernziel	Die Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter, methodischer und erster wissenschaftlicher Tätigkeit.				
Inhalt	Themen und Bedingungen für Bachelor-Arbeiten werden von den Professorinnen und Professoren ausgeschrieben und festgelegt. Das Thema kann auch aufgrund eines Gesprächs mit den Studierenden festgelegt werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Bachelor-Arbeit kann erst begonnen werden, wenn die Basisprüfung, die weiteren Fächer des Basisjahres sowie die Prüfungsblöcke 1 und 2 bestanden sind. Es ist empfohlen die Bachelor-Arbeit erst zu beginnen, wenn Sie 150 Kreditpunkte erreicht haben. Die unterschriebene Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil der Bachelor-Arbeit.				
<b>151-3630-00L</b>	<b>Bachelor-Arbeit (Fokus-Vertiefung Management, Technology and Economics)</b> <i>Betreuer Bachelor-Arbeit: Alle Professoren des D-MTEC (<a href="https://www.mtec.ethz.ch/people/professors.html">https://www.mtec.ethz.ch/people/professors.html</a>)</i>	<b>W</b>	<b>14 KP</b>	<b>30D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit wird als Abschluss im 6. Semester durchgeführt. Sie entspricht einem Umfang von 420 Stunden und kann in Teil- oder Vollzeit durchgeführt werden.				
Lernziel	Die Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter, methodischer und erster wissenschaftlicher Tätigkeit.				
Inhalt	Themen und Bedingungen für Bachelor-Arbeiten werden von den Professorinnen und Professoren festgelegt und können auch aufgrund eines Gesprächs mit den Studierenden festgelegt werden.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Bachelor-Arbeit kann erst begonnen werden, wenn die Basisprüfung, die weiteren Fächer des Basisjahres sowie die Prüfungsblöcke 1 und 2 bestanden sind. Die Voraussetzung, um die Bachelor-Arbeit mit Fokus-Vertiefung Management, Technology and Economics zu absolvieren, ist die Wahl der Fokus-Vertiefung MTEC. Es ist empfohlen die Bachelor-Arbeit erst zu beginnen, wenn Sie 150 Kreditpunkte erreicht haben. Die unterschriebene Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil der Bachelor-Arbeit.				



► **Wissenschaft im Kontext**

►► **Wissenschaft im Kontext**

---

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für  
das D-MAVT*

---

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung  
allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

►► **Sprachkurse**

---

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

---

**Maschineningenieurwissenschaften Bachelor - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Maschineningenieurwissenschaften Master

## ► Kernfächer

### ►► Energy, Flows and Processes

Die unter der Kategorie "Kernfächer" gelisteten Fächer sind empfohlen. Andere Kurse sind nicht ausgeschlossen, benötigen jedoch die Zustimmung des Tutors/der Tutorin.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0106-00L</b>	<b>Orbital Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kubik</b>
Kurzbeschreibung	Principles of the motion of natural and artificial satellites, rocket dynamics, orbital maneuvers and interplanetary missions.				
Lernziel	Knowledge of the basic theory of satellite dynamics. Ability to apply the acquired theory to simple examples.				
Inhalt	The two-body problem, rocket dynamics, orbital maneuvers, interplanetary missions, the restricted three-body problem, perturbation equations, satellite attitude dynamics.				
<b>151-0110-00L</b>	<b>Compressible Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Jenny, A. A. Kubik</b>
Kurzbeschreibung	Themen: Instationäre eindimensionale Unterschall- und Überschallströmungen, Akustik, Schallausbreitung, Überschallströmung mit Stößen und Prandtl-Meyer Expansionen, Umströmung von schlanken Körpern, Stossrohre, Reaktionsfronten (Deflagration und Detonation). Mathematische Werkzeuge: Charakteristikenverfahren, ausgewählte numerische Methoden.				
Lernziel	Illustration der Physik der kompressiblen Strömungen und Üben der mathematischen Methoden anhand einfacher Beispiele.				
Inhalt	Die Kompressibilität im Zusammenspiel mit der Trägheit führen zu Wellen in einem Fluid. So spielt die Kompressibilität bei instationären Vorgängen (Schwingungen in Gasleitungen, Auspuffrohren usw.) eine wichtige Rolle. Auch bei stationären Unterschallströmungen mit hoher Machzahl oder bei Überschallströmungen muss die Kompressibilität berücksichtigt werden (Flugtechnik, Turbomaschinen usw.). In dem ersten Teil der Vorlesung wird die Wellenausbreitung bei eindimensionalen Unterschall- und Überschallströmungen behandelt. Es werden sowohl Wellen kleiner Amplitude in akustischer Näherung, als auch Wellen grosser Amplitude mit Stossbildung behandelt.  Der zweite Teil befasst sich mit ebenen stationären Überschallströmungen. Schlanke Körper in einer Parallelströmung werden als schwache Störungen der Strömung angesehen und können mit den Methoden der Akustik behandelt werden. Zu der Beschreibung der zweidimensionalen Überschallumströmung beliebiger Körper gehören schräge Verdichtungsstösse, Prandtl -Meyer Expansionen usw.. Unterschiedliche Randbedingungen (Wände usw.) und Wechselwirkungen, Reflexionen werden berücksichtigt.				
Skript	nicht verfügbar				
Literatur	Eine Literaturliste mit Buchempfehlungen wird am Anfang der Vorlesung ausgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Fluiddynamik I und II				
<b>151-0156-00L</b>	<b>Technology and Safety of Nuclear Power Plants</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>A. Manera</b>
	<i>Note: The previous course title until FS22 "Safety of Nuclear Power Plants".</i>				
Kurzbeschreibung	Knowledge about safety concepts and requirements of nuclear power plants and their implementation in deterministic safety concepts and safety systems. Knowledge about behavior under accident conditions and about the methods of probabilistic risk analysis and how to handle results. Introduction into key elements of the enhanced safety of nuclear systems for the future.				
Lernziel	Deep understanding of safety requirements, concepts and system of nuclear power plants, knowledge of deterministic and probabilistic methods for safety analysis, aspects of nuclear safety research, licensing of nuclear power plant operation. Overview on key elements of the enhanced safety of nuclear systems for the future.				
Inhalt	(1) Introduction into the specific safety issues of nuclear power plants, main facts of health effects of ionizing radiation, defense in depth approach. (2) Reactor protection and reactivity control, reactivity induced accidents (RIA). (3) Loss-of-coolant accidents (LOCA), emergency core cooling systems. (4) Short introduction into severe accidents (Beyond Design Base Accidents, BDBA). (5) Probabilistic risk analysis (PRA level 1,2,3). (6) Passive safety systems. (7) Safety of innovative reactor concepts.				
Skript	Script: Hand-outs of lecture slides will be distributed Script "Short introduction into basics of nuclear power"				
Literatur	S. Glasston & A. Sesonke: Nuclear Reactor Engineering, Reactor System Engineering, Ed. 4, Vol. 2., Chapman & Hall, NY, 1994				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recommended in advance (not binding): 151-0163-00L Nuclear Energy Conversion				
<b>151-0160-00L</b>	<b>Fuel Cycle and Waste Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Eichler, S. Churakov, O. Leupin, L. Robers</b>
	<i>Note: The previous course title until FS22 "Nuclear Energy Systems".</i>				
Kurzbeschreibung	Physikalische und chemische Aspekte der Entstehung und Verteilung von Uran, radioaktiver Zerfall und seine Detektion, Urangewinnung, Urananreicherung, Kernbrennstoffherstellung, Wiederaufarbeitung ausgedienter Brennelemente, Entsorgung von radioaktivem Abfall und tiefegeologische Endlagerung				
Lernziel	Die Studenten erhalten einen Überblick über die physikalischen und chemischen Grundlagen, die technologischen Prozesse und die Entwicklungstrends in Bereich der gesamten nuklearen Energiewandlungskette inklusive Endlagerung				
Inhalt	(1-5) Überblick über den kosmischen und geologischen Ursprung von Uranvorkommen, (radio-)chemische Grundlagen mit Relevanz zur Urananwendung, Radioaktiver Zerfall und dessen Detektion, (6-9) Methoden des Uranbergbaus, der Urangewinnung aus dem Erz, (6-9) Urananreicherung (Diffusionszellen, Ultrazentrifugen, alternative Methoden), chemische Konvertierung Uranoxid - Fluorid - Oxid, Brennelementfertigung, Abbrand im Reaktor, Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (hydro- und pyrochemisch) einschliesslich der modernen Verfahren der Tiefentrennung hochaktiver Abfälle, Methoden der Minimierung von Menge und Radiotoxizität des nuklearen Abfalls, (10-13) Entsorgung von Nuklearabfall, Abfallkategorien und -herkunft, geologische und künstliche Barrieren in Tiefenlagern und deren Eigenschaften, Projekt für ein geologisches Tiefenlager für radioaktive Abfälle in der Schweiz				
Skript	Vorlesungsfolien werden verteilt und in digitaler Form bereit gestellt.				
<b>151-0166-00L</b>	<b>Physics of Nuclear Reactor II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Mikityuk</b>
Kurzbeschreibung	Reactor physics calculations for assessing the performance and safety of nuclear power plants are, in practice, carried out using large computer codes simulating different key phenomena. This course provides a basis for understanding state-of-the-art calculational methodologies in the above context.				
Lernziel	Students are introduced to advanced methods of reactor physics analysis for nuclear power plants.				
Inhalt	Cross-sections preparation. Slowing down theory. Differential form of the neutron transport equation and method of discrete ordinates (Sn). Integral form of the neutron transport equation and method of characteristics. Method of Monte-Carlo. Modeling of fuel depletion. Lattice calculations and cross-section parametrization. Modeling of full core neutronics using nodal methods. Modeling of feedbacks from fuel behavior and thermal hydraulics. Point and spatial reactor kinetics. Uncertainty and sensitivity analysis.				
Skript	Hand-outs will be provided on the website.				
Literatur	Chapters from various text books on Reactor Theory, etc.				

<b>151-0170-00L</b>	<b>Computational Multiphase Thermal Fluid Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Coletti, A. Dehbi, Y. Sato</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with fundamentals of the application of Computational Fluid Dynamics to gas-liquid flows as well as particle laden gas flows including aerosols. The course will present the current state of art in the field. Challenging examples, mainly from the fluid-machinery and plant, are discussed in detail.				
Lernziel	Fundamentals of 3D multiphase flows (Definitions, Averages, Flow regimes), mathematical models (two-fluid model, Euler-Euler and Euler-Lagrange techniques), modeling of dispersed bubble flows (inter-phase forces, population balance and multi-bubble size class models), turbulence modeling, stratified and free-surface flows (interface tracking techniques such as VOF, level-sets and variants, modeling of surface tension), particulate and aerosol flows, particle tracking, one and two way coupling, random walk techniques to couple particle tracking with turbulence models, numerical methods and tools, industrial applications.				
<b>151-0207-00L</b>	<b>Theory and Modeling of Reactive Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. E. Frouzakis, I. Mantzaras</b>
Kurzbeschreibung	The course first reviews the governing equations and combustion chemistry, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Catalytic combustion and its coupling with homogeneous combustion are dealt in detail, and turbulent combustion modeling approaches are presented. Available numerical codes will be used for modeling.				
Lernziel	Theory of combustion with numerical applications				
Inhalt	The analysis of realistic reactive flow systems necessitates the use of detailed computer models that can be constructed starting from first principles i.e. thermodynamics, fluid mechanics, chemical kinetics, and heat and mass transport. In this course, the focus will be on combustion theory and modeling. The reacting flow governing equations and the combustion chemistry are firstly reviewed, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Heterogeneous (catalytic) combustion, an area of increased importance in the last years, will be dealt in detail along with its coupling with homogeneous combustion. Finally, approaches for the modeling of turbulent combustion will be presented. Available numerical codes will be used to compute the above described phenomena. Familiarity with numerical methods for the solution of partial differential equations is expected.				
Skript	Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	NEW course				
<b>151-0212-00L</b>	<b>Advanced CFD Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental and advanced numerical methods used in commercial and open-source CFD codes will be explained. The main focus is on numerical methods for conservation laws with discontinuities, which is relevant for trans- and hypersonic gas dynamics problems, but also CFD of incompressible flows, Direct Simulation Monte Carlo and the Lattice Boltzmann method are explained.				
Lernziel	Knowing what's behind a state-of-the-art CFD code is not only important for developers, but also for users in order to choose the right methods and to achieve meaningful and accurate numerical results. Acquiring this knowledge is the main goal of this course.				
Inhalt	Established numerical methods to solve the incompressible and compressible Navier-Stokes equations are explained, whereas the focus lies on finite volume methods for compressible flow simulations. In that context, first the main theory and then numerical schemes related to hyperbolic conservation laws are explained, whereas not only examples from fluid mechanics, but also simpler, yet illustrative ones are considered (e.g. Burgers and traffic flow equations). In addition, two less commonly used yet powerful approaches, i.e., the Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) and Lattice Boltzmann methods, are introduced.  For most exercises a C++ code will have to be modified and applied. - Finite-difference vs. finite-element vs. finite-volume methods - Basic approach to simulate incompressible flows - Brief introduction to turbulence modeling - Theory and numerical methods for compressible flow simulations - Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) - Lattice Boltzmann method				
Skript	Part of the course is based on the referenced books. In addition, the participants receive a manuscript and the slides.				
Literatur	"Computational Fluid Dynamics" by H. K. Versteeg and W. Malalasekera. "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems" by R. J. Leveque.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in - fluid dynamics - numerical mathematics - programming (programming language is not important, but C++ is of advantage)				
<b>151-0228-00L</b>	<b>Management &amp; Sustainability of Air Transport</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Wild</b>
Kurzbeschreibung	Providing an overview in management, planning, processes and operations in air transport, the lecture shall enable students to operate and lead a unit within that industry. In addition, the modules provide a good understanding for other transport modes and are a sort of "Mini MBA" (topics see below). Ideally, students complete first "Basics of Air Transport" yet there is no requirement for it.				
Lernziel	After completion of the course, they shall be familiar with tasks, processes and interactions and have the ability to understand implications of developments in the airlines industry and its environment. This shall enable them to work within the air transport industry.				
Inhalt	Overall concept: This lecture builds on the content of lecture "Basics of Air Transport" (151-0227-00L) and provides deeper insights into the airline industry and management practises. The lecture is taught by several different experts from Lufthansa, SWISS, and Federal Office of Civil Aviation.  Weekly: 1h independent preparation; 2h lectures and 1 h exercises with an expert in the respective field  Content: Strategy, Alliances & Joint Ventures, Negotiations with Stakeholder, Environmental Protection, Safety & Risk Management, Airline Economics, Network Management, Revenue Management & Pricing, Sales & Distribution, Airline Marketing, Scheduling & Slot Management, Fleet Management & Leasing, Continuing Airworthiness Management, Supply Chain Management, Operational Steering.  Excursion: Depending on COVID 19, we plan an excursion to the freight terminals at Zurich Airport and visits at SWISS Dispatch, Network Operations Control and Dispo.				
Skript	No official lecture notes. Lecturers' slides will be made available				
Literatur	Literature will be provided by the lecturers respective there will be additional information upon registration				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0232-00L</b>	<b>Engineering Acoustics</b> <i>Note: The previous course title until FS22 "Engineering Acoustics II"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Noiray, S. M. Schoenwald, B. Van Damme</b>
Kurzbeschreibung	This course presents several applications of engineering acoustics. It consists of three parts: acoustic wave absorption in fluids and vibration isolation in solids, sound radiation and transmission in structures, and aero- and thermo-acoustic sources and instabilities.				
Lernziel	Application of the basic concepts of engineering acoustics: acoustic absorption, solid wave propagation, acoustic transmission and sound radiation by reacting and non-reacting flows in complex engineering systems that are relevant to noise control practice. The lectures (10x3 hours) cover the broad field of modelling, analysis, design and testing of flows, materials and structures with the aim of developing systems which exhibit the targeted acoustical behavior. The theoretical content is supported by 3x3 hours of lab visits, including hands-on experiments and demonstrations of real-life acoustic measurements				
Inhalt	Wave Attenuation, Vibration Damping, Acoustic Absorption, Sound Transmission, Radiation, Broadband and Tonal Aeroacoustic Noise, Active and Passive Control of Thermoacoustic Instabilities.				
Skript	Download during semester.				
Literatur	Literature is given in course material.				
Voraussetzungen / Besonderes	Required: Fundamentals of Mechanics and Dynamics / Recommended: Engineering Acoustics I.				
<b>151-0234-00L</b>	<b>Electrochemical Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Lukatskaya</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on energy storage devices like batteries and supercapacitors, and energy conversion systems. It provides a detailed introduction to core electrochemical processes and fundamental concepts, with an emphasis on real-world applications. The course aims to build a strong theoretical foundation and offer practical insights into electrochemical energy systems and technologies.				
Lernziel	The goal of this course is for students to understand the fundamental principles and theories behind electrochemical processes, analyze current scientific literature, and explain real electrochemical data.  Key objectives of this course are:  1. Explain the working principles of electrochemical energy storage systems. 2. Calculate the theoretical capabilities of energy storage systems. 3. Explain the discrepancies between theoretical and real-world performance of energy storage systems. 4. Understand and explain what information can be obtained from the analytical electrochemical methods. 5. Analyze and explain relevant seminal and modern research literature.				
Skript	Lecture notes and handouts				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Kommunikation	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0252-00L</b>	<b>Gas Turbines: Thermodynamic Cycles and Combustion Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Ciani</b>
Kurzbeschreibung	Gasturbinen werden in verschiedensten Bereichen eingesetzt (u.a. Stromerzeugung und Flugtriebwerke) und bieten neben hohen Wirkungsgraden den Vorteil, sehr schadstoffarm betrieben werden zu können. Verbrennungskonzepte (wie magere Vormisch-Verbrennung) müssen für alle Betriebsbedingungen und Brennstoffe die Stabilität der Wärmefreisetzung und eine geringe Schadstoffbildung (NOx, CO) sicherstellen.				
Lernziel	Vertraut werden mit den Grundlagen der Verbrennung in Gasturbinen verschiedener Ausführungen; Kenntnisse über verschiedene Gasturbinen-Prozesse und Anwendungs-Gebiete; Prozess-Effizienz und Betriebseigenschaften; Auslegungs-Kriterien und Ausführungsformen von Gasturbinen-Brennkammern und Brennern; Verbrennungs-Technologien für gasturbinen-spezifische Bedingungen; Emissionscharakteristik von Gasturbinen (NOx, CO, Russ); Flammenstabilität und Thermoakustik; spezifische Verbrennungseigenschaften von Gasturbinen-Brennstoffen (flüssig/gasförmig; fossil/erneuerbar)				

Inhalt	<p>Gasturbinen-Typen und Anwendungen  - Flugzeuggasturbinen, stationäre Gasturbinen, mechan. Antriebe, Industrie-Gasturbinen, mobile Anwendungen.  Gasturbinen-Prozesse (thermodyn. Eigenschaften)  - Thermodynamische Kreisprozesse, Wirkungsgrad, spezif. Leistung, Prozess-Parameter (Temp., Druck).  Energie-Bilanzen, Stoff-Flüsse  - Kompressionsarbeit, Expansionsarbeit, Wärmefreisetzung, Kühlluft-System, Abgas-Verluste.  Gasturbinen-Komponenten (Einführung, Grundlagen)  - Kompressoren, Brennkammer, Turbine, Wärmetauscher, ...  Brenner-/Brennkammer-Systeme  - Gemischaufbereitung, Treibstoffe, Brennkammer-Geometrien, Brennerformen, Flammenstabilisierung, Wärmeübertragung/Kühlung, Emissionen.  Flammenstabilität und Thermoakustik.  Feuerungstechnologien  - magere Vormisch-Verbrennung, gestufte Verbrennung, Pilotierung, Drallflammen, Betriebskonzepte.  Neue Technologien/aktuelle Forschungsthemen  - katalyt. Verbrennung, "flammenlose" Verbrennung, "nasse" Verbrennung, Null-Emissions-Konzepte (mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung), Wasserstoff/H<sub>2</sub></p>		
Skript	Online Foliensammlung (Moodle).		
Literatur	Empfehlungen für weitergehende Literatur im Skript enthalten (für jedes Kapitel/Themengebiet).		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundwissen in Thermodynamik/thermodynamische Prozesse von thermischen Maschinen; verbrennungstechnische Grundlagen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert

<b>151-0254-00L</b>	<b>Environmental Aspects of Future Mobility</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>Y. Wright,</b> P. Dimopoulos Eggenschwiler
Kurzbeschreibung	The course describes and assesses the environmental performance of current and future mobility/transportation and transformation pathways towards sustainability. It focuses in particular on the future role of renewable synthetic chemical energy carriers from a technology point of view.				
Lernziel	The students understand the systemic nature of current and future mobility/transportation systems and are able to elaborate solutions for the defossilization of the sector. At the end of the course they should be capable to assess alternative technologies for the different subsectors for transport of people and freight including the "upstream" energy supply processes for different energy carriers.				
Inhalt	<p>Mobility system structure, future demand trends for the various sectors (people, freight, off-road, marine, aviation) and appropriate energy carriers per application.  Basic characteristics of the currently most promising energy carrier concepts: Li-Ion Batteries, Hydrogen and synthetic fuels. Methods for producing renewable energy carriers (electrolysis, methanation/synthesis of higher hydrocarbons etc.) and related infrastructure requirements.  For internal combustion engines (ICE), which will continue to be used in sectors difficult to electrify (marine, off-road, heavy-duty long-haul freight transport), different combustion modes and their respective pollutant emission formation mechanisms are presented and in-cylinder emission minimization methods for conventional and renewable fuels are discussed. Exhaust gas aftertreatment for combustion engines and atmospheric emissions are finally presented in view of near-zero emission powertrain concepts. Basic environmental assessment of the introduced concepts.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Due to the wide range of material covered, this course requires basics of thermodynamics/cycles, turbulent flows as well as combustion concepts (laminar and turbulent premixed and non-premixed flames). Ideally a combination of 151-0293-00L "Combustion and Reactive Processes in Energy and Materials Technology", where background on reactive processes is provided, and, 151-0251-00L "Principles, efficiency optimization and future applications of IC engines", where thermo-dynamic cycles and combustion modes in internal combustion engines are discussed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft		

<b>151-0280-00L</b>	<b>Advanced Techniques for the Risk Analysis of Technical Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Sansavini, B. Gjorgiev</b>
Kurzbeschreibung	The course provides advanced tools for the risk/vulnerability analysis and engineering of complex technical systems and critical infrastructures. It covers application of modeling techniques and design management concepts for strengthening the performance and robustness of such systems, with reference to energy, communication and transportation systems.				
Lernziel	Students will be able to model complex technical systems and critical infrastructures including their dependencies and interdependencies. They will learn how to select and apply appropriate numerical techniques to quantify the technical risk and vulnerability in different contexts (Monte Carlo simulation, Markov chains, complex network theory). Students will be able to evaluate which method for quantification and propagation of the uncertainty of the vulnerability is more appropriate for various complex technical systems. At the end of the course, they will be able to propose design improvements and protection/mitigation strategies to reduce risks and vulnerabilities of these systems.				

Inhalt	<p>Modern technical systems and critical infrastructures are complex, highly integrated and interdependent. Examples of these are highly integrated energy supply, energy supply with high penetrations of renewable energy sources, communication, transport, and other physically networked critical infrastructures that provide vital social services. As a result, standard risk-assessment tools are insufficient in evaluating the levels of vulnerability, reliability, and risk.</p> <p>This course offers suitable analytical models and computational methods to tackle this issue with scientific accuracy. Students will develop competencies which are typically requested for the formation of experts in reliability design, safety and protection of complex technical systems and critical infrastructures.</p> <p>Specific topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to complex technical systems and critical infrastructures</li> <li>- Basics of the Markov approach to system modeling for reliability and availability analysis</li> <li>- Monte Carlo simulation for reliability and availability analysis</li> <li>- Markov Chain Monte Carlo for applications to reliability and availability analysis</li> <li>- Dependent, common cause and cascading failures</li> <li>- Complex network theory for the vulnerability analysis of complex technical systems and critical infrastructures</li> <li>- Basic concepts of uncertainty and sensitivity analysis in support to the analysis of the reliability and risk of complex systems under incomplete knowledge of their behavior</li> </ul> <p>Practical exercitations and computational problems will be carried out and solved both during classroom tutorials and as homework.</p>
Skript	Slides and other materials will be available online
Literatur	<p>The class will be largely based on the books:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Computational Methods For Reliability And Risk Analysis" by E. Zio, World Scientific Publishing Company</li> <li>- "Vulnerable Systems" by W. Kröger and E. Zio, Springer</li> </ul> <p>- additional recommendations for text books will be covered in the class</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Probability

<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	<p>I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.</p> <p>II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.</p> <p>III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications.</p> <p>IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows</p>				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				

<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	<p>The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion.</p> <p>The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.</p>				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	<p>IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a></p> <p>IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a></p> <p>IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a></p> <p>Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft

<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.				
Skript	Class notes and handouts.				

Literatur Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.  
 Voraussetzungen / Physics I+II, Thermodynamics I+II  
 Besonderes

<b>151-0950-00L</b>	<b>Sustainable Heating and Cooling Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Roskosch</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of sustainable heating and cooling technologies regarding thermodynamics, technology, and regulations. In addition to teaching fundamental knowledge, this course focuses on process design. In case study sessions, students solve problems related to the process design of heating and cooling technologies.				
Lernziel	At the end of this course, students will be able to: - select and use appropriate fluid property models, - choose a proper heating and cooling technology depending on the application, - develop mathematical models for the simulation of heat pump and cooling processes, - design and optimize heat pump and cooling processes, - design and select components and refrigerants, - apply the acquired numerical methods to the process design in other fields.				
Inhalt	- Heat pump applications: residential heating, industrial and high-temperature heating - Vapor-compression heat pumps: thermodynamics, components, refrigerants, oil - Alternative heat pump technologies - Cooling technologies and applications - Cryogenic cooling - Fluid property models - Numerical skills: root-finding, curve fitting, constrained non-linear-programming (NLP) optimization, discretization, solving ordinary differential equations				
Skript	Lecture slides and supplementary documentation will be available online. Reference to appropriate book chapters and scientific papers will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in programming is compulsory, preferable in PYTHON or Matlab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				

<b>151-1115-00L</b>	<b>Aircraft Aerodynamics and Flight Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Immer</b>
Kurzbeschreibung	Equations of motion. Aircraft flight performance, flight envelope. Aircraft static stability and control, longitudinal and lateral stability. Dynamic longitudinal and lateral stability.				
Lernziel	- Knowledge of methods to solve flight mechanic problems - To be able to apply basic methods for flight performance calculation and stability investigations				
Inhalt	Equations of motion. Aircraft flight performance, flight envelope. Aircraft static stability and control, longitudinal and lateral stability. Dynamic longitudinal and lateral stability.				
Literatur	Mc Cormick, B.W.: Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics (John Wiley and Sons), 1979 / 1995  Anderson, J: Fundamentals of Aerodynamics (McGraw-Hill Comp Inc), 2010				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Lecture "Introduction to Aircraft and Car Aerodynamics"				

<b>151-1906-00L</b>	<b>Multiphase Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Coletti</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fluid flows with multiple interacting phases. The emphasis is on regimes where a dispersed phase is carried by a continuous one: e.g., particles, bubbles and droplets suspended in gas or liquid flows, laminar or turbulent. The flow physics is put in the context of natural, biological, and industrial problems.				

Lernziel	The main learning objectives are: - identify multiphase flow regimes and relevant non-dimensional parameters - distinguish spatio-temporal scales at play for each phase - quantify mutual coupling between different phases - apply fundamental principles in complex real-world flows - combine insight from theory, experiments, and numerics
Inhalt	Single particle and multi-particle dynamics in laminar and turbulent flows; basics of suspension rheology; effects of surface tension on the formation, evolution and motion of bubbles and droplets; free-surface flows and wind-wave interaction; imaging techniques and modeling approaches.
Skript	Lecture slides are made available.
Literatur	Suggested readings are provided for each topic.
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamental knowledge of fluid dynamics is essential.

<b>151-2017-00L</b>	<b>Nuclear Fuels and Materials</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. A. Pouchon, P. J.-P. Spätig</b>
Kurzbeschreibung	Materials for nuclear power plants and fuel are discussed. The course is a basic introduction into this topic and it is mainly concerned with light water reactors. Structural materials for pressure boundaries (reactor pressure vessel, pipings) and reactor internals are introduced. Fuel and fuel claddings are also discussed. Main emphasize is on damage and degradation mechanisms during service.				
Lernziel	The students know the most important structural materials in nuclear reactors know fuel and its behaviour in a reactor know important ageing and degradation mechanisms in nuclear power plants				
Inhalt	Rappels des bases de la science des matériaux LWRs et leurs matériaux de structure, mécanismes d'endommagement Matériaux de gainage, corrosion, types de défaillance Composants sous pression, vieillissement et dégradation Intégrité structurelle, surveillance, gestion de la durée de vie Matériaux structurels pour réacteurs avancés du futur Description générale des combustibles nucléaires, introduction à l'endommagement par radiation Performance thermique du combustible Comportement thermomécanique du combustible Production, évolution des produits de fission Mécanismes du relâchement des gaz de fission Limitations de sécurité liées au combustible Combustibles avancés pour les centrales futures				
Literatur	Distributed documents, recommended book chapters				
Voraussetzungen / Besonderes	Préparation pour : Advanced Topics in Nuclear Reactor Materials (2ème sem.)				

<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
	The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.				
Inhalt	PART I:  - INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology  - THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation  - APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic & Recycling Industries  PART 2:  - PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.				
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.				
Literatur	- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009 - Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required. Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.				

## ►► Mechanics, Materials, Structures



Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0232-00L</b>	<b>Engineering Acoustics</b> <i>Note: The previous course title until FS22 "Engineering Acoustics II"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Noiray, S. M. Schoenwald, B. Van Damme</b>
Kurzbeschreibung	This course presents several applications of engineering acoustics. It consists of three parts: acoustic wave absorption in fluids and vibration isolation in solids, sound radiation and transmission in structures, and aero- and thermo-acoustic sources and instabilities.				
Lernziel	Application of the basic concepts of engineering acoustics: acoustic absorption, solid wave propagation, acoustic transmission and sound radiation by reacting and non-reacting flows in complex engineering systems that are relevant to noise control practice. The lectures (10x3 hours) cover the broad field of modelling, analysis, design and testing of flows, materials and structures with the aim of developing systems which exhibit the targeted acoustical behavior. The theoretical content is supported by 3x3 hours of lab visits, including hands-on experiments and demonstrations of real-life acoustic measurements				
Inhalt	Wave Attenuation, Vibration Damping, Acoustic Absorption, Sound Transmission, Radiation, Broadband and Tonal Aeroacoustic Noise, Active and Passive Control of Thermoacoustic Instabilities.				
Skript	Download during semester.				
Literatur	Literature is given in course material.				
Voraussetzungen / Besonderes	Required: Fundamentals of Mechanics and Dynamics / Recommended: Engineering Acoustics I.				
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human CComputer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>				
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.  Lehrmodule: - Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe - Einordnung der VR in Geschäftsprozesse - Die Erzeugung virtueller Welten - Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität - Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				
<b>151-0314-00L</b>	<b>Informationstechnologien im digitalen Produkt</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Zwicker, R. Montau</b>
Kurzbeschreibung	Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen				
Lernziel	Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Produkt Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.				

Inhalt	<p>Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx--Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.</p> <p>Lehrmodule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM)</li> <li>- Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung)</li> <li>- Objektmanagement</li> <li>- Objektklassifikation</li> <li>- Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen</li> <li>- CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR</li> <li>- Workflow &amp; Change Management</li> <li>- Schnittstellen im Digitalen Produkt</li> <li>- Enterprise Application Integration (EAI)</li> </ul>																																																	
Skript	<p>Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.</p>																																																	
Literatur	<p>Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich)</li> <li>- Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit</li> </ul>																																																	
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang</p>																																																	
Kompetenzen	<p>Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5)</li> <li>- Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen</li> </ul> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 40%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 30%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft		Medien und digitale Technologien	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Kundenorientierung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																
	Verfahren und Technologien	geprüft																																																
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																
	Entscheidungsfindung	geprüft																																																
	Medien und digitale Technologien	geprüft																																																
	Problemlösung	geprüft																																																
	Projektmanagement	gefördert																																																
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																																
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																																
	Kundenorientierung	gefördert																																																
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																																
	Kreatives Denken	geprüft																																																
	Kritisches Denken	geprüft																																																
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																																
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																																
<b>151-0318-00L</b>	<b>Ecodesign - Umweltgerechte Produktgestaltung</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Züst</b>																																													
Kurzbeschreibung	<p>Ecodesign hat zum Ziel, die Umwelleistung von Produkten insgesamt zu verbessern. Zugleich soll die ökonomische und marktseitige Situation verbessert werden. Die Vorlesung gliedert sich in drei Teile: Motivation und Einstieg ins Thema, methodische Grundlagen, sowie Anwendung in einem eigenen Kleinprojekt.</p>																																																	
Lernziel	<p>Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen eines Unternehmens durch die eigenen Produkte in vor- und nachgelagerten Bereichen verursacht werden. Das Ziel von Ecodesign besteht darin, die Umweltauswirkungen eines Produktes über alle Produktlebensphasen insgesamt zu reduzieren. Die systematische Herleitung erfolgversprechender Verbesserungsmaßnahmen zu Beginn des Produktentwicklungsprozesses ist eine Schlüsselfähigkeit, die in der vorliegenden Vorlesung vermittelt werden soll. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen die ökonomischen und ökologischen Potentiale von ECODESIGN erkennen, Fähigkeiten erlernen, zielgerichtet erfolgversprechende Verbesserungsmaßnahmen zu ermitteln und die erworbenen Fähigkeiten an konkreten Beispielen anwenden können.</p>																																																	
Inhalt	<p>Die Vorlesung ist in drei Blöcke unterteilt. Hier sollen die jeweiligen Fragen beantwortet werden:</p> <p>A) Motivation und Einstieg ins Thema: Welche Material- und Energieflüsse werden durch Produkte über alle Lebensphasen, d.h. von der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Distribution, Nutzung und Entsorgungen verursacht? Welchen Einfluss hat die Produktentwicklung auf diese Auswirkungen?</p> <p>B) Grundlagen zum ECODESIGN PILOT: Wie können systematisch über alle Produktlebensphasen hinweg betrachtet bereits zu Beginn der Produktentwicklung bedeutende Umweltauswirkungen erkannt werden? Wie können zielgerichtet diejenigen Ecodesign-Maßnahmen ermittelt werden, die das größte ökonomische und ökologische Verbesserungspotential beinhalten?</p> <p>C) Anwendung des ECODESIGN PILOT: Welche Produktlebensphasen bewirken den größten Ressourcenverbrauch? Welche Verbesserungsmöglichkeiten bewirken einen möglichst großen ökonomischen und ökologischen Nutzen?</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Praktische Beispiele bearbeitet.</p>																																																	
Skript	<p>Für den Einstieg ins Thema ECODESIGN wurde verschiedene Lehrunterlagen entwickelt, die im Kurs zur Verfügung stehen und teilweise auch ein "distance learning" ermöglichen:</p> <p>Lehrbuch: Wimmer W., Züst R.: ECODESIGN PILOT, Produkt-Innovations-, Lern- und Optimierungs-Tool für umweltgerechte Produktgestaltung mit deutsch/englischer CD-ROM; Zürich, Verlag Industrielle Organisation, 2001. ISBN 3-85743-707-3</p> <p>CD: im Lehrbuch inbegriffen (oder Teil "Anwenden" on-line via: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a>) Internet: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> vermittelt verschiedene weitere Zugänge zum Thema. Zudem werden CD's abgegeben, auf denen weitere Lehrmodule vorhanden sind.</p>																																																	
Literatur	<p>Hinweise auf Literaturen werden on-line zur Verfügung gestellt.</p>																																																	
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Testatbedingungen: Abgabe von zwei Übungen</p>																																																	
<b>151-0324-00L</b>	<b>GL zum Bemessen von Kunststoffbauteilen</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. P. Terrasi</b>																																													

Kurzbeschreibung	Unverstärkte und faserverstärkte Kunststoffe (FVWS) für tragende Anwendungen. Bemessungsansätze für unverstärkte Kunststoffe unter ruhender, kombinierter und schwingender Belastung. Stabilität und Bruchmechanik. Processing. Zusammensetzung von FVWS. Eigenschaften von Faser- und Matrixwerkstoffen. Verarbeitung und Bemessung von FVWS: Kontinuums- und Netztheorie, Stabilität und Langzeitverhalten.
Lernziel	Vermitteln der Grundlagen bezüglich Ingenieurbemessung mit unverstärkten und faserverstärkten Kunststoffen (FVWS) für tragende Anwendungen. Parallel zu der Präsentation der Grundlagen werden viele praktische Anwendungen behandelt.
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Retrospective view</li> <li>1.2 State-of-the-art</li> <li>1.3 Prospects for the future</li> <li>1.4 References</li> </ol> </li>   <li>2. Engineering design with neat polymers and with random-oriented fibre reinforced polymers <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Scope of applications</li> <li>2.2 Static loading <ol style="list-style-type: none"> <li>2.21 Tensile- and compressive loading</li> <li>2.22 Flexural loading</li> <li>2.23 Combined loading</li> <li>2.24 Buckling</li> </ol> </li> <li>2.3 Fatigue</li> <li>2.4 Brittle failure</li> <li>2.5 Variable loading</li> <li>2.6 Thermal stresses</li> <li>2.7 To be subjected to aggressive chemicals</li> <li>2.8 Processing of neat polymers</li> <li>2.9 References</li> </ol> </li>   <li>3. Composition and manufacturing techniques for fibre reinforced polymers <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introduction</li> <li>3.2 Materials <ol style="list-style-type: none"> <li>3.21 Matrices</li> <li>3.22 Fibres</li> </ol> </li> <li>3.3 Manufacturing techniques <ol style="list-style-type: none"> <li>3.31 Hand lay-up moulding</li> <li>3.32 Directed fibre spray-up moulding</li> <li>3.33 Low pressure compression moulding</li> <li>3.34 High pressure compression moulding</li> <li>3.35 Pultrusion</li> <li>3.36 Centrifugal casting</li> <li>3.37 Filament winding</li> <li>3.38 Robots</li> <li>3.39 Remarks about the design of moulds</li> </ol> </li> <li>3.4 References</li> </ol> </li>   <li>4. Engineering design with high performance fibre reinforced polymers <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Introduction</li> <li>4.2 The unidirectional ply (or lamina) <ol style="list-style-type: none"> <li>4.21 Stiffness of the unidirectional ply</li> <li>4.22 Thermal properties of the unidirectional ply</li> <li>4.23 Failure criteria for the unidirectional ply</li> </ol> </li> <li>4.3 rules for the design of components made out of high performance fibre reinforced polymers</li> <li>4.4 Basics of the net theory <ol style="list-style-type: none"> <li>4.41 Assumptions and definitions</li> <li>4.42 Estimation of the fibre forces in a plies</li> </ol> </li> <li>4.5 Basics of the classical laminate theory (CLT) <ol style="list-style-type: none"> <li>4.51 Assumptions and definitions</li> <li>4.52 Elastic constants of multilayer laminate</li> <li>4.53 Strains and curvatures in a multilayer laminate due to mechanical loading</li> <li>4.54 Calculation of the stresses in the unidirectional plies due to mechanical loading</li> <li>4.55 Strains and curvatures in a multilayer laminate due to mechanical and thermal loading</li> <li>4.56 Calculation of the stresses in the unidirectional plies due to mechanical and thermal loading</li> <li>4.57 Procedure of stress analysis</li> <li>4.58 Taking account of the non-linear behaviour of the matrix</li> <li>4.59 Admissible stresses, evaluation of existing stresses</li> </ol> </li> <li>4.6 Pucks action plane fracture criteria</li> <li>4.7 Selected problems of buckling</li> <li>4.8 Selected problems of fatigue</li> <li>4.9 References</li> </ol> </li> </ol>
Skript	The script will be distributed at the beginning of the course
Literatur	The script is including a comprehensive list of references

---

**151-0332-00L Interdisciplinary Product Development: Definition, W 4 KP 2G+4A M. Schütz**  
**Realisation and Validation of Product Concepts**  
*Number of participants limited to: 5 (ETHZ) + 20 (ZHdK)*

*To apply for the course please create a pdf of 2+ Pages describing yourself and your motivation for the course as*

well as one or more of your former development projects.  
Please add minimum one picture and your CV as well,  
send the pdf to martin.schuetz@mavt.ethz.ch.

Kurzbeschreibung	This course is offered by the Design and Technology Lab Zurich, a platform where students from the disciplines industrial design (ZHdK) and mechanical engineering (ETH) can learn, meet and perform projects together. In interdisciplinary teams the students develop a product by applying methods used in the different disciplines within the early stages of product development.
Lernziel	This interdisciplinary course has the following learning objectives: - to learn and apply methods of the early stages of product development from both fields: mechanical engineering and industrial design - to use iterative and prototyping-based development (different types of prototypes and test scenarios) - to run through a development process from product definition to final prototype and understand the mechanisms behind it - to experience collaboration with the other discipline and learn how to approach and deal with any appearing challenge - to understand and experience consequences which may result of decision taken within the development process
Inhalt	At the end of the course each team should present an innovative product concept which convinces from both, the technical as well as the design perspective. The product concept should be presented as functioning prototype.  The learning objectives will be reached with the following repeating cycle: 1) input lectures The relevant theoretical basics will be taught in short lectures by different lecturers from both disciplines, mechanical engineering and industrial design. The focus is laid on methods, processes and principles of product development. 2) team development The students work on their projects individually and apply the taught methods. At the same time, they will be coached and supported by mentors to pass through the product development process successfully. 3) presentation Important milestones are presented and discussed during the course, thus allowing teams to learn from each other. 4) reflection The students deepen their understanding of the new knowledge and learn from failures. This is especially important if different disciplines work together and use methods from both fields.
Skript	Hands out after input lectures
Voraussetzungen / Besonderes	Number of participants limited to: 5 (ETHZ) + 20 (ZHdK)  To apply for the course please create a pdf of 2+ Pages describing yourself and your motivation for the course as well as one or more of your former development projects. Please add minimum one picture and Your CV as well, send the pdf to martin.schuetz@mavt.ethz.ch.

<b>151-0366-00L</b>	<b>Aircraft Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Ermanni</b>
Kurzbeschreibung	This course is concerned with design and practical stress analysis of typical aircraft structural elements and components It is complemented by calculation exercises and discussion of real-world problems.				
Lernziel	Main goal is to develop a solid understanding to solve engineering problems related to structural design, strength analysis and stability of aircraft structures.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aircraft design</li> <li>- Aircraft materials</li> <li>- Bending, shear and torsion of thin-walled beams</li> <li>- Aircraft loads</li> <li>- Wing &amp; empennage structures: Design and modelling, multi-cell design, ribs</li> <li>- Structural instability of aircraft structures</li> <li>- Fuselage structures: Design &amp; modelling, buckling, analysis of fuselage frames</li> <li>- Plane stress elements and load introduction</li> </ul>				
Skript	Lecture notes, handouts, exercises, and the script are available for download in a digital format. The lecture materials can be found via moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22485">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22485</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Attendance of the Bachelor course "Leichtbau" (Lightweight Construction) or equivalent, including knowledge of plate instability, profile failure, shear flow in lightweight structures is strongly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>151-0513-00L</b>	<b>Mechanics of Soft Materials and Tissues</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. E. Ehret</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to concepts for the constitutive modelling of highly deformable materials with non-linear properties is given in application to rubber-like materials and soft biological tissues. Related experimental methods for materials characterization and computational aspects of simulation are also briefly addressed.				
Lernziel	After successful completion of the course students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• name important examples of the wide range of non-linear mechanical behaviours displayed by soft materials and tissues.</li> <li>• describe typical experimental set-ups for characterization soft materials and to critically interpret the corresponding experimental data.</li> <li>• explain basic physical concepts to relate the structure and mechanical properties of rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• discuss and safely apply mathematical concepts for modelling these materials.</li> <li>• explain, select and define suitable material models for rubber-like materials and soft biological tissues.</li> <li>• evaluate the response predicted by constitutive models in simple load cases.</li> </ul>				

Inhalt	Soft solids: rubber-like materials, gels, soft biological tissues Non-linear continuum mechanics: kinematics, stress, balance laws Mechanical characterization: experiments and their interpretation Constitutive modeling: basic principles Large strain elasticity: hyperelastic materials Rubber-elasticity: statistical vs. phenomenological models Biomechanics of soft tissues: composites, anisotropy, heterogeneity Dissipative behavior: examples and the concept of internal variables.				
Skript	Accompanying learning materials will be provided or made available for download during the course.				
Literatur	Recommended text: G.A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics - A continuum approach for engineering, 2000 L.R.G. Treloar, The physics of rubber elasticity, 3rd ed., 2005 P. Haupt, Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2nd ed., 2002				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in continuum mechanics is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				
Inhalt	1. Tensors: algebra, linear operators 2. Tensors: calculus 3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition 4. Kinematics: strain 5. Kinematics: rates 6. Global Balance: mass, momentum 7. Stress: Cauchy's theorem 8. Stress: alternative measures 9. Invariance: observer 10. Material Response: elasticity				
Skript	None.				
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).				
<b>151-0518-00L</b>	<b>Introduction to Finite Element Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Kochmann</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Computational Mechanics I: Intro to FEA"</i>				
Kurzbeschreibung	We discuss numerical methods for solving initial boundary value problems in solid mechanics (static/dynamic elastic problems of solids and structures, thermal problems). Focus is on finite differences and on the finite element method, its theoretical foundation, the choices made when using it, its application for solving problems of engineering interest, and the interpretation of results.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to apply the computational methods of finite differences (FDs) and finite elements (FEs) to analyze and solve mechanical and thermal engineering problems with a focus on elastic solids and structures. Specifically, students will be able to (1) solve initial boundary value problems by finite differences, (2) solve mechanical boundary value problems and initial boundary value problems by finite elements, and (3) create numerical code that implements finite difference and finite element techniques.				
Inhalt	1. Introduction, direct and indirect numerical methods. 2. Finite differences, stability analysis. 3. Variational methods. 4. Finite element method. 5. Structural elements (bars and beams). 6. 2D and 3D solid elements (isoparametric and simplicial elements), numerical quadrature. 7. Assembly, solvers, finite element technology. 8. Dynamics, vibrations. 9. Selected topics in finite element analysis.				
Skript	Lecture notes will be provided. Students are encouraged to take their own notes during class.				
Literatur	No textbook required; relevant reference material will be suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics 1 & 2 and Dynamics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0520-00L</b>	<b>Multiscale Modeling</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kochmann</b>

*Findet dieses Semester nicht statt.*

Kurzbeschreibung	Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).		
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.		
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.		
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.		
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.		
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>151-0522-00L</b>	<b>Case Studies in Computer Aided Engineering - Applied FEM</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Valtorta</b>
Kurzbeschreibung	Modeling and Simulation class: application of the Finite Element Method to challenging engineering projects. Case studies selected in different engineering disciplines will be presented with the contribution of external experts from Swiss companies and research institutions. Students will apply their theoretical knowledge and use Computer Aided Engineering tools to solve real engineering tasks.				
Lernziel	The aim of the course is to introduce students to the simulation-based engineering design with CAE methods. A set of case studies demonstrating the application of CAE will be presented in different engineering fields: design of lightweight structures, strength assessment of mechanical components, dynamics and vibrations, fluid structure interaction, topology optimization and biomechanics. Class will focus on the engineering approach to analyze complex systems: idealization throughout advanced modeling techniques, state of the art simulations using FEA software as a tool, validation of simulation models and comparison with experimental methods.				
	Students will learn how to practice their theoretical knowledge and apply it to real engineering problems, use FEA software to build up complex models, critically analyze and validate results, and document them in a scientific report.				
Inhalt	In the first introductory part of the course, students will receive basic knowledge of modeling and simulation techniques. Simple mechanical problems will be solved using FEA software and compared to theoretical solutions for validation purposes. Several examples will be presented to introduce students to CAE, mainly focused on structural mechanics, but also giving an overview on fluid dynamics, fluid structure interaction and electromagnetics for complex Multiphysics simulations.				
	In the second part of the course, a real industry case study will be presented every week, with the contribution of industry experts and guest speakers. Students will practice the engineering workflow to solve complex problems by building up simulation models, combining their theoretical knowledge with advanced FEA software tools.				
	Among all case studies presented, students are requested to choose 2 different subjects and to thoroughly investigate them. The results of their work shall be summarized in a technical report and submitted for the admission to the oral examination. Results of their analyses will be presented and discussed with the examiners during the oral examination.				
Skript	Lecture notes will be shared with students on Moodle throughout the semester.				
Literatur	No textbook required. Theory books will be recommended in each lecture for selected topics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge of FEA theory and practice is not mandatory, during the first half of the course students will have the possibility to familiarize with FEA software using simple examples.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert		

<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				
<b>151-0534-00L</b>	<b>Advanced Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Tiso</b>
Kurzbeschreibung	Lagrangian dynamics - Principle of virtual work and virtual power - holonomic and non holonomic constraints - 3D rigid body dynamics - equilibrium - linearization - stability - vibrations - frequency response				
Lernziel	This course provides the students of mechanical engineering with fundamental analytical mechanics for the study of complex mechanical systems. We introduce the powerful techniques of principle of virtual work and virtual power to systematically write the equation of motion of arbitrary systems subjected to holonomic and non-holonomic constraints. The linearisation around equilibrium states is then presented, together with the concept of linearised stability. Linearized models allow the study of small amplitude vibrations for unforced and forced systems. For this, we introduce the concept of vibration modes and frequencies, modal superposition and modal truncation. The case of the vibration of light damped systems is discussed. The kinematics and dynamics of 3D rigid bodies is also extensively treated.				
Skript	Lecture notes are produced in class and are downloadable right after each lecture.				
Literatur	The students will prepare their own notes. A copy of the lecture notes will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics III or equivalent; Analysis I-II, or equivalent; Linear Algebra I-II, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>151-0540-00L</b>	<b>Experimental Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Carrara</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to experimental mechanics and covers basic and advanced solid mechanics experimental testing methods. The basic working principles of analogic transducers, testing machines and of optical and X-ray tomographic imaging techniques are illustrated along with an overview of the essential image processing and analysis approaches. ccc				
Lernziel	Understanding the basic principles of experimental methods in solid mechanics and acquiring the ability to properly design, execute and analyze experimental tests targeted to investigate a mechanical process.				
Inhalt	1. Introduction: testing machines; analogic and digital signals; force, displacement and strain transducers; test control. 2. Analogic transducers: working principles; load cells; LVDTs; strain gauges. 3. Solid mechanics tests: compression, tensile and bending tests; fracture mechanics tests. 4. Optical methods: 2D and 3D digital image correlation, basic principles and applications. 5. 3D X-ray computed tomography (CT): basic principles; CT scanning; image reconstruction and artifacts correction; segmentation, filtering and analysis. 6. Overview of advanced topics: 4D X-ray CT; in-situ testing; digital volume correlation; laser speckle interferometry; dynamic testing and high-speed cameras.				
Skript	no				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Mechanics 1 and 2, Physics. Introduction to fracture mechanics is highly recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
<b>151-0548-00L</b>	<b>Manufacturing of Polymer Composites</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Ermanni</b>
Kurzbeschreibung	The course covers polymer and fibers, textile technologies, process modelling, manufacturing technologies, quality control and testing, economic and ecological aspects. It combines lectures and tutorials to acquire a thorough knowledge and know-how in main aspects related to the modern manufacturing technologies of fiber reinforced polymer composites.				
Lernziel	To provide a thorough knowledge in manufacturing science and technology of advanced fiber reinforced polymer composites.				
Inhalt	- Introduction - Fibers and fiber forms - Thermoset Composites: materials and processes - Thermoset Composites: materials and processes - Autoclave and Out-of-Autoclave processing - Liquid Composite Moulding (LCM) - Economical and ecological aspects				
Skript	Lecture notes, handouts, exercises, and the script are available for download in a digital format. The lecture materials can be found via moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22497">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22497</a>				
Literatur	Literature list is included in the script.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>151-0720-00L</b>	<b>Produktionsmaschinen I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Bambach</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Erster Teil zur Vorlesung über Produktionsmaschinen. Einführung in die Besonderheiten von Produktionsmaschinen anhand von spannenden und umformenden Werkzeugmaschinen. Auslegung und Gestaltung sowie spezielle Funktionsträger.				
Lernziel	Erarbeiten der speziellen Anforderungen an Werkzeugmaschinen wie Genauigkeit, Dynamik und Langlebigkeit und ihrer Realisierung. Ausbildung bzw. Auswahl der wichtigsten Komponenten.				
Inhalt	Die Grundlagen des Maschinenaufbaus, Sechspunkte-Theorie, Komponenten der Werkzeugmaschinen (Fundamentierung, Gestelle, Lagerungen, Führungen, Messsysteme, Antriebe und ihre Regelung) und Maschinenbauformen. Begriffe, Klassifikation und Qualitätsmerkmale. Spezielle Komponenten und ausgewählte Bauformen von Umformmaschinen sowie deren Gestaltung und Auslegung. Einblick in Maschinensicherheit und Automation.				
Skript	ja				
<b>151-0740-00L</b>	<b>Metal Additive Manufacturing – Fundamentals and Process Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Bambach, L. Deillon, E. Tosoratti, M. R. Tucker</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the fundamentals and process technology of additive manufacturing processes with a focus on metals. The principles and technologies of laser powder bed fusion, directed energy deposition as well as sintering processes will be introduced.				
Lernziel	The students will learn <ul style="list-style-type: none"> <li>- the physics of the most important metal additive manufacturing processes including the interaction of energy sources (laser, electron beams, arc/plasma) and metals, the phenomena occurring during melting and solidification, the generation of stresses and defects</li> <li>- the capabilities and limits of these processes</li> <li>- the digital aspects of the process chains including preparation of geometries, slicing, hatching etc. including assessment of printability of a design</li> <li>- working principles of machines, equipment and technology</li> <li>- basics of sensors and process control</li> <li>- post processing steps and interaction with AM material</li> <li>- future trends in metal AM</li> </ul>				



Inhalt	Unit 1: Introduction to the AM workflow at the example of FDM Unit 2: Overview of Metal AM processes Unit 3: Making parts from weld beads Unit 4: Heat Flow, Melt Pool Dynamics, and Heat Sources Unit 5: Residual Stress and Distortion Unit 6: Simulation of AM Processes Unit 7: Laser Powder Bed Fusion - Build Layout Unit 8: Laser Powder Bed Fusion - Process Optimization and Design of Experiments Unit 9: Cost Modeling Unit 10: Machine Architecture Unit 11: Post-processing Unit 12: Materials for Metal AM Unit 13: Powder Fabrication and Characterization Unit 14: Directed Energy Deposition Unit 15: Binder Jetting and sinter-based AM Unit 16: Lightweight Design using AM				
Skript	The lecture slides and lecture notes will be distributed via moodle.				
Literatur	A list of references be given in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Werkstoffe und Fertigung or a similar course				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
Kooperation und Teamarbeit		gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Kundenorientierung	gefördert			
	Kreatives Denken	gefördert			
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				
Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems. - Introduction into Nonlinear Optimization - Design of Experiments DoE - Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis - Optimization based on Meta Modeling Techniques - Shape and Topology Optimization - Robustness and Sensitivity Analysis - Fundamentals of Machine Learning - Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines - Supervised and unsupervised learning				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>151-1224-00L</b>	<b>Ölhydraulik und Pneumatik</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Lodewyks</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung der physikalischen und technischen Grundlagen ölhydraulischer und pneumatischer Systeme und ihrer Bauelemente wie Pumpen, Motoren, Zylinder und Ventile, mit Schwergewicht auf der Servo- und Proportionaltechnik und der Regelung fluidischer Antriebe. Überblick über Anwendungsbeispielen aus dem Maschinenbau.				
Lernziel	Der Student - kann die Funktionsweise eines ölhydraulischen oder pneumatischen Systems interpretieren und kann einfache Schaltungen entwerfen - kann den Aufbau und die Funktionsweise der Bauelemente erklären und kann sie nach Anforderungen dimensionieren und auswählen - kann das dynamische Verhalten eines servohydraulischen Zylinder- antriebes simulieren und kann eine optimale Zustandsregelung mit Beobachter auslegen.				
Inhalt	Bedeutung der Oelhydraulik und Pneumatik, Begriffe, Anwendungsbeispiele, Repetitorium der wichtigsten strömungstechnischen Grundlagen u.a. Kompressibilität eines Fluides, Durchfluss durch Drosseln und Spalten und Reibungsverluste in Leitungen. Aufbau und Elemente hydraulischer und pneumatischer Anlagen, Funktion und Bauformen von Pumpen, Motoren und Zylinder, Druck-, Mengen-, Sperr-, Wege-, Proportional- und Servoventile, Grundsaltungen hydraulischer und pneumatischer Systeme. Dynamisches Verhalten und Zustandsregelung hydraulischer und pneumatischer Servoantriebe. Übungen Rechenübungen zur Auslegung fluidischer Antriebe Aufnahme der Kennlinien von Drosseln, Ventilen und Pumpen Aufbau eines pneumatisch gesteuerten Antriebes Simulation und experimentelle Untersuchung eines zustandsgeregelten servohydraulischen Zylinderantriebes.				
Skript	Autographie Oelhydraulik Manuskript Zustandsregelung eines Servohydraulischen Zylinderantriebes Manuskript Elemente einer Druckluftversorgung Manuskript Modellierung eines Servopneumatischen Zylinderantriebes				
<b>151-1550-00L</b>	<b>Seminar in Mechanik</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Haller, E. Mazza</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Aktuelle Forschungsprobleme der theoretischen numerischen und experimentellen Mechanik, sowie der Mikromechanik aus der Hochschule und der Industrie.				
Lernziel	Aktuelle Forschungsprobleme der theoretischen numerischen und experimentellen Mechanik, sowie der Mikromechanik aus der Hochschule und der Industrie.				

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>363-0448-00L</b>	<b>Global Operations Strategy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. von Dzengelevski</b>
Kurzbeschreibung	This course equips students aspiring to work in globally operating companies with a theoretical foundation and practical skills for the strategic configuration and coordination of global production networks.				
Lernziel	Students will be able to analyze, plan, and design factory networks. 1. Students will be able to analyze the strengths and weaknesses of a company's global factory network. 2. Students will be able to conduct a basic factory localization analysis and elaborate on the risks involved and the limitations of the chosen method. 3. Students will be familiar with key issues in managing global operations. 4. Students will develop an understanding of how companies' global operations relate to current global issues and challenges. 5. Students will be able to analyze a global productivity improvement program. 6. Additional skills: Students will acquire experience in teamwork, report writing, and presentation.				
Inhalt	The course "Global Operations Strategy" equips students with tools and knowledge that will help them successfully manage the global activities of multinational companies in their future careers. The world of business is changing at a rapid pace, and so is the international environment in which it is conducted, leading to a set of complex challenges which this course engages with. Where should factories be located in order to deliver high quality products quickly to customers at reasonable cost? Which products should a company make itself, and which should be outsourced? How can the productivity in a plant network be increased with the help of global improvement programs? Questions like these will be discussed in class from an academic perspective and will be illuminated by a number of leading industry practitioners. Furthermore, students will learn to view the global operations of companies in the context of current industry dynamics, a changing geopolitical landscape and pressing global challenges, such as climate change. To reinforce students' learning, students will complete practically-oriented group case study work on the basis of which students' performance will be assessed.  The course design features academic lectures followed by industry perspectives, so that students can reflect on the presented academic concepts and synthesize them with the insights and experiences of industry leaders. In terms of teaching style, students can expect a blend of approaches, including lectures on key concepts, vivid class discussions, guest contributions by managers, as well as case study presentations by peers. Additionally, Q&A sessions and individual feedback sessions for case study groups will be arranged.				
Skript	See Moodle				
Literatur	See Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: 363-0445-00L Production and Operations Management				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>363-0768-00L</b>	<b>Industrial Perspectives on Operations Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Netland, H. Dietl</b>
Kurzbeschreibung	Industrielle Perspektiven des Operations Management bietet einen Einblick in aktuelle Themen und Entwicklungen in der Industrie. Regionale und internationale Gastredner aus der Industrie bieten praxisnahe Vorträge zu aktuellen Trends, innovativen Technologien und der Verbesserung betrieblicher Abläufe.				
Lernziel	Diese Lehrveranstaltung bietet den Studierenden einen umfangreichen Einblick in aktuelle (technologische) Entwicklungen und wie diese betriebliche Abläufe verändern. Nach erfolgreicher Absolvierung des Kurses haben Studierende: (1) ein Verständnis für betriebliche Abläufe in verschiedenen Industrien. (2) Wissen über aktuelle Trends und Herausforderungen in der Industrie. (3) einen Überblick über neue Technologien, welche in der Industrie bereits Anwendung finden. (4) Kenntnis über Herausforderungen sowie Vorteile von Massnahmen zur Verbesserung betrieblicher Prozesse.				
Inhalt	Die Veranstaltung bietet Studierenden eine Perspektive in die Gegenwart und Zukunft der Industrie. Logistische Abläufe erstrecken sich über mehrere betriebliche Ebenen - von der Produktion, über das gesamte Unternehmen bis hin zur unternehmensübergreifenden Supply Chain. Gastredner internationaler und lokaler Unternehmen bieten einen Einblick in neue Lösungen und Technologien, welche in der Industrie in den genannten betrieblichen Ebenen in Anwendung sind oder sich in der Entwicklungsphase befinden. Einige Gastvorträge werden sich gezielt mit unternehmensweiten Projekten zur Verbesserung der betrieblichen Leistungsfähigkeit auseinandersetzen. Somit bietet die Lehrveranstaltung einen praxisnahen Einblick in Unternehmen, mit einem Überblick zu Beweggründen für Massnahmen zur Verbesserung betrieblicher Prozesse und die Herausforderungen, welche damit einhergehen.				
Skript	Foliensätze zu den Gastvorträgen werden bereitgestellt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.				
Lernziel	The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.				
Inhalt	Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.				
Literatur	- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley & Sons, 2012 - Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017 - Further textbooks are introduced in the lecture				

<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	"Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				

Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.
Literatur	<p>Books:</p> <p>Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.</p> <p>Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.</p> <p>Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.</p> <p>Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science &amp; Business Media, 2012.</p> <p>Selected Journal Articles:</p> <p>Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." <i>Neuromodulation: Technology at the Neural Interface</i> 4.4 (2001): 187-195.</p> <p>Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." <i>IEEE Transactions on Haptics</i> (2021).</p> <p>Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." <i>Neurological Sciences</i> 37.4 (2016): 503-514.</p> <p>Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. <i>IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering</i> 1, pp. 193-206.</p> <p>Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." <i>Journal of neuroengineering and rehabilitation</i> 15.1 (2018): 1-15.</p> <p>Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." <i>Cochrane database of systematic reviews</i> 11 (2017).</p> <p>Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." <i>Biomedical engineering online</i> 19 (2020): 1-25.</p> <p>Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." <i>Medical devices (Auckland, NZ)</i> 9 (2016): 455.</p> <p>Raspovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." <i>Science</i> 370.6514 (2020): 290-291.</p> <p>Riener, R. (2013) <i>Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics</i>, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.</p> <p>Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., &amp; Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. <i>Journal of Healthcare Engineering</i>, 1(2), 197-216.</p> <p>Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. <i>Medical &amp; Biological Engineering &amp; Computing</i> 43(1), pp. 2-10.</p> <p>Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." <i>Psychonomic bulletin &amp; review</i> 20.1 (2013): 21-53.</p> <p>Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." <i>IEEE Transactions on Robotics</i> (2021).</p>

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft gefördert

## ►► Robotics, Systems and Control

*Die unter der Kategorie "Kernfächer" gelisteten Fächer sind empfohlen. Andere Kurse sind nicht ausgeschlossen, benötigen jedoch die Zustimmung des Tutors/der Tutorin.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0314-00L	Informationstechnologien im digitalen Produkt	W	4 KP	3G	E. Zwicker, R. Montau

Kurzbeschreibung	Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen		
Lernziel	Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Produkt Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.		
Inhalt	Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx--Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.  Lehrmodule: - Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM) - Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung) - Objektmanagement - Objektklassifikation - Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen - CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR - Workflow & Change Management - Schnittstellen im Digitalen Produkt - Enterprise Application Integration (EAI)		
Skript	Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.		
Literatur	Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt - Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich) - Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang  Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung: - Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5) - Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert

151-0318-00L	<b>Ecodesign - Umweltgerechte Produktgestaltung</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Züst</b>
Kurzbeschreibung	Ecodesign hat zum Ziel, die Umweltleistung von Produkten insgesamt zu verbessern. Zugleich soll die ökonomische und marktseitige Situation verbessert werden. Die Vorlesung gliedert sich in drei Teile: Motivation und Einstieg ins Thema, methodische Grundlagen, sowie Anwendung in einem eigenen Kleinprojekt.				
Lernziel	Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen eines Unternehmens durch die eigenen Produkte in vor- und nachgelagerten Bereichen verursacht werden. Das Ziel von Ecodesign besteht darin, die Umweltauswirkungen eines Produktes über alle Produktlebensphasen insgesamt zu reduzieren. Die systematische Herleitung erfolgversprechender Verbesserungsmaßnahmen zu Beginn des Produktentwicklungsprozesses ist eine Schlüsselfähigkeit, die in der vorliegenden Vorlesung vermittelt werden soll. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen die ökonomischen und ökologischen Potentiale von ECODESIGN erkennen, Fähigkeiten erlernen, zielgerichtet erfolgversprechende Verbesserungsmaßnahmen zu ermitteln und die erworbenen Fähigkeiten an konkreten Beispielen anwenden können.				
Inhalt	Die Vorlesung ist in drei Blöcke unterteilt. Hier sollen die jeweiligen Fragen beantwortet werden: A) Motivation und Einstieg ins Thema: Welche Material- und Energieflüsse werden durch Produkte über alle Lebensphasen, d.h. von der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Distribution, Nutzung und Entsorgungen verursacht? Welchen Einfluss hat die Produktentwicklung auf diese Auswirkungen? B) Grundlagen zum ECODESIGN PILOT: Wie können systematisch über alle Produktlebensphasen hinweg betrachtet bereits zu Beginn der Produktentwicklung bedeutende Umweltauswirkungen erkannt werden? Wie können zielgerichtet diejenigen Ecodesign-Maßnahmen ermittelt werden, die das größte ökonomische und ökologische Verbesserungspotential beinhalten? C) Anwendung des ECODESIGN PILOT: Welche Produktlebensphasen bewirken den größten Ressourcenverbrauch? Welche Verbesserungsmöglichkeiten bewirken einen möglichst großen ökonomischen und ökologischen Nutzen? Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Praktische Beispiel bearbeitet.				

Skript	Für den Einstieg ins Thema ECODESIGN wurde verschiedene Lehrunterlagen entwickelt, die im Kurs zur Verfügung stehen und teilweise auch ein "distance learning" ermöglichen:				
	Lehrbuch: Wimmer W., Züst R.: ECODESIGN PILOT, Produkt-Innovations-, Lern- und Optimierungs-Tool für umweltgerechte Produktgestaltung mit deutsch/englischer CD-ROM; Zürich, Verlag Industrielle Organisation, 2001. ISBN 3-85743-707-3				
	CD: im Lehrbuch inbegriffen (oder Teil "Anwenden" on-line via: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> ) Internet: <a href="http://www.ecodesign.at">www.ecodesign.at</a> vermittelt verschiedene weitere Zugänge zum Thema. Zudem werden CD's abgegeben, auf denen weitere Lehrmodule vorhanden sind.				
Literatur	Hinweise auf Literaturen werden on-line zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Testatbedingungen: Abgabe von zwei Übungen				
<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				
<b>151-0534-00L</b>	<b>Advanced Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Tiso</b>
Kurzbeschreibung	Lagrangian dynamics - Principle of virtual work and virtual power - holonomic and non holonomic constraints - 3D rigid body dynamics - equilibrium - linearization - stability - vibrations - frequency response				
Lernziel	This course provides the students of mechanical engineering with fundamental analytical mechanics for the study of complex mechanical systems. We introduce the powerful techniques of principle of virtual work and virtual power to systematically write the equation of motion of arbitrary systems subjected to holonomic and non-holonomic constraints. The linearisation around equilibrium states is then presented, together with the concept of linearised stability. Linearized models allow the study of small amplitude vibrations for unforced and forced systems. For this, we introduce the concept of vibration modes and frequencies, modal superposition and modal truncation. The case of the vibration of light damped systems is discussed. The kinematics and dynamics of 3D rigid bodies is also extensively treated.				
Skript	Lecture notes are produced in class and are downloadable right after each lecture.				
Literatur	The students will prepare their own notes. A copy of the lecture notes will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics III or equivalent; Analysis I-II, or equivalent; Linear Algebra I-II, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				

Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.			
<b>151-0634-00L</b>	<b>Perception and Learning for Robotics</b> <i>Number of participants limited to: 30</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+6A</b> <b>C. D. Cadena Lerma, F. Shi</b>
	<i>To apply for the course please create a CV in pdf of max. 2 pages, including your machine learning and/or robotics experience. Please send the pdf to cesarc@ethz.ch for approval.</i>			
Kurzbeschreibung	This course covers tools from statistics and machine learning enabling the participants to deploy these algorithms as building blocks for perception pipelines on robotic tasks. All mathematical methods provided within the course will be discussed in context of and motivated by example applications mostly from robotics. The main focus of this course are student projects on robotics.			
Lernziel	Applying Machine Learning methods for solving real-world robotics problems.			
Inhalt	Deep Learning for Perception; (Deep) Reinforcement Learning; Graph-Based Simultaneous Localization and Mapping			
Skript	Slides will be made available to the students.			
Literatur	Will be announced in the first lecture.			
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to be familiar with material of the "Recursive Estimation" and the "Introduction to Machine Learning" lectures. Particularly understanding of basic machine learning concepts, stochastic gradient descent for neural networks, reinforcement learning basics, and knowledge of Bayesian Filtering are required. Furthermore, good knowledge of programming in C++ and Python is required.			
<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b> <i>Number of participants limited to 45.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b> <b>B. Nelson, Q. Boehler</b>
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>			
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.			
Lernziel	An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.			
	The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.			
Inhalt	The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following: 0. Course Introduction 1. C Programming 2. Sensors 3. Data Acquisition 4. Signal Processing 5. Digital Filtering 6. Actuators 7. Computer Vision and Kinematics 8. Modeling and Control 9. Review and Outlook			
	The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website ( <a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a> )			
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to be familiar with C programming.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		gefördert
		Problemlösung		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.			
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.			
Inhalt	- Review of required optimal control theory - Basics on optimization - Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems - Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability - Computation: Explicit and online MPC - Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints - Robust MPC: Robust constraint satisfaction - Simulation-based project providing practical experience with MPC			
Skript	Script / lecture notes will be provided.			

Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.				
Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).					
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				
Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.				
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions) courses focused on Quality and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.				
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356				
<b>151-0964-00L</b>	<b>Medical Technology Innovation for Underrepresented Groups</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>I. Herrmann</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses the unique engineering challenges in designing medical technology for underrepresented groups. The course aims to bridge the gap between technological advancement and equitable access. It emphasizes understanding the specific needs of these groups, cultural competency, and designing with inclusivity.				
Lernziel	By the end of the course, students will: Grasp the specific engineering and technological challenges faced by underrepresented groups. Design and prototype medical technologies that cater to the unique needs of these groups. Appreciate the importance of inclusive and equitable engineering solutions.				
Inhalt	The course aspires to instill in budding engineers a sense of responsibility, the skills, and the motivation to engineer medical solutions that are genuinely inclusive, addressing the needs and challenges faced by underrepresented groups in society.				
Skript	Available on the moodle.				
Literatur	"Frugal Innovation: How to Do More with Less" by Navi Radjou and Jaideep Prabhu.				
Voraussetzungen / Besonderes	Completed BSc.				
<b>151-9904-00L</b>	<b>Applied Category Theory for Engineering II</b> <i>Note: The previous course title until FS23 "Applied Compositional Thinking for Engineers I"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Censi, J. Lorand</b>
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to advanced topics in Applied Category Theory focused on concepts beyond basic category theory and on the needs of applications. The course favors a computational, constructive, and compositional approach targeted to applications in engineering.				
Lernziel	In many domains of engineering and applied sciences, it would be beneficial to think explicitly about abstraction and compositionality, to improve both the understanding of problems and the design of solutions. Applied Category Theory is a field of mathematics that can help in thinking about precisely such topics. A problem, however, is that this type of mathematics is not traditionally taught -- to date, there exists no easy path for engineers to learn category theory that is approachable and emphasizes engineering applications. This course will fill this gap, extending the efforts proposed in the first part of the class (ACT4E I).				
Inhalt	<p>This course's goal is not to teach category theory for the sake of it, but to teach the "compositional way of thinking". Category theory will just be the means towards this end. This implies that the presentation of materials sometimes diverges from the usual way to teach category theory, and some common concepts might be de-emphasized in favor of more obscure concepts that are more useful for applications.</p> <p>The applications shown in the class will be mainly in the domains of autonomous robotics and mobility.</p> <p>Categories</p> <p>Functors</p> <p>Co-design problems</p> <p>Natural transformations</p> <p>Adjunctions</p> <p>Traced monoidal categories</p> <p>Computation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From mathematical models to algorithms</li> <li>- Solving finite co-design problems</li> <li>- Monads</li> <li>- Modeling uncertainty</li> </ul> <p>Enriched category theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profunctors</li> <li>- Enriched categories</li> <li>- Negative category theory</li> </ul> <p>Operads</p> <p>Linear logic and resources</p>				
Skript	Slides and notes will be provided.				
Literatur	Censi, Lorand, Zardini, "Applied Compositional Thinking for Engineers" (Link: <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a> )  B. Fong, D.I. Spivak, Seven Sketches in Compositionality: An Invitation to Applied Category Theory ( <a href="https://arxiv.org/pdf/1803.05316">https://arxiv.org/pdf/1803.05316</a> )  Censi, Lorand, Zardini, Applied Compositional Thinking for Engineers ( <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a> )				



Voraussetzungen / Besonderes	There will be no exam; there will be weekly theory homework sheets, and these will constitute the grade for the course.				
	The course is essentially self-contained and can be taken, in principle, without ACT4E I. We assume this preliminary knowledge: 1) Basics of logic & mathematical thinking, ability to write mathematical proofs. 2) Basic algebra (sets, posets, relations, semigroups, groups).				
Kompetenzen	Students who took the course Applied Category Theory for Engineering I in the Fall Semester are sufficiently proficient in (1) and (2).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-1115-00L</b>	<b>Aircraft Aerodynamics and Flight Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Immer</b>
Kurzbeschreibung	Equations of motion. Aircraft flight performance, flight envelope. Aircraft static stability and control, longitudinal and lateral stability. Dynamic longitudinal and lateral stability.				
Lernziel	- Knowledge of methods to solve flight mechanic problems - To be able to apply basic methods for flight performance calculation and stability investigations				
Inhalt	Equations of motion. Aircraft flight performance, flight envelope. Aircraft static stability and control, longitudinal and lateral stability. Dynamic longitudinal and lateral stability.				
Literatur	Mc Cormick, B.W.: Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics (John Wiley and Sons), 1979 / 1995  Anderson, J: Fundamentals of Aerodynamics (McGraw-Hill Comp Inc), 2010				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Lecture "Introduction to Aircraft and Car Aerodynamics"				
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
	<i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>				
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				

Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert

<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.  L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				

<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the-art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and assess current research in this area.</li> </ol>				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft

<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

376-1308-00L

**Development Strategies for Medical Implants**

**W**

**3 KP**

**2V+1U**

**J. Mayer-Spetzler, N. Mathavan**

Kurzbeschreibung

Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).

Lernziel

Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.

Inhalt Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.

Seminar:  
 - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory.  
 - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)

Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)

Skript Script (electronically available):  
 - presented slides  
 - selected scientific papers for further reading

Literatur Reference to key papers will be provided during the lectures.

Voraussetzungen / Besonderes Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition

Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.

Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft gefördert

**227-0690-12L Advanced Topics in Control W 4 KP 2V+2U F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising**

Kurzbeschreibung Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.

Lernziel By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.

Inhalt Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.

Skript A complete set of lecture notes and slides will be provided.

Literatur The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors:  
<http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/>

Voraussetzungen / Besonderes Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.

**►► Micro & Nanosystems**

*Die unter der Kategorie "Kernfächer" gelisteten Fächer sind empfohlen. Andere Kurse sind nicht ausgeschlossen, benötigen jedoch die Zustimmung des Tutors/der Tutorin.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>

Kurzbeschreibung The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.

Lernziel The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.

During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.

Inhalt Transducer fundamentals and test structures  
 Pressure sensors and accelerometers  
 Resonators and gyroscopes  
 RF MEMS  
 Acoustic transducers and energy harvesters  
 Thermal transducers and energy harvesters  
 Optical and magnetic transducers  
 Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS  
 Nanosystem concepts  
 Basic electronic circuits for sensors and microsystems

Skript Handouts (on-line)

<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------

Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.
Literatur	Books will be recommended in class
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent

<b>151-0620-00L</b>	<b>Embedded MEMS Lab</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Hierold, A. Güntner, M. Haluska</b>
Kurzbeschreibung	Practical course: Students are introduced to the process steps required for the fabrication of MEMS (Micro Electro Mechanical System) and carry out the fabrication and testing steps in the clean rooms themselves. Additionally, they learn the requirements for working in clean rooms. Processing and characterization will be documented and analyzed in a final report.				
Lernziel	Students learn the individual process steps that are required to make a MEMS (Micro Electro Mechanical System). Students carry out the process steps themselves in laboratories and clean rooms. Furthermore, participants become familiar with the special requirements (cleanliness, safety, operation of equipment and handling hazardous chemicals) of working in the clean rooms and laboratories. The entire production, processing, and characterization of the MEMS is documented and evaluated in a final report.				
Inhalt	With guidance from a tutor, the individual silicon microsystem process steps that are required for the fabrication of an accelerometer are carried out: - Photolithography, dry etching, wet etching, sacrificial layer etching, various cleaning procedures - Packaging and electrical connection of a MEMS device - Testing and characterization of the MEMS device - Written documentation and evaluation of the entire production, processing and characterization				
Skript	A document containing theory, background and practical course content is distributed in the informational meeting.				
Literatur	The document provides sufficient information for the participants to successfully participate in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are required to attend all scheduled lectures and meetings of the course.  Participating students are required to provide proof that they have personal accident insurance prior to the start of the laboratory portion of the course.  This master's level course is limited to 15 students per semester for safety and efficiency reasons. If there are more than 15 students registered, we regret to restrict access to this course by the following rules:  Priority 1: master students of the master's program in "Micro and Nanosystems"  Priority 2: master students of the master's program in "Mechanical Engineering" with a specialization in Microsystems and Nanoscale Engineering (MAVT-tutors Profs Hierold, Koumoutsakos, Nelson, Norris, Poulikakos, Pratsinis, Stemmer), who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 3: master students, who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 4: all other students (PhD, bachelor, master) with a background in silicon or microsystems process technology.  If there are more students in one of these priority groups than places available, we will decide with respect to (in following order) best achieved grade from 151-0621-00L Microsystems Technology, registration to this practicum at previous semester, and by drawing lots. Students will be notified at the first lecture of the course (introductory lecture) as to whether they are able to participate.  The course is offered in autumn and spring semester.				

<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		gefördert gefördert	

<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				

<b>151-0642-00L</b>	<b>Seminar on Micro and Nanosystems</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>C. Hierold</b>
Kurzbeschreibung	Wissenschaftliche Vorträge zu ausgewählten Themen der Mikro- und Nanosystemtechnik Mehr Informationen zu Raum und Inhalt finden sie auf: <a href="https://micro.mavt.ethz.ch/">https://micro.mavt.ethz.ch/</a>				
Lernziel	Die Studierenden erhalten Einblick in den neuesten Stand der Forschung auf dem Gebiet und erhalten die Möglichkeit durch gezielte Fragen eine wissenschaftliche Diskussion mit den Referenten zu führen.				
Inhalt	Ausgewählte und aktuelle Themen der Mikro- und Nanosystemtechnik, Berichte von laufenden Doktoratsprojekten.				

<b>151-0931-00L</b>	<b>Seminar on Particle Technology</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>3S</b>	<b>S. E. Pratsinis</b>
---------------------	---------------------------------------	-----------	-------------	-----------	------------------------

Kurzbeschreibung	The latest advances in particle technology are highlighted focusing on aerosol fundamentals in connection to materials processing and nanoscale engineering. Students attend and give research presentations for the research they plan to do and at the end of the semester they defend their results and answer questions from research scientists. Familiarize the students with the latest in this field.
Lernziel	The goal of the seminar is to introduce and discuss newest developments in particle science and engineering. Emphasis is placed on the oral presentation of research results, validation and comparison with existing data from the literature. Students learn how to organize and deliver effectively a scientific presentation and how to articulate and debate scientific results.
Inhalt	The seminar addresses synthesis, characterization, handling and modeling of particulate systems (aerosols, suspensions etc.) for applications in ceramics, catalysis, reinforcements, pigments, composites etc. on the examples of newest research developments. It comprises particle - particle interactions, particle - fluid interactions and the response of the particulate system to the specific application.
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Particle Technology (30-902) or Particulate Processes (151-0903-00)

---

<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
---------------------	---	----------	-------------	--------------	---------------------------------

Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.				
Inhalt	I- INTRODUCTORY CONCEPTS 1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics 2. The optical near field 3. Reminders on light-matter interaction 4. Reminders on optical resonators  II- PLASMONICS 1. Surface plasmon polaritons 2. Localized surface plasmons 3. Hot carriers 4. Thermoplasmonics  III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS 1. Mie resonances in subwavelength particles 2. Electric versus magnetic resonances 3. Mode engineering and directional scattering 4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics  IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS 1. Photonic crystals 2. Metamaterials 3. Topological photonics 4. Flat optics, metasurfaces & metalenses  V- APPLICATIONS 1. Renewable energy 2. Biomedicine 3. Information and Communication Technology				
Skript	Class notes and handouts				
Literatur	- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet & Lalanne - Absorption and scattering of light by small particles - Bohren & Huffman - Thermoplasmonics - Baffou - Plasmonics - Maier				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft	geprüft

---

<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>
---------------------	---	----------	-------------	--------------

*Findet dieses Semester nicht statt.*

Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.  The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.

Inhalt	<p>PART I:</p> <p>- INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology</p> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation</p> <p>- APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</p> <p>PART 2:</p> <p>- PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</p>
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.
Literatur	- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009 - Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010
Voraussetzungen / Besonderes	Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required. Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.

<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)				
	Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).				
	Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				

<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)				
	Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).				
	Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).				
	Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				

## ►► Bioengineering

*Die unter der Kategorie "Kernfächer" gelisteten Fächer sind empfohlen. Andere Kurse sind nicht ausgeschlossen, benötigen jedoch die Zustimmung des Tutors/der Tutorin.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				



Lernziel	<p>Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien.</p> <p>Studierende sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>
Inhalt	<p>Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.</p> <p>Lehrmodule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe</li> <li>- Einordnung der VR in Geschäftsprozesse</li> <li>- Die Erzeugung virtueller Welten</li> <li>- Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität</li> <li>- Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten</li> </ul>
Skript	<p>Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF</p> <p>Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams</p>

151-0522-00L	Case Studies in Computer Aided Engineering - Applied FEM	W	4 KP	3G	D. Valtorta
Kurzbeschreibung	<p>Modeling and Simulation class: application of the Finite Element Method to challenging engineering projects. Case studies selected in different engineering disciplines will be presented with the contribution of external experts from Swiss companies and research institutions. Students will apply their theoretical knowledge and use Computer Aided Engineering tools to solve real engineering tasks.</p>				
Lernziel	<p>The aim of the course is to introduce students to the simulation-based engineering design with CAE methods. A set of case studies demonstrating the application of CAE will be presented in different engineering fields: design of lightweight structures, strength assessment of mechanical components, dynamics and vibrations, fluid structure interaction, topology optimization and biomechanics. Class will focus on the engineering approach to analyze complex systems: idealization throughout advanced modeling techniques, state of the art simulations using FEA software as a tool, validation of simulation models and comparison with experimental methods.</p> <p>Students will learn how to practice their theoretical knowledge and apply it to real engineering problems, use FEA software to build up complex models, critically analyze and validate results, and document them in a scientific report.</p>				
Inhalt	<p>In the first introductory part of the course, students will receive basic knowledge of modeling and simulation techniques. Simple mechanical problems will be solved using FEA software and compared to theoretical solutions for validation purposes. Several examples will be presented to introduce students to CAE, mainly focused on structural mechanics, but also giving an overview on fluid dynamics, fluid structure interaction and electromagnetics for complex Multiphysics simulations.</p> <p>In the second part of the course, a real industry case study will be presented every week, with the contribution of industry experts and guest speakers. Students will practice the engineering workflow to solve complex problems by building up simulation models, combining their theoretical knowledge with advanced FEA software tools.</p> <p>Among all case studies presented, students are requested to choose 2 different subjects and to thoroughly investigate them. The results of their work shall be summarized in a technical report and submitted for the admission to the oral examination. Results of their analyses will be presented and discussed with the examiners during the oral examination.</p>				
Skript	Lecture notes will be shared with students on Moodle throughout the semester.				
Literatur	No textbook required. Theory books will be recommended in each lecture for selected topics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior knowledge of FEA theory and practice is not mandatory, during the first half of the course students will have the possibility to familiarize with FEA software using simple examples.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
151-0530-00L	Nonlinear Dynamics and Chaos II	W	4 KP	4G	G. Haller

Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.
Literatur	Books will be recommended in class
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent

<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	<p>Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design</p> <p>Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge</p> <p>Step 2: Select soft robotic actuator material</p> <p>Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge</p> <p>Step 4: Basic controller for robotic functionality</p> <p>Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios</p> <p>Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario</p> <p>Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario</p> <p>Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario</p> <p>Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation</p> <p>Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills</p> <p>Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains</p> <p>Step 1: Identify the moving aspects of the problem</p> <p>Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom</p> <p>Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge</p> <p>Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain</p> <p>Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings</p> <p>Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions</p> <p>Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials</p> <p>Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material</p> <p>Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material</p> <p>Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material</p> <p>Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach</p>				
Inhalt	<p>Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.</p> <p>Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications</p> <p>Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors</p> <p>Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering</p> <p>Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering</p> <p>Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models</p> <p>Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks</p> <p>Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control</p>				
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.				
Literatur	<p>All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.</p> <p>1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29.</p> <p>2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016.</p> <p>3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153.</p> <p>4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017).</p> <p>5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls.</p> <p>- Designed for students at the master's or PhD level.</p> <p>- Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**151-0641-00L Introduction to Robotics and Mechatronics W 4 KP 2V+2U B. Nelson, Q. Boehler**  
*Number of participants limited to 45.*

*Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html>). Registrations per e-mail is not accepted!*

**Kurzbeschreibung** The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.

**Lernziel** An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.

The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.

**Inhalt** The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following:

0. Course Introduction
1. C Programming
2. Sensors
3. Data Acquisition
4. Signal Processing
5. Digital Filtering
6. Actuators
7. Computer Vision and Kinematics
8. Modeling and Control
9. Review and Outlook

The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website ([www.msrl.ethz.ch](http://www.msrl.ethz.ch))

**Voraussetzungen / Besonderes** The students are expected to be familiar with C programming.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

---

**151-8102-00L Research Beyond the Lab: Open Science and Research Methods for a Global Engineer W 4 KP 3G E. Tilley, L. Schöbitz**

**Kurzbeschreibung** From the proverbial 'field' to the heart of Zurich, engineering research is guided by the same fundamental principles. With the goal to improve the human condition with technology, we designed this course to teach learners how to conduct a research project out of the lab, and apply open science principles to their data analysis projects.

Lernziel	<p>By the end of the course, learners will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• articulate a foundational understanding of 'research'</li> <li>• identify and implement an appropriate research paradigm for a given study</li> <li>• identify the importance of, and challenges related to research ethics</li> <li>• create a SMART research question</li> <li>• articulate appropriate research aims and objectives for specific questions</li> <li>• create survey questions using a variety of question types and understand the limitations and uses for each type of survey question</li> <li>• apply 12 principles for data organisation in spreadsheets in the layout of a collected dataset</li> <li>• clone a repository from GitHub into the Posit Cloud and can use the RStudio IDE to commit and push changes to GitHub</li> <li>• create a repository on GitHub and start a new R Project using the RStudio IDE on Posit Cloud</li> <li>• can use three different ways of getting support in solving coding problems online</li> <li>• can apply 10 functions from the dplyr R Package to generate a subset of data for use in a table or plot</li> <li>• use GitHub to publish their Course project report as a website</li> <li>• can use exported references from Zotero in Better BibTex Format to generate an automated reference list</li> <li>• cross-reference figures and tables within an R Markdown file</li> </ul>
Inhalt	<p>Over the course of the semester, students will develop a research project and learn the necessary qualitative and quantitative methods required to collect data from people. We will use tidyverse R packages to work with data, and git and GitHub as tools for version control and collaboration. By the end of the course, students will have a complete overview of how a typical field-based research project is designed, implemented and communicated.</p>

Content will be delivered through lectures and tutorials. The success of the course will depend on the student's own willingness to engage with local challenges, stakeholders, citizens and agencies in order to develop a comprehensive body of work that answers a relevant, local problem.

Topics covered include:

- The data science life-cycle
- Data organization in spreadsheets
- Exploratory data analysis using visualization
- Concept of tidy data and data tidying
- Data transformation and descriptive statistics
- Data communication using the Quarto open-source scientific and technical publishing system
- Theory and foundations of field-based research
- Research Design and implications for analysis

Skript	Distributed during the course.
Voraussetzungen / Besonderes	This course does not have any specific prerequisites. No prior experience of working with a programming language is required, nor do we expect statistical knowledge beyond basic summary statistics taught in high school environments.

Note on accessibility: Although there are 2 weeks of data collection outside of the classroom, we do not want this, or any other component of the hybrid-style course to be a barrier to anyone who is interested in enrolling. If you have a specific concern about your ability to participate, please contact us, so we can discuss strategies to ensure that you are included.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert

---

<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	-------------------

**Kurzbeschreibung** This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.

**Lernziel** The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.

Skript	Class notes and handouts.
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II

---

<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
---------------------	------------------------	----------	-------------	--------------	----------------------------

**Kurzbeschreibung** Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).

**Lernziel** A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.

**Inhalt** This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.

Skript	Lecture notes are provided electronically.
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.

---

<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>	
---------------------	---	----------	-------------	--------------	--

*Findet dieses Semester nicht statt.*

**Kurzbeschreibung** This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.

Lernziel	<p>This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.</p> <p>The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.</p>				
Inhalt	<p>PART I:</p> <p>- INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology</p> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation</p> <p>- APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</p> <p>PART 2:</p> <p>- PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</p>				
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.				
Literatur	<p>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009 - Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required. Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.</p>				
<b>227-0946-00L</b>	<b>Molecular Imaging - Basic Principles and Biomedical Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1A</b>	<b>D. Razansky</b>
Kurzbeschreibung	<p>Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.</p>				
Lernziel	<p>Molecular Imaging is a rapidly emerging discipline that translates concepts developed in molecular biology and cellular imaging to in vivo imaging in animals and ultimately in humans. Molecular imaging techniques allow the study of molecular events in the full biological context of an intact organism and will therefore become an indispensable tool for biomedical research.</p>				
Inhalt	<p>Concept: What is molecular imaging. Discussion/comparison of the various imaging modalities used in molecular imaging. Design of target specific probes: specificity, delivery, amplification strategies. Biomedical Applications.</p>				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	<p>Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.</p>				
Lernziel	<p>Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.</p>				
Inhalt	<p>Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.</p>				
Skript	<p>D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy</p>				
<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	<p>Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.</p>				
Lernziel	<p>The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.</p>				
Inhalt	<p>Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.</p>				
Literatur	<p>- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley &amp; Sons, 2012 - Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017 - Further textbooks are introduced in the lecture</p>				
<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	<p>Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.</p>				
Lernziel	<p>The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.</p>				

Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.		
Literatur	<p>Books:</p> <p>Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.</p> <p>Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.</p> <p>Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.</p> <p>Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science &amp; Business Media, 2012.</p> <p>Selected Journal Articles:</p> <p>Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." <i>Neuromodulation: Technology at the Neural Interface</i> 4.4 (2001): 187-195.</p> <p>Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." <i>IEEE Transactions on Haptics</i> (2021).</p> <p>Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." <i>Neurological Sciences</i> 37.4 (2016): 503-514.</p> <p>Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. <i>IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering</i> 1, pp. 193-206.</p> <p>Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." <i>Journal of neuroengineering and rehabilitation</i> 15.1 (2018): 1-15.</p> <p>Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." <i>Cochrane database of systematic reviews</i> 11 (2017).</p> <p>Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." <i>Biomedical engineering online</i> 19 (2020): 1-25.</p> <p>Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." <i>Medical devices (Auckland, NZ)</i> 9 (2016): 455.</p> <p>Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." <i>Science</i> 370.6514 (2020): 290-291.</p> <p>Riener, R. (2013) <i>Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics</i>, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.</p> <p>Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., &amp; Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. <i>Journal of Healthcare Engineering</i>, 1(2), 197-216.</p> <p>Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. <i>Medical &amp; Biological Engineering &amp; Computing</i> 43(1), pp. 2-10.</p> <p>Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." <i>Psychonomic bulletin &amp; review</i> 20.1 (2013): 21-53.</p> <p>Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." <i>IEEE Transactions on Robotics</i> (2021).</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Target Group:</p> <p>Students of higher semesters and PhD students of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D-MAVT, D-ITET, D-INFK</li> <li>- Biomedical Engineering</li> <li>- Medical Faculty, University of Zurich</li> </ul> <p>Students of other departments, faculties, courses are also welcome</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft gefördert
<b>376-1308-00L</b>	<b>Development Strategies for Medical Implants</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to development strategies for implantable devices considering the interdependencies of biocompatibility, clinical, regulatory, and economical requirements; discussion of state of the art and actual trends in orthopedics, sports medicine, cardiovascular surgery, and regenerative medicine (tissue engineering).		
Lernziel	<p>Understanding patient-centered implant development processes within the regulatory framework as a never-ending improvement cycle. Relevance of safety and efficacy in a risk-minimizing approach for a commercially successful implant development process. Importance of surface and structural biocompatibility and its relevance for implant design and surgical technique. Understanding key success factors, e.g., clinical and user needs, competitiveness, economics, and regulatory requirements. Tissue engineering concepts, their strengths, and weaknesses as current and future clinical solutions.</p>		

Inhalt	Principles of biocompatibility and biofunctionality; implant and implantation-related tissue reactions, implant development process according to ISO 13485; biocompatible materials and material processing technologies; implant testing (bench, in-vitro, in-vivo, and clinical); discussion of state-of-the-art and actual trends in implant development in sports medicine, spinal and cardio-vascular surgery; introduction to tissue engineering. Commented movies from surgeries will further illustrate selected topics.		
	Seminar: - Group seminars on selected controversial topics in implant development. Participation is mandatory. - Guest lectures on innovation processes, risk management, and robotics (tbc)		
	Planned excursions (limited availability, not mandatory, to be confirmed): Participation (as a visitor) in a life surgery (travel at own expense)		
Skript	Script (electronically available): - presented slides - selected scientific papers for further reading		
Literatur	Reference to key papers will be provided during the lectures.		
Voraussetzungen / Besonderes	Only Master's students; achieved Bachelor's degree is a pre-condition		
	Admission to the lecture is based on a letter of motivation to the lecturer J. Mayer. The number of participants in the course is limited to 30 students in total.		
	Students will be exposed to surgical movies which may cause emotional reactions. The viewing of the surgical movies is voluntary and is the student's responsibility.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft gefördert

---

<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------------

**Kurzbeschreibung** This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.

**Lernziel** The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".

**Inhalt** We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.

- Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour
- Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes
- Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling
- Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways
- Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity
- Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming
- Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis
- Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration
- Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration
- Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration
- Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine
- Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions
- Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers
- Lecture 14: Concluding lecture and case studies

**Skript** n/a

**Literatur** Topical Scientific Manuscripts

---

<b>376-1397-00L</b>	<b>Orthopaedic Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Müller, J. Schwiedrzik</b>
---------------------	---------------------------------	----------	-------------	-----------	----------------------------------

**Kurzbeschreibung** This course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure.

**Lernziel** The learning objectives include  
1. apply engineering and design principles to orthopaedic biomechanics  
2. quantitatively assess the musculoskeletal system and model it  
3. Review materials commonly used in orthopaedic applications  
4. understand design concepts, mechanical performance, and interaction with native tissue of joint replacement implants and fracture fixation devices

**Inhalt** The course is aimed at studying the mechanical and structural engineering of the musculoskeletal system alongside the analysis and design of orthopaedic solutions to musculoskeletal failure. Engineering principles are very important in the development and application of quantitative approaches in biology and medicine. The course includes a general introduction to structure and function of the musculoskeletal system: anatomy and physiology of musculoskeletal tissues and joints; biomechanical methods to experimentally assess and model the mechanical behavior of tissues and large joint systems. These methods will also be applied to musculoskeletal failure, joint replacement and reconstruction, and implants. Common biomaterials, their properties and applications in orthopaedic biomechanics will be discussed. Finally, we will cover different design concepts, mechanical performance, and modeling approaches for various orthopaedic solutions to musculoskeletal issues.

Skript	Stored on Moodle.				
Literatur	Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems				
	Authors: Donald L. Bartel, Dwight T. Davy, Tony M. Keaveny Publisher: Prentice Hall; Copyright: 2007 ISBN-10: 0130089095; ISBN-13: 9780130089090				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Röttmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>376-1721-00L</b>	<b>Bone Biology and Consequences for Human Health</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Goldhahn</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Bone is a complex tissue that continuously adapts to mechanical and metabolic demands. Failure of this remodeling results in reduced mechanic stability of the skeleton. This course will provide the basic knowledge to understand the biology and pathophysiology of bone necessary for engineering of bone tissue and design of implants.				
Lernziel	After completing this course, students will be able to understand: a) the biological and mechanical aspects of normal bone remodeling b) pathological changes and their consequences for the musculoskeletal system c) the consequences for implant design, tissue engineering and treatment interventions.				
Inhalt	Bone adapts continuously to mechanical and metabolic demands by complex remodeling processes. This course will deal with biological processes in bone tissue from cell to tissue level. This lecture will cover mechanisms of bone building (anabolic side), bone resorption (catabolic side), their coupling, and regulation mechanisms. It will also cover pathological changes and typical diseases like osteoporosis. Consequences for musculoskeletal health and their clinical relevance will be discussed. Requirements for tissue engineering as well as implant modification will be presented. Actual examples from research and development will be utilized for illustration.				
<b>227-0945-11L</b>	<b>Cell and Molecular Biology for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Frei</b>
	<i>Students who have taken the semester course 227-0945-00L Cell and Molecular Biology for Engineers I, 227-0945-10L Cell and Molecular Biology for Engineers II or the year-long course before FS23 cannot earn credit points for this course.</i>				
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction into cellular and molecular biology, specifically for students with a background in engineering. The focus will be on the basic organization of eukaryotic cells, molecular mechanisms and cellular functions. Textbook knowledge will be combined with results from recent research and technological innovations in biology.				
Lernziel	After completing this course, engineering students will be able to apply their previous training in the quantitative and physical sciences to modern biology. Students will also learn the principles how biological models are established, and how these models can be tested.				
Inhalt	Lectures will include the following topics: DNA, chromosomes, genome engineering, RNA, proteins, genetics, synthetic biology, gene expression, membrane structure and function, vesicular traffic, cellular communication, energy conversion, cytoskeleton, cell cycle, cellular growth, apoptosis, autophagy, cancer and stem cells.				
	In addition, 3 journal clubs will be held, where recent publications will be discussed. For each journal club, students (alone or in groups of up to four students) have to write a summary and discussion of the publication. These written documents will be graded and count as 30% for the final grade.				
Skript	Scripts of all lectures will be available.				
Literatur	"Molecular Biology of the Cell" (7th international student edition) by Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, and Walter.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

►► Design, Computation, Product Development & Manufacturing

Die unter der Kategorie "Kernfächer" gelisteten Fächer sind empfohlen. Andere Kurse sind nicht ausgeschlossen, benötigen jedoch die Zustimmung des Tutors/der Tutorin.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0314-00L</b>	<b>Informationstechnologien im digitalen Produkt</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Zwicker, R. Montau</b>
Kurzbeschreibung	Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen				
Lernziel	Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Produkt Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.				
Inhalt	Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx--Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.				
	Lehrmodule: - Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM) - Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung) - Objektmanagement - Objektklassifikation - Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen - CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR - Workflow & Change Management - Schnittstellen im Digitalen Produkt - Enterprise Application Integration (EAI)				
Skript	Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.				
Literatur	Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt - Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich) - Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang				
	Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung: - Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5) - Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>151-0548-00L</b>	<b>Manufacturing of Polymer Composites</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Ermanni</b>
Kurzbeschreibung	The course covers polymer and fibers, textile technologies, process modelling, manufacturing technologies, quality control and testing, economic and ecological aspects. It combines lectures and tutorials to acquire a thorough knowledge and know-how in main aspects related to the modern manufacturing technologies of fiber reinforced polymer composites.				
Lernziel	To provide a thorough knowledge in manufacturing science and technology of advanced fiber reinforced polymer composites.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction</li> <li>- Fibers and fiber forms</li> <li>- Thermoset Composites: materials and processes</li> <li>- Thermoset Composites: materials and processes</li> <li>- Autoclave and Out-of-Autoclave processing</li> <li>- Liquid Composite Moulding (LCM)</li> <li>- Economical and ecological aspects</li> </ul>				
Skript	Lecture notes, handouts, exercises, and the script are available for download in a digital format. The lecture materials can be found via moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22497">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22497</a>				
Literatur	Literature list is included in the script.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>151-3202-00L</b>	<b>Product Development and Engineering Design</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>K. Shea, E. Tilley</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the product development process. In a team, you will explore the early phases of conceptual development and product design, from ideation and concept generation through to hands-on prototyping. This is an opportunity to gain product development experience and improve your skills in prototyping and presenting your product ideas. The project topic changes each year.				
Lernziel	The course introduces you to the product development process and methods in engineering design for: product planning, user-centered design, creating product specifications, ideation including concept generation and selection methods, material selection methods and prototyping. Further topics include design for manufacture and design for additive manufacture. You will actively apply the process and methods learned throughout the semester in a team on a product development project including prototyping.				
Inhalt	Weekly topics accompanying the product development project include: 1 Introduction to Product Development and Engineering Design 2 Product Planning and Social-Economic-Technology (SET) Factors 3 User-Centered Design and Product Specifications 4 Concept Generation and Selection Methods 5 System Design and Embodiment Design 6 Prototyping and Prototype Planning 7 Material Selection in Engineering Design 8 Design for Manufacture and Design for Additive Manufacture				
Skript	available on Moodle				
Literatur	Ulrich, Eppinger, and Yang, Product Design and Development. 7th ed., McGraw-Hill Education, 2020.  Cagan and Vogel, Creating Breakthrough Products: Revealing the Secrets that Drive Global Innovation, 2nd Edition, Pearson Education, 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course is offered to ME (BSc and MSc) and CS (BSc and MSc) students, priority will be given to ME BSc students in the Focus Design, Mechanics, and Materials if the course is full.				
<b>151-3210-00L</b>	<b>Structural Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>T. Stankovic</b>
Kurzbeschreibung	The course covers fundamentals of structural optimization in terms of the optimal design of topology, shape, size and material for discrete and continuous representations of structures. It develops skills to formally state and model structural design tasks as optimization problems and select appropriate methods to solve them.				
Lernziel	The course covers fundamentals of structural optimization in terms of the optimal design of topology, shape, size and material for discrete and continuous representations of structures. After taking the course students will be able to express structural design problems as formal optimization problems. Students will also be able to select and apply a suitable optimization method given the nature of the optimization model. They will understand the foundations of the state-of-the art structural optimization methods in order to design more efficient and performance optimized technical products. The exercises are MATLAB based.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Topology optimization of truss structures</li> <li>- Topology optimization by distribution of isotropic material</li> <li>- Structural optimization for additive manufacture</li> </ul>				
Skript	Available on Moodle.				
Literatur	Suggested literature: Haftka, R. T., & Gürdal, Z. (2012). Elements of structural optimization (Vol. 11). Springer Science & Business Media. Bendsøe, M. P., & Sigmund, O. (2004). Optimization of structural topology, shape, and material (Vol. 414). Berlin etc: Springer.				
Voraussetzungen / Besonderes	There are no direct prerequisites for taking this course. However, prior knowledge regarding the fundamentals of mathematical programming methods and structural analysis is advisable.				
<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				

Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Verfahren und Technologien geprüft

### ► Multidisziplinärer

*Den Studierenden stehen sämtliche Master-Kurse der Vorlesungsverzeichnisse der ETH Zürich, der ETH Lausanne sowie der Universitäten Zürich (<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/chmobilityin.html>) und St. Gallen zur individuellen Auswahl offen.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0638-00L	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	W	1 KP	2S	R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.				
	To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.				
	On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		

*Gesamtes Lehrangebot der ETH Zürich*

### ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1002-00L	<b>Semester Project Mechanical Engineering ■</b> <i>The subject of the Semester Project and the choice of the supervisor (ETH-professor) are to be approved in advance by the tutor.</i>	O	8 KP	17A	Betreuer/innen

Kurzbeschreibung	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.
Lernziel	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln.

### ► Industrie-Praxis

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1090-00L	<b>Industrial Internship</b> <i>Access to the company list and request for recognition under <a href="http://www.mavt.ethz.ch/praxis">www.mavt.ethz.ch/praxis</a>.</i>	O	8 KP		externe Veranstalter
	<i>No registration required via myStudies.</i>				
Kurzbeschreibung	The main objective of the minimum twelve-week internship is to expose Master's students to the industrial work environment. The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				
Lernziel	The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				

### ► Wissenschaft im Kontext

	<i>Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MAVT</i>				
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH</i>				
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten</i>				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1001-00L	<b>Master's Thesis Mechanical Engineering ■</b> <i>Students who fulfill the following criteria are allowed to begin with their Master's Thesis:</i> a. successful completion of the bachelor program; b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme; c. successful completion of the semester project and industrial internship; d. achievement of 28 ECTS in the category "Core Courses".	O	30 KP	64D	Betreuer/innen
	<i>The Master's Thesis must be approved in advance by the tutor and is supervised by a professor of ETH Zurich.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit schliesst das Master-Studium ab. Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems. Thema und Projektplan werden vom Tutor vorgeschlagen und zusammen mit den Studierenden ausgearbeitet.				
Lernziel	Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems.				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc-Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
406-0173-AAL	<b>Linear Algebra I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	6 KP	13R	N. Hungerbühler
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Linear algebra is an indispensable tool of engineering mathematics. The course is an introduction to basic methods and fundamental concepts of linear algebra and its applications to engineering sciences.				
Lernziel	After completion of this course, students are able to recognize linear structures and to apply adequate tools from linear algebra in order to solve corresponding problems from theory and applications. In addition, students have a basic knowledge of the software package Matlab.				
Inhalt	Systems of linear equations, Gaussian elimination, solution space, matrices, LR decomposition, determinants, structure of linear spaces, normed vector spaces, inner products, method of least squares, QR decomposition, introduction to MATLAB, applications. Linear maps, kernel and image, coordinates and matrices, coordinate transformations, norm of a matrix, orthogonal matrices, eigenvalues and eigenvectors, algebraic and geometric multiplicity, eigenbasis, diagonalizable matrices, symmetric matrices, orthonormal basis, condition number, linear differential equations, Jordan decomposition, singular value decomposition, examples in MATLAB, applications.				
	Reading:				
	Gilbert Strang "Introduction to linear algebra", Wellesley-Cambridge Press: Chapters 1-6, 7.1-7.3, 8.1, 8.2, 8.6				
	A Practical Introduction to MATLAB: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf</a>				
Literatur	Matlab Primer: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf</a>				
	- Gilbert Strang: Introduction to linear algebra. Wellesley-Cambridge Press				
	- A Practical Introduction to MATLAB: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf</a>				
	- Matlab Primer: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf</a>				
	- K. Nipp / D. Stoffer, Lineare Algebra, vdf Hochschulverlag, 5. Auflage 2002				
	- K. Meyberg / P. Vachenaer, Höhere Mathematik 1, Springer 2003				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>401-0363-AAL</b>	<b>Analysis III</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E- 4 KP 9R</b>	<b>A. Iozzi</b>
Kurzbeschreibung	The focus lies on the simplest cases of three fundamental types of partial differential equations of second order: the Laplace equation, the heat equation and the wave equation.		
Literatur	Reference books and notes  Main books:  Giovanni Felder: "Partielle Differenzialgleichungen für Ingenieurinnen und Ingenieure" (Download PDF: <a href="http://www.math.ethz.ch/u/felder/Teaching/Partielle_Differenzialgleichungen">http://www.math.ethz.ch/u/felder/Teaching/Partielle_Differenzialgleichungen</a> ), Erwin Kreyszig: "Advanced Engineering Mathematics", John Wiley & Sons, just chapters 11, 16.  Extra readings:  Norbert Hungerbühler: "Einführung in die partiellen Differentialgleichungen", vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Yehuda Pinchover, Jacob Rubinstein: "Partial Differential Equations", Cambridge University Press 2005.  For reference/complement of the Analysis I/II courses:  Christian Blatter: Ingenieur-Analysis (Download PDF)		
Voraussetzungen / Besonderes	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.		
<b>151-0714-00L</b>	<b>Werkstoffe und Fertigung</b>	<b>E- 6 KP 4V+2U</b>	<b>M. Bambach, L. Deillon</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung "Werkstoffe und Fertigung" vermittelt den Studierenden die Grundlagen, um Werkstoffe für Anwendungen im Maschinenbau systematisch auszuwählen.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verstehen der unterschiedlichen Eigenschaften (mechanisch, thermisch, elektrisch, magnetisch, optisch) von Werkstoffen</li> <li>- Grundlegende Zusammenhänge zwischen dem Aufbau der Werkstoffe und diesen Eigenschaften verstehen und mit Modellen beschreiben</li> <li>- Grundlegende Berechnungsmethoden und Modelle zur Beschreibung der Werkstoffeigenschaften kennen und anwenden können</li> <li>- Werkstoffe systematisch anhand von Designkriterien auswählen können</li> <li>- Fertigungs- und Umweltaspekte kennen und bei der Werkstoffauswahl berücksichtigen</li> </ul>		
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung – Werkstoffe im Maschinenbau</li> <li>2. Werkstoffeigenschaften - ein Überblick</li> <li>3. Werkstofffamilien und systematische Werkstoffauswahl</li> <li>4. Mechanische Eigenschaften</li> <li>5. Thermische Eigenschaften</li> <li>6. Hochtemperatureigenschaften</li> <li>7. Elektrische Eigenschaften</li> <li>8. Magnetische Eigenschaften</li> <li>9. Optische Eigenschaften</li> <li>10. Degradation von Werkstoffen</li> <li>11. Werkstoffe und Umwelt</li> </ol>		
Skript	Lernmaterialien werden über Moodle bereitgestellt.		
Literatur	Bergmann, Wolfgang. Werkstofftechnik 1: Struktureller Aufbau von Werkstoffen-Metallische Werkstoffe-Polymerwerkstoffe-Nichtmetallisch-anorganische Werkstoffe. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2013.  Bergmann, Wolfgang, and Christoph Leyens. Werkstofftechnik 2: Anwendung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2021.  Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design 5th Edition - September 23, 2016, ISBN: 9780081005996  Gottstein, G. (2013). Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: Physikalische Grundlagen. Springer-Verlag.		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenfächer: - Mechanik/Festigkeitslehre: Spannung, Dehnung - Thermodynamik: Energie- und Enthalpiegrößen - Mathematik: Differentialgleichungen		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Kundenorientierung Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>151-0120-00L</b>	<b>Fluid Dynamics</b>	<b>E-</b>	<b>8 KP</b>	<b>6V+2U</b>	<b>F. Coletti, P. Jenny</b>
	<i>The course (both lecture and exercise) consists of two parts: part 1 will be in English and part 2 in German.</i>				
Kurzbeschreibung	An introduction to the physical and mathematical foundations of fluid dynamics is given. Topics include dimensional analysis, integral and differential conservation laws, inviscid and viscous flows, Navier-Stokes equations, boundary layers, turbulence, potential flows, unsteady flows, aerodynamic concepts, vorticity dynamics, compressible flows.				
Lernziel	Introduction to the physical and mathematical principles of fluid dynamics. Fundamental terminology/principles and their application to simple problems. Concepts, phenomena and quantitative description of potential, rotational, and one-dimensional compressible flows.				
Inhalt	Dimensional analysis, integral and differential conservation laws, inviscid and viscous flows, Navier-Stokes equations, boundary layers, turbulence, potential flows, unsteady flows, aerodynamic concepts, vorticity dynamics, compressible flows.				
Literatur	Relevant chapters from the textbook:				
Kompetenzen	P.K. Kundu, I.M. Cohen, D.R. Dowling: Fluid Mechanics, Academic Press, 6th ed., 2015				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>252-0870-00L</b>	<b>Stochastics and Machine Learning</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>5G</b>	<b>P. Cheridito, C. Cotrini Jimenez, A. Streich</b>
Kurzbeschreibung	This is an introduction to probability, statistics, and machine learning for students of mechanical engineering. We cover the fundamental concepts from probability theory, statistics and machine learning, with a focus on applications for mechanical engineering.				
Lernziel	Basic notions of probability theory and statistics such as probability space, probability measure, random variables, expected value, variance, covariance, standard deviation, correlation, quantiles, conditional distributions, parameter estimation, statistical tests, linear regression				
	Learn the fundamentals of machine learning: training, testing, validation, model selection.				
	Learn essential Python libraries for machine learning: scikit-learn, pytorch, gym.				
	Understand the mathematical foundations of diverse ML algorithms: empirical risk minimization, bias-variance tradeoff, stochastic gradient descent, back propagation, Bellman equations.				
	Learn how to preprocess data for machine learning.				
Inhalt	Acquire an overview of the trending applications of machine learning for mechanical engineering.				
	Part I: Stochastics				
	Probability space, probability measure, independence, conditional probabilities, Bayes' theorem, random variables, probability mass functions, densities, distributions, expected value, variance, covariance, standard deviation, correlation, random vectors, multivariate distributions, law of large numbers, central limit theorem, descriptive statistics, histograms, box plots, empirical distributions, parameter estimation, statistical tests				
	Part II: Machine learning				
	Linear and logistic regression. Basic regression and classification with machine learning				
	Regularization and bias-variance tradeoff				
	Ensembles and unsupervised learning				
	Deep learning, neural networks, convolutional neural networks, and transformers				
	Autoencoders, GANs				
	Reinforcement learning, Markov decision processes, Q learning				
Skript	Slides will be made available.				
Literatur	L. Meier. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: Eine Einführung für Verständnis, Intuition und Überblick. Springer, 2020 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4</a>				
	J.A. Rice Mathematical Statistics and Data Analysis, Third Edition. Thomson, 2007.				
	C. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer 2007.				
	C. Bishop. Deep Learning - Foundations and Concepts. Springer 2024 <a href="https://www.bishopbook.com/">https://www.bishopbook.com/</a>				
	T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction; Second Edition. Springer, 2009.				
	Peter Norvig, Stuart Russell: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global 4th Edition. Pearson 2021				
Voraussetzungen / Besonderes	Linear algebra I & II Analysis I & II Informatik I & II				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

#### Maschineningenieurwissenschaften Master - Legende für Typ

Z	Zusatzangebot zum VLV	O	Obligatorisch
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Maschineningenieurwissenschaften und Verfahrenstechnik DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Das allgemeine Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0240-17L</b>	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Edelsbrunner</b>
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
<b>851-0240-25L</b>	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
<b>851-0242-06L</b>	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
<b>851-0242-07L</b>	<b>Menschliche Intelligenz</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>E. Stern</b>
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				



<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Findet in diesem Semester nicht statt. Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzesays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				

<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: Die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-1072-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Maschineningenieurwissenschaften und Verfahrenstechnik</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>Q. Lohmeyer</b>
Kurzbeschreibung	Mit der Mentorierten Arbeit sollen die Studierenden lernen, theoretische Themen aus der didaktischen Ausbildung mit praxisrelevanten Aspekten zu verknüpfen und das Ergebnis in schriftlicher Form zu artikulieren. Die Wahl des Themas und die Festlegung der Inhalte erfolgt in Absprache zwischen den Studierenden und dem Dozenten.				
Lernziel	Das Thema der Arbeit ist so zu wählen, dass damit zumindest eines der folgenden Lehrziele erreicht werden kann: - Die Studierenden sind fähig, ihren eigenen oder Fremdunterricht im Hinblick auf anerkannte Kriterien von lernwirksamem Unterricht zu reflektieren. - Die Studierenden lernen, auf der Basis eines Themas aus ihrem Fachgebiet Unterricht zu planen und durchzuführen. - Die Studierenden lernen, sich vertieft mit fachlichen oder fachdidaktischen Themen auseinanderzusetzen und zwar unter pädagogischen Gesichtspunkten.				
Inhalt	Der Inhalt der Arbeit wird in einem Vorgespräch individuell abgestimmt. Dabei wird neben dem thematischen Rahmen auch der methodische und der didaktische Fokus der Arbeit definiert.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung ist der erfolgreiche Abschluss von Fachdidaktik I und Fachdidaktik II.				
<b>151-1079-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Maschineningenieurwissenschaften und Verfahrenstechnik</b> <i>Das Unterrichtspraktikum kann erst nach Abschluss aller anderen Lehrveranstaltungen des DZ absolviert werden. Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>Q. Lohmeyer</b>
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum bietet den Studierenden die Gelegenheit, die in der didaktischen Ausbildung gewonnenen Erkenntnisse in die Unterrichtspraxis an einer Fachhochschule oder einer Berufsfachschule umzusetzen. Das Praktikum umfasst insgesamt 30 Lektionen, von denen 10 Lektionen hospitiert und 20 Lektionen unterrichtet werden.				
Lernziel	Die Studierenden können den Unterricht anderer hinsichtlich allgemeiner didaktischer Aspekte bewerten und ihre Beobachtungen kommunizieren. Sie können zudem eigene Lektionen vollständig vorbereiten und durchführen. Die Studierenden sind in der Lage, Lernende durch ihre Lektion zu führen und diese aktiv in den Unterricht einzubinden.				

**Inhalt** Das Unterrichtspraktikum steht unter der Leitung einer Praktikumslehrperson, die dem/der Studierenden durch den Dozenten der Fachdidaktik zugewiesen wird. Hinsichtlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen und didaktischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat, und tauscht sich mit dem/der Studierenden über die Erfahrungen und Beobachtungen während der Durchführung aus. Die Praktikumslehrperson muss allen durch den Studierenden/die Studierende erteilten Lektionen beiwohnen und diese mit dem/der Studierenden vor- und nachbesprechen. Zwei Lektionen am Schluss des Praktikums finden als Prüfungslektionen statt, die durch den Dozenten der Fachdidaktik und einen Fachvertreter/eine Fachvertreterin gemeinsam bewertet werden.

**Voraussetzungen / Besonderes** Voraussetzung ist der erfolgreiche Abschluss von Fachdidaktik I, Fachdidaktik II und der Mentorierten Arbeit.

**227-0858-00L Fachdidaktik II für D-MAVT und D-ITET ■ O 4 KP 3G Q. Lohmeyer, R. Büchi**

**Kurzbeschreibung** Die Fachdidaktik II behandelt die Möglichkeiten aktivierender Unterrichtselemente und diskutiert den didaktisch sinnvollen Einsatz neuer digitaler Technologien. Beide Themenschwerpunkte werden in Anwendungsbeispielen und Unterrichtsübungen vertieft.

**Lernziel** Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten, Lernende im Unterricht zu aktivieren. Sie können Fragen so stellen, dass die Lernenden zum Mitdenken und Mitarbeiten angeregt werden. Die Studierenden verstehen zudem wie Animationen und Simulationen eingesetzt werden, um den Aufbau von Konzeptverständnis zu unterstützen.

**Inhalt**

- Didaktik und Digitalisierung
- Animation und Simulation
- Think-Pair-Share
- Gruppenpuzzle
- Fragetechnik
- Unterricht als Praktikum

**Skript** Die Vorlesungsfolien werden auf Moodle bereitgestellt.

**Voraussetzungen / Besonderes** Voraussetzung ist der erfolgreiche Abschluss der Fachdidaktik I.

### Maschineningenieurwissenschaften und Verfahrenstechnik DZ - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Materialwissenschaft Bachelor

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2020)

### ►► Grundlagenfächer Basisjahr

#### ►►► Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0262-G0L</b>	<b>Analysis II</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>5V+3U</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die mathematischen Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, soweit sie die Differential- und Integralrechnung betreffen.				
Lernziel	Verständnis der theoretischen Grundlagen der für das Ingenieursstudium benötigten mathematisch-analytischen Tools, ausgeprägte Rechenfertigkeiten in der mehrdimensionalen Analysis, Anwendung zur Herleitung physikalischer Gesetze und in relevanten Beispielen				
Inhalt	Differential- und Integralrechnung von Funktionen mehrerer Variablen; Vektoranalysis; gewöhnliche Differentialgleichungen erster und höherer Ordnung, Differentialgleichungssysteme. In jedem Teilbereich eine grosse Anzahl von Anwendungsbeispielen aus Mechanik, Physik und anderen Lehrgebieten des Ingenieurstudiums.				
Skript	U. Stammbach: Analysis I/II, Teile B und C				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung folgt dem Skript von Prof. U. Stammbach. Die vier Bände sind im Gesamtpaket zum Spezialpreis von CHF 75.- nur im ETH Store erhältlich und sehr zu empfehlen. Es findet kein Hörsaalverkauf statt. Eine digitale Version der Teile A, B und C wird zur Verfügung gestellt. Analysis I. Die Übungsaufgaben und Online-Quizzes sind ein integraler Bestandteil der Lehrveranstaltung.				
<b>401-0172-00L</b>	<b>Lineare Algebra II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung ist die Fortsetzung von Lineare Algebra I. Die Lineare Algebra ist ein unverzichtbares Werkzeug der Ingenieurmathematik. Die Vorlesung bietet einen Einstieg in die Theorie mit zahlreichen Anwendungen. Die erlernten Begriffe werden in den begleitenden Übungen gefestigt.				
Lernziel	Die Studierenden sind nach Absolvierung des Kurses in der Lage, lineare Strukturen zu erkennen und entsprechende Probleme der Theorie und der Praxis zu lösen.				
Inhalt	Lineare Abbildungen, Kern und Bild, Koordinaten und darstellende Matrizen, Koordinatentransformationen, Norm einer Matrix, orthogonale Matrizen, Eigenwerte und Eigenvektoren, algebraische und geometrische Vielfachheit, Eigenbasis, diagonalisierbare Matrizen, symmetrische Matrizen, orthonormale Basen, Konditionszahl, lineare Differentialgleichungen, Jordan-Zerlegung, Singulärwertzerlegung, Beispiele in MATLAB, Anwendungen.				
Literatur	* K. Nipp / D. Stoffer, Lineare Algebra, vdf Hochschulverlag, 5. Auflage 2002 * K. Meyberg / P. Vachenaer, Höhere Mathematik 2, Springer 2003				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>529-2003-00L</b>	<b>Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>J. Cvengros</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die organische Chemie				
Lernziel	Erarbeiten der Grundlagen der organischen Chemie				
Inhalt	Struktur, Nomenklatur, Eigenschaften und Reaktivität von wichtigsten Stoffklassen in organischer Chemie (Kohlenwasserstoffe, Halogenderivate, Alkohole, Amine, Carbonylverbindungen).				
	Reaktionsmechanismen: SN1 und SN2- Reaktionen; Elektrophile aromatische Substitution; E1- und E2- Eliminationsreaktionen; Additionsreaktionen an C=C-Doppelbindungen; Chemische Reaktivität von Carbonyl- und von Carboxylgruppen.				
	Stereochemie: Raumanordnung von Molekülbausteinen.				
Skript	Vorlesungsfolien				
Voraussetzungen / Besonderes	Verständnis der Konzepte aus der Vorlesung Chemie I				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>402-0051-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Wallraff</b>
Kurzbeschreibung	Elektrostatik. Elektrischer Strom. Einfache Stromkreise. Magnetfeld. Magnetische Induktion. Maxwell'sche Gleichungen. Elektromagnetische Wellen.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Grundlagen von Elektrizität, Magnetismus, und elektromagnetischer Wellen.				

Inhalt	1 Elektrostatik 1.1 Elektrostatische Kräfte 1.2 Elektrisches Feld 1.3 Das Gauss'sche Gesetz und seine Anwendungen 2 Potential, Spannung und Kapazität 2.1 Elektrisches Potential 2.2 Kapazität 3 Elektrischer Strom 3.1 Bewegte Ladungsträger 3.2 Widerstand 3.3 Arbeit und Leistung in elektrischen Stromkreisen 3.4 Spannungsquellen 3.5 Schaltung von Widerständen 3.6 Kirchhoff'sche Regeln für Stromkreise 3.7 RC Stromkreis 4 Magnetisches Feld 4.1 Magnetische Kräfte 4.2 Quellen des Magnetfelds 5 Magnetische Induktion 5.1 Magnetischer Fluss 5.2 Spannungsquelle durch Bewegung 5.3 Zeit-abhängiges Magnetfeld 5.4 Faraday'sche Gesetz 5.5 Induktivität 5.6 Schaltkreise mit Induktionsspulen 6 Maxwell'sche Gleichungen und Elektromagnetische Wellen 6.1 Maxwell'sche Verschiebungsstrom 6.2 Maxwell'sche Gleichungen: Zusammenfassung 6.3 Elektromagnetische Wellengleichung 7 Optik 7.1 Strahlen und Wellenfronten 7.2 Strahlenoptik 7.3 Jenseits der Strahlenoptik: Beugung und Diffraktion
--------	---

Skript Notizen zur Vorlesung werden online zur Verfügung gestellt.

Literatur (Fakultativ):

Paul A. Tipler und Gene Mosca, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure.

---

**327-0213-00L Materialwissenschaftliche Grundlagen II O 2 KP 2G L. Isa**

**Kurzbeschreibung** Die grundlegenden physikalischen Konzepte zur Beschreibung von Materialien, die im ersten Semester gelehrt wurden, werden in Plenumsveranstaltungen vertieft. Die Studierenden machen sich im Selbststudium mit den wichtigsten Materialklassen (Metalle, Polymere, Keramiken und moderne Materialien) vertraut und erhalten fachspezifische, weiterführende Vorlesungen von erfahrenen Wissenschaftlern zu alle

**Lernziel** Die Studierenden sind in der Lage  
- die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Materialien zu nennen und machen sich mit der Spitzenforschung vertraut, (wiedergeben, 1)  
- einfache Beziehungen zwischen atomarer Struktur und makroskopischen Eigenschaften für die verschiedenen Materialklassen zu beschreiben, (verstehen, 2)  
- grundlegende materialspezifische Kerngrößen zu berechnen, (anwenden, 3)  
- Phasendiagramme, Diagramme zu Materialeigenschaften (z.B. Spannungs-Dehnungs-Diagramme). (analysieren, 4)

**Inhalt** Grundlegende Konzepte zu Metallen, Keramiken, Polymeren und modernen Materialien  
Thermodynamik und Phasendiagramme

Diffusion  
Mechanische Eigenschaften  
Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Materialien

**Literatur** Hauptreferenz:

William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch

Materialwissenschaften und Werkstofftechnik – Eine Einführung

Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, Deutschland, 2013

Alternativen:

Milton Ohring

Engineering Materials Science

Academic Press, 1995, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-524995-9.X5023-5>

James F. Shackelford

Introduction to Materials Science for Engineers

5th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 2000

**Voraussetzungen / Besonderes** Der Besuch der Lehrveranstaltung Materialwissenschaftliche Grundlagen I (327-0113-00) wird empfohlen.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert

<b>327-0214-00L</b>	<b>Programmieren II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Ederer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs gibt eine Einführung in die Verwendung stochastischer Methoden zur Simulation von Materialien und deren Eigenschaften. Dabei werden Grundbegriffe der Stochastik und Wahrscheinlichkeitsrechnung ebenso diskutiert wie die Implementation und praktische Durchführung entsprechender Simulationen in Python.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage... ... grundlegende Konzepte der Stochastik und Wahrscheinlichkeitsrechnung zu beschreiben. ... selbstständig Programme für typische stochastische Simulationen (z.B. Diffusions-Probleme, Random Walk, Perkolat.,...) zu entwickeln, die entsprechenden Simulationen durchzuführen, und die erzeugten Daten kritisch zu analysieren. ... Situationen bzw. materialwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen, in denen stochastische Simulationen einen Erkenntnisgewinn versprechen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufallszahlen/Pseudozufallszahlen</li> <li>- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> <li>- Simulation von Diffusionsprozessen</li> <li>- Random Walk</li> <li>- Perkolat.</li> <li>- Einfache Monte Carlo Integration</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Grundlagen der Programmierung in Python und der Verwendung von Jupyter Notebooks, entsprechend von "Programmieren I" (327-0114-00L), werden als bekannt vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### ►►► Weitere Fächer des Basisjahres

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0211-00L</b>	<b>Projekte und Praktika II ■</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>7P</b>	<b>M. B. Willeke, L. De Pietro, M. R. Dusseiller, T.-B. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens, der Materialwissenschaft, Physik und Chemie in Form von Praktikumsversuchen und eines längeren, konstruktiven Projekts, teilweise mit engem Bezug zu den Vorlesungen. Analytische, konstruktive, chemische und physikalische Methoden werden erprobt, Projektarbeit geübt sowie sicheres Arbeiten in Labor und Werkstatt.				
Lernziel	Praktische Einführung in die Begriffe und Grundlagen der Materialwissenschaft, Materialbearbeitung und Chemie in Versuchen und Projektarbeiten. Kennenlernen wichtiger chemischer und physikalischer Analysemethoden. Kennenlernen verschiedener Prozessverfahren wie CAD-Zeichnen, 3D-Drucken (Polymer), Thermoformen, CNC-Fräsen, konventionelles Fräsen, Kleben, Schrauben usw. Sammeln erster Erfahrungen in Projektmanagement.				
Inhalt	Inhalt: Experimente aus den Gebieten der synthetischen und analytischen Chemie (DC, IR- und UV/Vis-Spektroskopie, DLS, DSC, TGA, AFM), Bruchmechanik, mechanische und thermische Eigenschaften von Materialien, Untersuchung mechanischer/thermischer Eigenschaften von Materialien, Spurverfolgung von Nanopartikeln in Lsg. (DLS und klassische Mikroskopie), Thermodynamik, Korrosion, Galvanik, ein Versuch in der Werkstatt des Departements (technisches Zeichnen, Materialbearbeitung, Vorgehensweise zur Erstellung von Werkstücken), "Schmiede-Versuch" (schmieden, Holz- und Steinbearbeitung) und weitere. Projektarbeit: Ein fünfwöchiges Konstruktionsprojekt (z.B. Bau eines "Schienenzeppelins") wird am Schluss vom P2-II durchgeführt. Abschlusspräsentation des Projekts vor einem grösseren Publikum.				
Skript	Skripte mit Informationen zu den einzelnen Versuchen (Zielsetzung, Theorie, experimentelles Vorgehen, Hinweise zur Auswertung) werden über den Moodle zur Veranstaltung zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Organisation: Arbeiten in 2er bzw. 4er Gruppen (Werkstoffteil), alleine im Chemieteil und in 8er Gruppen im Projektteil.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ►► Grundlagenfächer zweites Studienjahr

#### ►►► Prüfungsblöcke

#### ►►►► Prüfungsblock 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0206-00L</b>	<b>Mechanics</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. A. Tervoort, R. Style</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieser Vorlesung ist eine Einführung in die Werkstoffmechanik: die mathematische Beschreibung des mechanischen Verhaltens von Werkstoffen und Strukturen. Konzepte wie Spannungen und Verformungen, Elastizität, Viskoelastizität, Plastizität und Bruchmechanik werden vermittelt und in Übungen angewendet.				
Lernziel	Ziel dieser Vorlesung ist es, den Studierenden eine Einführung in die Theorie und Anwendung der Prinzipien der Werkstoffmechanik zu geben. In dieser Vorlesung werden die Voraussetzungen für die Analyse von verformbaren Körpern einschließlich fortgeschrittener numerischer Methoden erarbeitet, so dass die Studierenden diese anschließend bei realen Problemen anwenden können.				

Inhalt	Spannungs- und Dehnungstensor, lineare Elastizität und Viskoelastizität, Torsion, Biegung, transversale Scherung, Druckbehälter, Mohrsche Kreise, Fachwerke, Durchbiegung von Balken, Knicken von Balken, Plastizität und Bruchmechanik. Anwendung der Finite-Elemente-Methode zur Lösung von Problemen mit inhomogenen Spannungen.			
Literatur	Mechanics of Materials, David Roylance			
<b>327-0415-00L</b>	<b>Thermodynamics and Phase Transformations</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+3P</b> <b>J. F. Löffler, P. Derlet, R. Schäublin</b>
Kurzbeschreibung	The aim of the course is to provide a theoretical background to phase transformations and the constitution of microstructures. This includes the thermodynamic basis of phase equilibria, diffusional and diffusionless transformations, properties of surfaces and interfaces, and the understanding of how through variations of processing conditions a material with specific properties can be tailored.			
Lernziel	The lecture gives a detailed understanding of important aspects in materials science, with special emphasis on thermodynamics and phase transformations, mostly related to metallic materials.			
Inhalt	Topics of the lecture part are thermodynamics and phase diagrams; crystal interfaces and microstructure; defects in solids; interactions between them; solidification; recovery and recrystallization; diffusional transformations in solids; and diffusionless transformations.  Approximately eight assignments will be distributed and the students are asked to solve these assignments at home. For carefully solved assignments students will receive up to 0.25 grade points to improve the total course unit grade. The assignments will be discussed in detail in the course unit 327-0415-00 U.  In 327-0415-00 P, we will offer experimental projects that are related to the lecture, such as alloy production, casting, annealing, microstructure analysis, and studies of thermophysical and mechanical properties. Here it is our aim that the students gain detailed knowledge of the lecture subject via "project-based learning".  We will also teach various modeling tools to simulate properties of metallic alloys. This includes introduction to python; (kinetic) Monte Carlo of 2D binary alloys; simulations of dislocations moving through a 2D pinning field; 1D dislocation dynamics; and the solving of ordinary and partial differential equations with respect to diffusion. This more theoretical part is also strongly related to the lecture, with the aim that the students gain detailed knowledge of the lecture subject via the modeling of simplified systems in 2D.			
Skript	Details at: <a href="http://www.metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/thermodynamics.html">http://www.metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/thermodynamics.html</a>			
Literatur	D. A. Porter, K. E. Easterling, M. Y. Sherif Phase Transformations in Metals and Alloys - Third Edition CRC Press, Taylor & Francis Group ISBN: 978-1-4200-6210-6			
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of statistical thermodynamics, as provided by the third-semester course 327-0315-00L in the Materials Science Bachelor Curriculum.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement		geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung		geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft
<b>327-0412-00L</b>	<b>Materialsynthese II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b> <b>M. Niederberger, M. Ciomaga Hatnean, A. Lauria, M. B. Willeke</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt die Grundlagen und Begriffe der Koordinationschemie und führt die verschiedenen präparativen Methoden für keramische Pulver ein. Kristallfeld- und Molekülorbital-Theorie, das Konzept der harten und weichen Säuren und Basen sowie die anorganische Strukturchemie bilden weitere Schwerpunkte. Themen-übergreifende Projektarbeiten rundet den Kurs ab.			
Lernziel	Die Studierenden lernen die Grundlagen der Komplexchemie kennen, d.h. sie verstehen, wie Koordinationsverbindungen aufgebaut sind, wie die d-Elektronenzahl des Metalls mit der Struktur der Komplexe zusammenhängt, wie Koordinationsverbindungen benannt werden und was Isomerie bedeutet. Sie können das HSAB-Konzept anwenden und verstehen die Grundlagen der Kristallfeld- und der MO-Theorie. Als weiterer Schwerpunkt können die Studierenden Synthesemethoden für anorganische Pulver vorschlagen und sie können die Vor- und Nachteile einzelner Methoden erklären. Sie kennen die theoretischen Grundlagen für die Nukleation und für das Wachstum anorganischer Partikel und wissen, wie man diese Prozesse kontrollieren kann.			
Inhalt	Die Vorlesung startet mit der Einführung grundlegender Modelle zur Einteilung von Verbindungen und geht dann über zu Koordinationsverbindungen. Das HSAB-Konzept wird erklärt, gefolgt von einer Diskussion der verschiedenen Aspekte der Koordinationschemie. Grundlagen der Kristallfeldtheorie und der MO-Theorie schliessen diesen ersten Teil ab. Im zweiten Teil werden verschiedenen Synthesemethoden für anorganische Pulver präsentiert. Dabei werden sowohl nasschemische wie auch Gasphasen und Festkörpermethode betrachtet. Nukleations- und Wachstumsmodelle bilden die theoretischen Grundlagen für die Synthese. Ein kurzer Exkurs in die Strukturchemie begleitet diesen Block. Im dritten und letzten Teil sollen die beiden Teile der Vorlesung in einer Projektarbeit vereint werden.			
Skript	Vorlesungsfolien mit Hinweisen zu weiterführender Literatur sind auf Moodle verfügbar.			
<b>327-0413-00L</b>	<b>Materials Characterization II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b> <b>R. Erni, S. Gerstl, A. Hrabec, S. S. Lee, V. Scagnoli, M. Trassin, T. Weber, P. Zeng</b>

Kurzbeschreibung	Das Hauptlernziel des Kurses ist, dass die Studierenden selbständig eine geeignete Charakterisierungsmethode wählen können, um ein spezifisches materialwissenschaftliches Problem lösen zu können. Folgende Methoden werden dabei behandelt: Licht-, Rasterkraft- und Elektronenmikroskopie, Beugungsmethoden (Röntgen, Neutronen, Elektronen) und Atomsondentomographie. Vorlesungen und Praktika in D oder E.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklären der Grundkonzepte von elementaren und fortgeschrittenen Materialcharakterisierungsmethoden im Bereich der Mikroskopie und Beugung.</li> <li>- Identifizieren und lösen von praktischen Problemen mittels der Anwendung ausgewählter Charakterisierungsmethoden basierend auf entsprechenden Labor-Praktika.</li> <li>- Imstande sein, Laien zu beraten warum, wie und wann diese Methoden eingesetzt werden können, um welche Information zu gewinnen und auf mögliche Probleme und Beschränkungen der Messmethoden aufmerksam zu machen.</li> </ul>		
Inhalt	Im ersten Teil des Semesters werden von verschiedenen Dozenten die Grundlagen von oben erwähnten Materialcharakterisierungsmethoden eingeführt. Dies ist der Vorlesungsteil des Kurses. Im zweiten Teil des Semesters werden die Studierenden, in verschiedenen Gruppen eingeteilt, in Laborpraktika ausgewählte Methoden anwenden. Diese Praktika sind der zentrale Teil dieses Kurses, wo die Studierenden mit praktischen Problemen und den Beschränkungen der einzelnen Methoden konfrontiert werden und selbständig in den Gruppen Lösungen erarbeiten müssen. Speziell: es werden auch Laborpraktika an den Neutronen- und Synchrotron Röntgen Einrichtungen am Paul Scherrer Institut angeboten, die halb- und ganztägig nach dem Semesterende stattfinden werden.		
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Folien der Vorlesungen (in Englisch) werden elektronisch verteilt.</li> <li>- Je nach Praktikum, werden zusätzliche Dokumente zur Verfügung gestellt.</li> <li>- In Laborjournalen sind die Studierenden aufgefordert ihre eigene Dokumentation der Laborkurse zu verfassen.</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B. Fultz, J. Howe, Transmission Electron Microscopy and Diffractometry of Materials, 2nd ed., Springer, 2009.</li> <li>- P. Willmott, An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications, Wiley, 2011.</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Materialcharakterisierung I		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

<b>327-0416-00L</b>	<b>Quantum Mechanics and Solid State Physics II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>N. Spaldin</b>
Kurzbeschreibung	Solution and application of the Schrödinger equation for an electron in a Coulomb potential (the H atom problem). Energy bands in solids from the Nearly-Free-Electron and Linear-Combination-of-Atomic-Orbitals approaches. Band gaps, semiconductors and insulators. Solution of the Schrödinger equation for a harmonic oscillator; vibrational properties of solids.				
Lernziel	By the end of this semester you will be able to:				
	Understand the solution of the Schrödinger equation describing a H atom and apply it to calculating properties of atoms.				
	Derive how energy bands in solids emerge both from combining atoms and from applying a periodic potential to free electrons.				
	Construct band structures for given crystal chemistries, and interpret given band structures to predict material properties.				
	Solve the Schrödinger equation for the harmonic oscillator and apply it to the vibrational properties of solids.				
Inhalt	<p>Explain the relationships between atomic orbitals, chemical bonds, crystal structures and resulting properties of matter.</p> <p>By the end of last semester we had developed the classical and quantum mechanical free-electron theories, and found that, particularly by including quantum mechanics, we could describe many of the properties of simple metals quite well. We found some peculiarities though, like positive Hall coefficients and negative masses, and didn't have the machinery to describe semiconductors or insulators.</p> <p>We'll start this semester by developing the band theory of solids, in order to address some of these deficiencies. We'll take two approaches: Starting from our Quantum Mechanical Free Electron Theory we will add a periodic potential, so that the electrons are not "free" any more. And starting from solving the Schrödinger equation for an atom, we will bring atoms together to form a crystal so that their atomic orbitals interact.</p> <p>We'll see that both approaches give us bands of allowed energy levels, with gaps between them, and allow us to capture many of the electronic properties of semiconductors and insulators.</p> <p>Finally, to understand thermal properties we will need to look at lattice vibrations, which will involve solving the Schrödinger equation for a harmonic oscillator.</p>				
Skript	provided through the course moodle				
Literatur	provided through the course moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Quantenmechanik und Festkörperphysik I, plus all prerequisites for that.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►►► Projekte und Anwendungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0414-00L</b>	<b>Introduction to Finite Elements in Materials Science</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A. Gusev</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Finite Elemente in der Materialwissenschaft				
Lernziel	Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Kurs sind Studierende in der Lage: - einen Überblick über die Gesamt-Energie- und schwache Form von Galerkin gewichteten Residuen zu geben, lineare Finite Elemente solche höherer Ordnung zu unterscheiden, sowie die grundlegenden Schritte und Arbeitsabläufe der Finite Elemente Methode zu erkennen und zu erklären. - mit COMSOL Multiphysics Finite-Elemente-Modelle elementarer gekoppelter Probleme der Material- und Ingenieurwissenschaften aufzustellen, zu lösen und die Ergebnisse zu analysieren.				
Inhalt	Energieformulierungen; Finite Elemente für Verschiebungen; Lineare Elemente; Schwache Form Galerkin gewichteter Residualansatz; Elemente höherer Ordnung; COMSOL Tutorials				
Literatur	Astley R.J. Finite Elements in Solids and Structures, Chapman & Hill, 1992 Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method, 5th ed., vol. 1, Butterworth-Heinemann, 2000				
<b>327-0411-00L</b>	<b>Projekte und Praktika IV ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. B. Willeke, L. De Pietro, T.-B. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Zum einen ist ein aufwendiges Semesterprojekt in einer Gruppenarbeit durchzuführen, das auf einer Projektvorstellung am Ende des Semesters präsentiert wird. Zum anderen gibt es parallel dazu kurze Chemieprojekte, die u.a. eng mit Lehrveranstaltungen zur Materialsynthese II koordiniert sind und Physikversuchen u.s. zur Metallphysik und Festkörperphysik, u.a. mit Bezug zum PSI (inkl. Besuch).				
Lernziel	Vermittlung von Basiswissen und experimenteller Kompetenz anhand ausgewählter Beispiele aus den Fachbereichen Chemie, Physik und Metallphysik. Erste Aneignung von selbständigen technisch-wissenschaftlichen Arbeiten. Jede Gruppe präsentiert ein Experiment mit einem Poster auf der Abschlussveranstaltung des Praktikums vorstellen.				
Inhalt	Projekt: Semester langes Konstruktionsprojekt (Gruppenarbeit).  Chemie: "Vorlesungskoordiniertes projektbasiertes Praktikum" (Innovedum Projekt); Projektarbeiten, die mit dem anorganischen Teil der Chemie IV-Vorlesung koordiniert sind. Details s. in der Innovedum Projektdatenbank zu finden: <a href="https://ww2.lehrbetrieb.ethz.ch/id-workflows/pro/Innovedum/ProzessInnovedum/16045E9BFAC11A7/showProject.ivp?id=1499&amp;language=de">https://ww2.lehrbetrieb.ethz.ch/id-workflows/pro/Innovedum/ProzessInnovedum/16045E9BFAC11A7/showProject.ivp?id=1499&amp;language=de</a>  Physik II: Versuch aus dem Bereich der nicht linearen Optik und einem "Computerversuch" aus dem Bereich mesoskopischer Systeme (inkl. PSI-Besuch).  Metallphysik I: Versuche zur Metallographie/Lichtmikroskopie; Mechanische Charakterisierung				
Skript	Skripte mit Informationen zu den einzelnen Versuchen (Zielsetzung, Theorie, experimentelles Vorgehen, Hinweise zur Auswertung) wird über den Moodle für dies Veranstaltung zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Erfolgreiche Teilnahme an den Projekten & Praktika I - III des D-MATL. Über allfällige Ausnahmen entscheidet der Projekt- und Praktikumsverantwortliche auf Anfrage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ►► Grundlagenfächer drittes Studienjahr

### ►►► Einzelfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0622-00L</b>	<b>Materials Selection</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>6G</b>	<b>A. R. Studart, H. Galinski, R. Nicolosi Libanori, R. Spolenak, R. Style, M. Trassin</b>



Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist, die Prinzipien der Materialauswahl und Materialkonzeption zu verstehen und in einer Reihe von Fallstudien (Energie, Gesundheit, Informationstechnologie, o.Ä.) anzuwenden. Die Beispiele umfassen alle Materialklassen. Der Kurs diskutiert die Herausforderungen im Materialdesign, die entstehen, wenn sowohl Eigenschaften als auch der Aufbau fixen Randbedingungen unterliegen.		
Lernziel	Dieser Kurs vermittelt:		
	1) Materialauswahl und Materialdesign für spezifische Anwendung unter der Berücksichtigung von Verfügbarkeit, Kosten, Eigenschaften, Prozessierbarkeit, Nachhaltigkeit, etc.		
	2) Richtlinien und Konzepte zur Materialauswahl und zum Materialdesign anhand aktueller materialwissenschaftlicher Probleme unter Verwendung von Prozess-Struktur-Eigenschaftskorrelation.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>327-0623-00L</b>	<b>Materials Processing</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+4P</b>	<b>T. A. Tervoort, J. F. Löffler, T.-B. Schweizer, A. R. Studart, M. Trassin</b>
Kurzbeschreibung	Grundlegende Konzepte der Materialverarbeitung von Metallen, Keramiken und Polymeren.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, - übergreifende, also für alle Materialklassen gültige, Prinzipien der Verarbeitung von Materialien zu erklären (oder beschreiben). - spezielle materialspezifische Merkmale der Verarbeitung von Metallen, Keramiken und Polymeren in Form von Präsenzveranstaltungen, Fallstudien und Laborexperimenten zu erarbeiten und zu analysieren. - Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den verschiedenen Materialklassen auf dem Weg vom Rohstoff bis zum Endprodukt aufzuzeigen und zu beurteilen.				
Inhalt	Nach einer Einführung in die Anwendung von Transportphänomenen auf allgemeine Aspekte der Materialverarbeitung werden in dieser Vorlesung die wichtigsten Verarbeitungsmethoden für Polymere, Metalle und Keramiken besprochen. Darüber hinaus werden die ersten Prinzipien der Dünnschichtverarbeitung vorgestellt. In den begleitenden Laborübungen werden einige wichtige Verarbeitungstechniken demonstriert, wie z.B. das Spritzgießen von Polymeren, die Extrusion von Polymeren und Metallen, das Tiefziehen von Polymeren und Metallen, das Pressen und Fräsen und Sintern von Keramiken, der 3D-Druck von keramischen Schlickern und Dünnschichtverfahren.				

<b>327-0624-00L</b>	<b>Simulationstechniken in der Materialwissenschaft</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Ederer, J. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in verschiedene Simulationstechniken in den Materialwissenschaften mit Schwerpunkt auf atomistischen Methoden (Molekulardynamik, Monte Carlo Methoden). Es werden sowohl die physikalischen Grundlagen besprochen als auch deren praktische Anwendung mit Hilfe selbst geschriebener Codes und frei verfügbarer Software-Bibliotheken.				
Lernziel	Nach Abschluss des Kurses sind die Studierenden in der Lage... ... verschiedene in der Materialwissenschaft gebräuchliche Simulationstechniken zu beschreiben und deren typische Anwendungsgebiete zu benennen. ... die dabei verwendeten Näherungen kritisch zu diskutieren. ... selbständig einfache Simulationen durchzuführen, die Ergebnisse zu analysieren, und den dafür benötigten Code zu programmieren bzw. zu adaptieren. ... für ein gegebenes Problem: Möglichkeiten und Limitationen von Materialsimulationen zu erkennen.				
Inhalt	Molekulardynamik, Metropolis Monte Carlo, Grundlagen des maschinellen Lernens und Anwendungen in der Materialwissenschaft				
Voraussetzungen / Besonderes	Programmieren in Python, Verwendung von Jupyter Notebooks, grundlegende Kenntnisse der Materialwissenschaften.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		

## ►► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0620-10L</b>	<b>Bachelor-Arbeit</b> <i>Nur für Materialwissenschaft BSc Studienreglement 2020.</i>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>23D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Selbständige Arbeit an einem wissenschaftlichen Projekt in einer Forschungsgruppe des D-MATL. Über die durchgeführten Untersuchungen, die Auswertung und Diskussion der Ergebnisse wird in einer schriftlichen Arbeit berichtet.				
Lernziel	Befähigung zur selbständigen Analyse und Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen.				

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2017)

### ►► 6. Semester

### ►►► Kompensationsfächer

Nur nach Absprache mit der Studiendirektorin möglich.

## ►► Industriepraktikum oder Projekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0001-00L</b>	<b>Industriepraktikum</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	12-wöchiges Praktikum in der Industrie, das mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen wird.				
Lernziel	Es ist das Ziel der 12-wöchigen Praxis, Bachelor-Studierenden die industriellen Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				
<b>327-0002-00L</b>	<b>Projekt ■</b> <i>Ausserhalb D-MATL: Bedarf der Genehmigung der Studiendirektorin.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>		Dozent/innen
Kurzbeschreibung	12-wöchiges Projekt in einer Forschungsgruppe an der ETH oder einer anderen Hochschule, das mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen wird.				
Lernziel	Es ist das Ziel des 12-wöchigen Forschungsprojekts, Bachelor-Studierenden die wissenschaftlichen Arbeitsumgebungen innerhalb einer Forschungsgruppe näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				

## ►► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-0620-00L</b>	<b>Bachelor-Arbeit ■</b> <i>Nur für Materialwissenschaft BSc Studienreglement 2017.</i>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>17D</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Selbständige Arbeit an einem wissenschaftlichen Projekt in einer Forschungsgruppe des D-MATL. Über die durchgeführten Untersuchungen, die Auswertung und Diskussion der Ergebnisse wird in einer schriftlichen Arbeit berichtet.				
Lernziel	Befähigung zur selbständigen Analyse und Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen.				
Inhalt	Selbständige Durchführung eines wissenschaftlichen Forschungsprojekts. Die Arbeit wird entweder an jeweils zwei Tagen pro Woche während des 6. Semesters oder zusammenhängend innerhalb von 6 Wochen nach dem 6. Semester durchgeführt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die gesamte Arbeit, einschliesslich der Abfassung des Berichts, soll während der dafür vorgesehenen Zeit erfolgen.				

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MATL*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

## Materialwissenschaft Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Materialwissenschaft Master

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-1201-00L</b>	<b>Transport Phenomena: A Modern Approach to Coupled Transport Problems</b>	<b>W Dr</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Vermant</b>
Kurzbeschreibung	This course starts with the rigorous vectorial/tensorial formulation of the balance equations for mass, local species mass (including charged species), momentum, and energy, including simple constitutive equations for the fluxes (Fick, Fourier, Newton). Some selected examples introduce you to scaling analysis, analytical and hands-on numerical solution methods, which aim to bring physical intuition.				
Lernziel	The teaching goals of this course are on five different levels: (1) Deep understanding of fundamentals: local balance equations, constitutive equations for fluxes, entropy balance, interfaces, idea of dimensionless numbers and scaling, ... (2) Ability to use the fundamental concepts in applications (3) Insight into the role of boundary conditions (mainly part 2) (4) Knowledge of a number of applications. (5) Flavor of numerical techniques: finite elements and finite differences.				
Inhalt	Part 1 Approach to Transport Phenomena Equilibrium Thermodynamics Balance Equations Forces and Fluxes Applications 1. Measuring Transport Coefficients 2. Fluid mechanics 3. combined heat and flow				
Skript	The course is based on the book D. C. Venerus and H. C. Öttinger, A Modern Course in Transport Phenomena (Cambridge University Press, 2018) and the book by W. M. Deen, Analysis of Transport Phenomena (Oxford University Press, 1998)				
Literatur	1. D. C. Venerus and H. C. Öttinger, A Modern Course in Transport Phenomena (Cambridge University Press, 2018) 2. R. B. Bird, W. E. Stewart, and E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Ed. (Wiley, 2001) 3. L.G. Leal, Advanced Transport Phenomena (Oxford University Press, 2011) 4. W. M. Deen, Analysis of Transport Phenomena (Oxford University Press, 1998) 5. R. B. Bird, Five Decades of Transport Phenomena (Review Article), AIChE J. 50 (2004) 273-287				
Voraussetzungen / Besonderes	Complex numbers. Vector analysis (integrability; Gauss' divergence theorem). Laplace and Fourier transforms. Ordinary differential equations (basic ideas). Linear algebra (matrices; functions of matrices; eigenvectors and eigenvalues; eigenfunctions). Probability theory (Gaussian distributions; Poisson distributions; averages; moments; variances; random variables). Numerical mathematics (integration). Equilibrium thermodynamics (Gibbs' fundamental equation; thermodynamic potentials; Legendre transforms). Maxwell equations. Programming and simulation techniques (Matlab, Monte Carlo simulations).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
<b>327-1203-00L</b>	<b>Synthesis and Assembly of Building Blocks</b>	<b>W Dr</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Niederberger, A. Lauria</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to commonly used wet chemistry methods for the synthesis of inorganic and polymeric particles of defined sizes and shapes, and concepts for assembling these building blocks into larger structures of varying complexity over multiple length scales.				
Lernziel	The aim is a) to learn how to design and create objects as building blocks with a particular composition, size and shape, b) to understand the chemistry that allows for the creation of such hard and soft objects, and c) to master the concepts to assemble these objects into materials over several length scales.				
Inhalt	The course is divided into two parts: I) synthesis of 0-, 1-, 2-, and 3-dimensional building blocks with a length scale from nm to $\mu\text{m}$ , and II) assembly of these building blocks into 1-, 2- and 3-dimensional structures over several length scales up to cm. In part I, various methodologies for the synthesis of the building blocks will be discussed, including Turkevich and Brust-Schiffrin-method for gold nanoparticles, hot-injection for semiconducting quantum dots, aqueous and nonaqueous sol-gel chemistry for metal oxides, or gas- and liquid-phase routes to carbon nanostructures. Part II is focused on self- and directed assembly methods that can be used to create higher order architectures from those building blocks connecting the microscopic with the macroscopic world. Examples include photonic crystals, nanocrystal solids, colloidal molecules, mesocrystals or particle-based foams and aerogels.				
Literatur	References to original articles and reviews for further reading will be provided on the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	1) Materialsynthese II (327-0412-00) 2) Kristallographie (327-0104-00L), in particular structure of crystalline solids 3) Materials Characterization II (327-0413-00)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
<b>327-1206-00L</b>	<b>Chemistry of Soft Materials</b>	<b>W Dr</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Anastasaki, Y. Bao, T. L. Choi</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover the basic links between organic and polymer chemistry, state-of-the-art polymerization methods in industry and academia (e.g. materials each method can synthesize), the synthesis of complex materials, chemical recycling of polymeric materials (chemistry, engineering, thermodynamics), polymeric nanoparticles (effect of shape on properties & applications and polymer electronics).				
Lernziel	The goal of the two courses combined is to present the students with a toolbox for materials engineers to design, study and make soft materials.				
Inhalt	Where physics, chemistry and biology meet engineering.				
Skript	Copies of the slides and a set of lecture notes will be provided.				

Literatur	For the first and the second part combined there are a few books of recommended reading, but their is no textbook that we will rigorously follow.  Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials Paperback by Ian W. Hamley ISBN-13: 978-0470516102 ISBN-10: 0470516100  Structured Fluids: Polymers, Colloids, Surfactants by Thomas A. Witten, Philip A. Pincus (Oxford) ISBN-13: 978-0199583829 ISBN-10: 019958382X
<b>327-2143-00L</b>	<b>Computational Multi-Scale Modeling of Solids</b> <b>W Dr</b> <b>5 KP</b> <b>5G</b> <b>P. Derlet</b>
Kurzbeschreibung	This course considers the multi-scale computational modeling of hard-matter systems, with an emphasis on the physical phenomena of matter transport and emergent macroscopic mechanical properties, and how their microscopic origin is coarse grained to the engineering scale of a material component.
Lernziel	By the end of the course, the student must be able to: - Apply an appropriate numerical method for multiphysics simulations to a complex physics problem - Choose suitable methods and tools for (a) the development of, (b) the modelling and simulation of, (c) the analysis of and (d) the choice of solution for an engineering problem in the mechanical engineering domain (product design, manufacturing process and system production) - Model the defined problem based on the geometric, kinematic / dynamic, material assumptions while choosing suitable numerical and analytical tools followed by the experimental validation. - Apply , adapt and synthesize learned engineering skills to create novel solutions - Derive a finite element formulation from the differential equations in strong form - Explain and apply the concepts of mass, energy, and momentum balance - Explain and apply the concepts of heat and mass transfer - Apply the finite element method to realize a complete study of a real problem
Inhalt	Multi-scale modelling of hard-matter systems: - review of material transport, diffusion and viscous flow theory - the multi-scale physics of plasticity in metals ' from atoms to dislocation line defects to the continuum. - introduction to the physics and numerics of point particle simulation ' molecular dynamics and discrete element methods. - coarse graining strategies and uncertainty quantification. - continuum models of transport and plasticity using the finite element method  Computational and simulation frameworks: parallel computing scientific modelling frameworks data analysis and visualization
<b>327-2202-00L</b>	<b>Size Effects in Materials</b> <b>W Dr</b> <b>5 KP</b> <b>4G</b> <b>R. Spolenak</b>
Kurzbeschreibung	The core of this course explains how the behavior of materials changes, when their external dimensions become small (usually on the micro- to nanometer length scale) until quantum effects become dominant. This is illustrated by examples from all materials classes and further substantiated by case studies of applications ranging from micro- and nanoelectronics to optoelectronics.
Lernziel	Teaching goals:  to learn which materials are used in electronics, microelectronics and optoelectronics and why  to understand how materials properties change when their external dimensions approach the micro- and nanoscale  to grasp the materials and processing issues involved in miniaturized electronic, mechanical and optical systems  to be exposed to state of the art technologies for fabrication and characterization of such systems
Inhalt	The core of the course is the materials behavior in small dimensions. Focus will be put on scaling of electronic and mechanical properties, thin film mechanics, device reliability and integration issues when dissimilar materials are joined. Advanced characterization techniques specific to microcomponents will be presented. Finally possible future solutions to further miniaturization, such as carbon nanotubes or 3D integration molecular electronics, will be critically discussed.  Topics include:  Basics Scaling laws and size effects Energy scales in materials science Length scales in materials science Size-dependent color effects Mechanical properties Electronic properties Measuring properties Applications: Fabrication of microcomponents Materials for Microelectronics and MEMS/NEMS Materials for Transistors Quantum dots Novel materials for optical telecommunication, optical information processing, optical data storage and data display
Skript	Please visit the Moodle-link for this lecture
Literatur	"Thin Film Materials: Stress, Surface Evolution and Failure", L. B. Freund and S. Suresh, Cambridge University Press, 2003.  "Metal Based Thin Films for Electronics", K. Wetzig and C. M. Schneider (Eds.), Wiley-VCH, 2003  More literature will be announced in class.
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Good understanding of materials science, equivalent to the Bachelor Degree in Materials Science at ETH Zurich
<b>327-2205-00L</b>	<b>Surfaces and Interfaces II: Materials-related Electrochemistry, Chemical Reactivity and Applications</b> <b>W Dr</b> <b>5 KP</b> <b>5G</b> <b>P. Schmutz, C. Cancellieri, M. Cihova</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fundamentals of (electro)chemical surface processes on conducting materials: reactivity, degradation, functionalizing and deposition. Relevant corrosion/oxidation mechanisms are presented along with suitable characterizations (focus: electrochemical & surface analytical methods) and practical data analysis. Growth and characterization of (thin film) metal oxides are also addressed.

Lernziel	<p>The students should learn and understand the fundamental mechanisms responsible for the most important corrosion phenomena affecting "classical" industrial relevant metals/alloys and they should know the limitation in the use of these "standard" materials in aggressive environments.</p> <p>They should be able to explain in detail the degradation mechanisms of Stainless Steels and Aluminium alloys always presented as reference materials during the lecture.</p> <p>Moreover and more importantly, they should then be able to transfer this acquired knowledge about corrosion mechanisms directly in the developments phase of very different new materials/coatings. This in order to minimize the corrosive failure risks and increase the sustainability of new industrial products.</p> <p>Finally and as most important asset of the lecture, they should know how to approach a corrosion problem/failure and be able to propose the right characterization techniques/methodology to investigate each specific corrosion problems.</p> <p>For this purpose, the extended lecture now sets a stronger emphasis on electrochemical processes description and understanding with special topics dedicated to experimental data analysis (the NOVA software will be made available to the registered students) but also on thin surface oxide characterization. These defective amorphous oxides plays a key role in surface reactivity but also on surface protection.</p>
Inhalt	<p>The most important types of corrosion mechanisms will be presented and discussed during the different lectures. The semester will start with some short basics about thermodynamics and reaction kinetics. Afterwards and for each specific corrosion phenomenon, the most relevant experimental characterization method will always be introduced directly after the explanations about the corrosion mechanism. This combination allows the student to couple theoretical physico-chemical concepts with practical characterization methodologies used in corrosion research. It also indicates the most relevant methodologies to answer each of the stages of a corrosion process.</p> <p>Following topics will be presented (mechanism/method used):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamics related to corrosion processes prediction</li> <li>- Corrosion reaction kinetics / DC electrochemical methods</li> <li>- Passivation and passive film properties / XPS (X-Ray Photoelectron Spectroscopy) and EQCM (Electrochemical Quartz Crystal Microgravimetry)</li> <li>- Uniform corrosion/Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) with the example of Magnesium biocorrosion</li> <li>- Galvanic corrosion/AFM-SKPFM (Atomic Force Microscopy based Scanning Kelvin Probe Force Microscopy)</li> <li>- Localized corrosion (pitting)/ Microcapillary cell technique</li> <li>- Photoelectrochemistry and Crevice corrosion with description of specific electrochemical setups and medical implant problems</li> <li>- Intergranular corrosion and mathematical modelling concepts / Microtomography</li> <li>- Stress corrosion cracking (SCC) / corrosion-fatigue</li> <li>- Selected examples of functional anodic oxide growth and more "exotic" corrosion mechanisms (Si, Ag, Ta, a.s.o), corrosion protection and surface functionalizing will be presented at the end if times permit</li> </ul> <p>The special topics lecture will also contain two focusses:</p> <p>One part directly linked to the core lecture with a stronger focus on electrochemical data treatment/analysis session</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. With classical exercises always related to methods presented during the core lecture</li> <li>b. The lecturer will then also introduce various software's (e.g. HSC Chemistry for thermodynamic calculation, NOVA2 for electrochemical measurements). The software will previously be made available to the students and they will receive small assignments to solve and present/discuss during the lecture</li> <li>c. "Advanced" topic: Biocorrosion and the metal(oxide)-biology interface topic will be introduced as an important field where interaction/corrosion mechanisms are still poorly understood</li> </ol> <p>Alternately, a detailed description of thin oxide (very relevant to passivation and biocorrosion mechanisms) and their reactivity/characterization will be presented. The lecture will start with the description of various oxide growth methods:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. General short introduction about oxide deposition methods</li> <li>b. Anodizing/electrodeposited oxides</li> <li>c. Thermal oxidation (oxidation and reduction kinetics, e.g. Cu)</li> </ol> <p>And continue with the various characterization of thin amorphous/defective oxides by:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>d. Ellipsometry, advanced XRD analysis (pair distribution)</li> <li>e. Stress analysis (Digital image correlation, stress curvature)</li> <li>f. Rutherford Backscattering / ERDA</li> <li>g. Raman/FTIR</li> <li>h. HAXPES – chemical state analysis</li> <li>i. Synchrotron (EXAFS, XANES) and neutron methods</li> <li>j. Photoluminescence</li> </ol>
Skript	<p>Each methodology supported by presentation of research and applications examples (mainly Al, Ti, Si, Ta, Hf, etc).</p> <p>A moodle page will be accessible to the registered student with all the lecture related information's and documents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in particular a full script containing the information presented during the lectures</li> <li>- pdf of the lecture slides</li> <li>- pdf of the tutorials, solutions after they have been discussed</li> <li>- pdf of the book chapters "Analytical Methods in Corrosion Science and Engineering"</li> </ul>
Literatur	<p>Hardcopies of the script will also be distributed before each specific lecture.</p> <p>The two following books cover pretty well the lecture content and offer additional and more detailed description of the phenomena/methods presented in the lecture script:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- for corrosion mechanism: D. Landolt, "Corrosion and Surface Chemistry of Metals" EPFL Press (Distributed by CRC, Taylor and Francis Group) (2007)</li> <li>- For characterization methods: P. Marcus, "Analytical Methods in Corrosion Science and Engineering", CRC, Taylor and Francis Group (2006)</li> </ul>

Voraussetzungen / Besonderes	Some background in the following fields should already be acquired by the student in order to optimally benefit from the lecture:		
	Chemistry: - General undergraduate chemistry (inorganic chemistry) including basic chemical kinetics and thermodynamics - Electrochemical characterization		
	Physics: - General undergraduate physics - Materials characterization - Surface analysis		
	Materials Science: - Metallurgy (in particular of Steel and Al Alloy)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft

<b>327-2209-00L</b>	<b>Disorder in Materials</b>	<b>W Dr</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. F. Löffler, A. Simonov</b>
Kurzbeschreibung	The course presents structure-property relationships in complex materials, such as metallic glasses and other disordered materials, magnetic spin ice, and chemically disordered crystals.				
Lernziel	The aim of the course is to impart detailed knowledge of the structure-property relationships in complex materials, such as metallic glasses and other disordered materials, as well as magnetic spin ices and chemically disordered crystals. Students are encouraged to reflect critically on the topics taught in the lecture. They should give critical feedback and in this way structure the progress of the lecture.				
Inhalt	Part 1 focuses on the synthesis and processing of amorphous materials using physical routes. The resulting structure is discussed, as well as their thermodynamics and kinetics. The course focuses in particular on the relationships between the structure of glassy metals and other disordered materials and their resulting mechanical, thermophysical, biomedical and electronic properties. As to processing, new manufacturing routes such as 3D printing of metals are also introduced.				
	Part 2 focuses on materials that contain both ordered and disordered aspects. Examples are magnetic spin ices and chemically disordered crystals.				
Skript	Lecture material is presented in the form of slides and assignments, with the aim that the students develop their own, critical perspective on the subject. This also results in an adoption of the lecture content with respect to the feedback given by the students. A script is not delivered as it would just promote a "read, memorize, and reproduce" learning perspective, which is not the intention of this course. Instead, references to original articles and reviews will be provided (see below).				
Literatur	Further details at: <a href="https://metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/disordered-materials-ii.html">https://metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/disordered-materials-ii.html</a> References to original articles and reviews for further reading will be provided.				
	Further details at: <a href="https://metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/disordered-materials-ii.html">https://metphys.mat.ethz.ch/education/lectures/disordered-materials-ii.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge in the physics of materials, as provided by the ETH Zurich B.S. curriculum in Materials Science. Students are encouraged to provide continuous feedback so that the topics covered by the lecture can be constantly adopted.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

### ► Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich auf Master-Stufe zur Auswahl offen. Bitte wenden Sie sich bei Unklarheiten ans Studiensekretariat.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-0613-00L	Computer Applications: Finite Elements in Solids and Structures	W	4 KP	2G	A. Gusev

Findet dieses Semester nicht statt.  
The course will only take place if at least 7 students are enrolled.

Kurzbeschreibung	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse an diesem Gebiet.				
Lernziel	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse in diesem Gebiet.				
Inhalt	Einführung, Energieformulierungen, die Rayleigh-Ritz-Methode, Finite-Elemente der Verschiebungen, Lösungen zu den Finite-Elemente Gleichungen, Lineare Elemente, Konvergenz, Kompatibilität und Vollständigkeit, Finite Elemente höherer Ordnung, Beam- und Frame-Elemente, Plate- und Shell-Elemente, Dynamik und Vibrationen, Verallgemeinerung des Finite-Elemente-Konzeptes (Galerkin-weighted residual and variational approaches)				
Skript	Autographie				
Literatur	- Astley R.J. Finite Elements in Solids and Structures, Chapman & Hill, 1992 - Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method, 5th ed., vol. 1, Butterworth-Heinemann, 2000				
<b>327-2125-00L</b>	<b>Microscopy Training SEM I - Introduction to SEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafulha Morales, K. Kunze, F. Lucas, J. Reuteler</b>
	Limited number of participants.				
	Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee. <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>				
	Registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1TFPjCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit">https://docs.google.com/forms/d/1TFPjCD_BgPqbm4LwhwjdxWALCcotC68ghYY2HZosV7k/edit</a>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Rasterelektronenmikroskopie (SEM) betont praktisches Lernen. Die Studierenden haben die Möglichkeit an zwei Elektronenmikroskopen ihre eigenen Proben oder Standard-Testproben zu untersuchen, sowie von ScopeM-Wissenschaftler vorbereitete Übungen zu lösen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish imaging tasks successfully and optimize microscope performances.</li> <li>- Master the operation of a low-vacuum and field-emission SEM and EDX instrument.</li> <li>- Perform sample preparation with corresponding techniques and equipment for imaging and analysis</li> <li>- Acquire techniques in obtaining secondary electron and backscatter electron micrographs</li> <li>- Perform EDX qualitative and semi-quantitative analysis</li> </ul>				
Inhalt	<p>During the course, students learn through lectures, demonstrations, and hands-on sessions how to setup and operate SEM instruments, including low-vacuum and low-voltage applications.</p> <p>This course gives basic skills for students new to SEM. At the end of the course, students with no prior experience are able to align a SEM, to obtain secondary electron (SE) and backscatter electron (BSE) micrographs and to perform energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) qualitative and semi-quantitative analysis. The procedures to better utilize SEM to solve practical problems and to optimize SEM analysis for a wide range of materials will be emphasized.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of students' sample/interest</li> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM</li> <li>- Brief description and demonstration of the SEM microscope</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, image contrast (and image processing)</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques</li> <li>- Scanning Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities</li> <li>- Lecture and demonstrations on X-ray micro-analysis (theory and detection), qualitative and semi-quantitative EDX and point analysis, linescans and spectral mapping</li> <li>- Practice on real-world samples and report results</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>327-2126-00L</b>	<b>Microscopy Training TEM I - Introduction to TEM ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>P. Zeng, E. J. Barthazy Meier, C. Bebeacua, A. G. Bittermann, F. Gramm, S. Handschin, M. Peterek, B. Qureshi, A. Sologubenko</b>
	Number of participants limited to 6. Master students will have priority over PhD students. PhD students may still enroll, but will be asked for a fee: <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>				
	TEM 1 registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqy mZ5agkcOgwxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1nTbClzroWxescjYqeuqy mZ5agkcOgwxwHuKvYhlg1Dvl/edit#responses</a>				
Kurzbeschreibung	Der Einführungskurs in Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) bietet neuen Nutzern die Möglichkeit theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse in TEM zu erwerben				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of TEM theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Alignment and operation of a TEM, as well as acquisition and interpretation of images, diffraction patterns, accomplishing basic tasks successfully.</li> <li>- Knowledge of electron imaging modes (including Scanning Transmission Electron Microscopy), magnification calibration, and image acquisition using CCD cameras.</li> <li>- To set up the TEM to acquire diffraction patterns, perform camera length calibration, as well as measure and interpret diffraction patterns.</li> <li>- Overview of techniques for specimen preparation.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Using two Transmission Electron Microscopes the students learn how to align a TEM, select parameters for acquisition of images in bright field (BF) and dark field (DF), perform scanning transmission electron microscopy (STEM) imaging, phase contrast imaging, and acquire electron diffraction patterns. The participants will also learn basic and advanced use of digital cameras and digital imaging methods.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and discussion on Electron Microscopy and instrumentation.</li> <li>- Lectures on electron sources, electron lenses and probe formation.</li> <li>- Lectures on beam/specimen interaction, image formation, image contrast and imaging modes.</li> <li>- Lectures on sample preparation techniques for EM.</li> <li>- Brief description and demonstration of the TEM microscope.</li> <li>- Practice on beam/specimen interaction, image formation, Image contrast (and image processing).</li> <li>- Demonstration of Transmission Electron Microscopes and imaging modes (Phase contrast, BF, DF, STEM).</li> <li>- Student participation on sample preparation techniques.</li> <li>- Transmission Electron Microscopy lab exercises: setup and operate the instrument under various imaging modalities.</li> <li>- TEM alignment, calibration, correction to improve image contrast and quality.</li> <li>- Electron diffraction.</li> <li>- Practice on real-world samples and report results.</li> </ul>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press, 1996</li> <li>- Hawkes, Valdre: Biophysical Electron Microscopy, Academic Press, 1990</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	No mandatory prerequisites. Please consider the prior attendance to EM Basic lectures (551- 1618-00V; 227-0390-00L; 327-0703-00L) as suggested prerequisite.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>327-2128-00L</b>	<b>High Resolution Transmission Electron Microscopy ■ W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>
	<i>Limited number of participants. More information here: <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a></i>		
	<i>Registration form: <a href="https://docs.google.com/forms/d/1Qp5y5kBk-Qrq_XbBD02FQwzsvPJ_uEQSiz02F-00tnA/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1Qp5y5kBk-Qrq_XbBD02FQwzsvPJ_uEQSiz02F-00tnA/edit#responses</a></i>		
Kurzbeschreibung	Dieser Fortgeschrittenenkurs für hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM) bietet Vorlesungen, die sich auf HRTEM- und HRSTEM-Bildgebungsprinzipien, die zugehörige Datenanalyse und Simulation, sowie Phasenwiederherstellungsmethoden konzentrieren.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Learning how HRTEM and HRSTEM images are obtained.</li> <li>- Learning about the aberrations affecting the resolution in TEM and STEM and the different methods to correct them.</li> <li>- Learning about TEM and STEM images simulation software.</li> <li>- Performing TEM and STEM image analysis (processing of TEM images and phase restoration after focal series acquisitions).</li> </ul>		
Inhalt	<p>This course provides new skills to students with previous TEM experience. At the end of the course, students will know how to obtain HR(S)TEM images, how to analyse, process and simulate them.</p> <p>Topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to HRTEM and HRSTEM</li> <li>2. Considerations on (S)TEM instrumentation for high resolution imaging</li> <li>3. Lectures on aberrations, aberration correction and aberration corrected images</li> <li>4. HRTEM and HRSTEM simulation</li> <li>5. Data analysis, phase restoration and lattice-strain analysis</li> </ol>		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual</li> <li>- Williams, Carter: Transmission Electron Microscopy, 2nd ed., Springer, 2009</li> <li>- Williams, Carter (eds.), Transmission Electron Microscopy - Diffraction, Imaging, and Spectrometry, Springer 2016</li> <li>- Erni, Aberration-corrected imaging in transmission electron microscopy, 2nd ed., Imperial College Press, 2015.</li> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM, Springer Verlag, 2007</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The students should fulfil one or more of these prerequisites:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM TEM basic course</li> <li>- Prior attendance to ETH EM lectures (327-0703-00L Electron Microscopy in Material Science)</li> <li>- Prior TEM experience</li> </ul>		



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>327-2129-00L</b>	<b>Nanocharacterization using Analytical Electron Microscopy</b> <i>Limited number of participants.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Sologubenko, A. Maigné, R. Schäublin, P. Zeng</b>
	<i>Registration form:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/1W_ewSPB5AtYgNud-01OswlyB87qJZi3OE5BS4FKHAEk/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/1W_ewSPB5AtYgNud-01OswlyB87qJZi3OE5BS4FKHAEk/edit#responses</a>				
Kurzbeschreibung	In this course, students are introduced to advanced electron microscopy techniques required to characterize a wide range of materials from the sub-micron to the atomic scale. With a combination of lectures, practical sessions on the microscopes and data analysis session, the student learn a wide of techniques including Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS). Students learn through examples how				
Lernziel	The aim of this course is to familiarize the students with methods such as Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS), Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) as well as more specific techniques. By the end of the course, the students should be then able to decide which technique to use to answer various scientific question that requires nano-characterization.				
	Through hands-on session on Electron Microscopes as well as data analysis session under supervision, the students learn how to acquire spectra inside the microscope and to obtain elemental as well as chemical map through their analysis.				
Inhalt	This advanced course provides hand-on sessions on the most frequently used analytical EM techniques. By the end of the course, students will understand the physical processes EELS and other spectroscopy technique. The topic of data reliability and accuracy is also covered, and the course explain how various experimental factors can affect them. The students are offered the opportunity to apply those techniques on their own projects.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to analytical electron microscopy: fundamentals on electron-matter scattering and instrumentation.</li> <li>- EEL spectrum: acquisition and interpretation.</li> <li>- Spatially resolved Spectroscopy: Spectrum Imaging.</li> <li>- Practical sessions on energy filtered TEM (EFTEM): data acquisition and analysis.</li> <li>- Practical on STEM-EELS: data acquisition and analysis.</li> </ul>				
	The hand-on sessions are to be carried-out on real specimens, provided by lecturers and / by students.				
Skript	Provided in the course Moodle-page				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Egerton: Physical Principles of Electron Microscopy: an introduction to TEM, SEM and AEM. Springer Verlag, 2007</li> <li>- Williams &amp; Carter: Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Material Sciences. Plenum Press, 2nd Edition 2009, ISBD: 0 306 45247-2</li> <li>- Goodhew, Humphreys &amp; Beanland: Electron Microscopy and Analyses, Third edition. CRC Press, 2000</li> <li>- Carter &amp; Williams: Transmission Electron Microscopy: Diffraction, Imaging and Spectrometry. Springer Verlag, 2016, DOI: 10.1007/978-3-319-26651-0</li> <li>- Egerton: Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope, third edition, Springer, 2011</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master students or PhD students with experience in (S)TEM. Prior attendance to Microscopy Training TEM1(327-2126-00L) is required.</li> <li>- Attendance of the following courses is highly recommended: Scattering Techniques for Material Characterization (327-2137-00L) or Elements of Microscopy (227-0390-00L) or Electron Microscopy in Material Science (327-0703-00L).</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>327-2130-00L</b>	<b>Introducing Photons, Neutrons and Muons for Materials Characterisation ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Hrabec</b>
Kurzbeschreibung	The course takes place at the campus of the Paul Scherrer Institute. The program consists of introductory lectures on the use of photons, neutrons and muons for materials characterization, as well as tours of the large scale facilities of PSI.				
Lernziel	The aim of the course is that the students acquire a basic understanding on the interaction of photons, neutrons and muons with matter and how one can use these as tools to solve specific problems.				

Inhalt	<p>The course runs for one week in 17 – 21.6. 2024. It takes place at the campus of the Paul Scherrer Institute. The morning consists of introductory lectures on the use of photons, neutrons and muons for materials characterization. In the afternoon tours of the large scale facilities of PSI (Swiss Light Source, Swiss Spallation Neutron Source, Swiss Muon Source, Swiss Free Electron Laser), are foreseen, as well as in-depth visits to some of the instruments. At the end of the week, the students are required to give an oral presentation about a scientific topic involving the techniques discussed. Time for the presentation preparations will be allocated in the afternoon.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaction of photons, neutrons and muons with matter</li> <li>• Production of photons, neutrons and muons</li> <li>• Experimental setups: optics and detectors</li> <li>• Crystal symmetry, Bragg's law, reciprocal lattice, structure factors</li> <li>• Elastic and inelastic scattering with neutrons and photons</li> <li>• X-ray absorption spectroscopy, x-ray magnetic circular dichroism</li> <li>• Polarized neutron scattering for the study of magnetic materials</li> <li>• Imaging techniques using x-rays and neutrons</li> <li>• Introduction to muon spin rotation</li> <li>• Applications of muon spin rotation</li> </ul>
Skript	Slides from the lectures will be available on the internet prior to the lectures.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Philip Willmott: An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications, Wiley, 2011</li> <li>• J. Als-Nielsen and D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, Wiley, 2011.</li> <li>• G.L. Squires, Introduction to the Theory of Thermal Neutron Scattering, Dover Publications (1997).</li> <li>• Muon Spin Rotation, Relaxation, and Resonance, Applications to Condensed Matter" Alain Yaouanc and Pierre Dalmas de Réotier, Oxford University Press, ISBN: 9780199596478</li> <li>• "Physics with Muons: from Atomic Physics to Condensed Matter Physics", A. Amato <a href="https://www.psi.ch/Imu/EducationLecturesEN/A_Amato_05_06_2018.pdf">https://www.psi.ch/Imu/EducationLecturesEN/A_Amato_05_06_2018.pdf</a></li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This is a block course for students who have attended courses on condensed matter or materials physics.</p> <p>Registration at PSI website (<a href="http://indico.psi.ch/event/PSImasterschool">http://indico.psi.ch/event/PSImasterschool</a>) required by March 22, 2024.</p>

<b>327-2133-00L</b>	<b>Advanced Joining Technologies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Da Silva Duarte</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fundamental aspects of joining technologies of (dis)similar materials for severe operating conditions. Interface reaction processes of metal/alloys/ceramic. While focused on materials issues, issues related to joint design, processing, quality assurance, process economics, and joint performance in service will also be addressed.				
Lernziel	<p>Technical goals, the student will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describe the fundamentals mechanisms of different joining technologies. Identify advantages and limitations of each method.</li> <li>2. Be able to apply the basic knowledge on phase diagrams in order to choose the best alloys for joining, process parameters (Temperature and time), joining methods and costs.</li> <li>3. Describe common types of joining defects and be able to describe their potential influences during application/service.</li> <li>4. Predict microstructures and/or phase transformations of materials after the joining process based on the phase diagrams information.</li> <li>5. Identify suitable characterization techniques (destructive and non-destructive testing) and assess the joining properties.</li> <li>6. Understand diffusion phenomena affecting joining interface during industrial applications and the materials limitations in aggressive environments.</li> <li>7. Identify and explain the influence of thermal stress affecting the joining interface of common engineering materials.</li> </ol>				
Inhalt	<p>The most important types of joining and interface mechanisms will be presented and discussed during the different lectures. For each specific joining technology, relevant technology aspects of the process, experimental characterization (destructive and non-destructive) methods will be presented always bringing industry examples for each joining technology. This combination allows the student to connect the basics of material science concepts with practical aspects of joining technology and the research on joining technologies.</p> <p>Following topics will be presented:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Joining Technologies</li> <li>2. Phase diagrams and thermodynamics; their importance in joining process</li> <li>3. The basic metallurgy of welding: Brazing, Transient-Liquid-Phase Bonding and Soldering</li> <li>4. Coatings and nano-reactive foils as filler materials</li> <li>5. Advanced joining of alloys and intermetallic alloys</li> <li>6. Advanced joining of polymers, ceramics and composites</li> <li>7. Advanced joining with dissimilar materials</li> <li>8. Characterization techniques: Destructive and Non-destructive methods</li> <li>9. Defects and joining reliability</li> <li>10. Corrosion environments and hydrogen embrittlement</li> <li>11. Joining technologies as repairing technique</li> <li>12. Other advanced joining methods (e.g. living tissue)</li> </ol>				
Skript	A script in English covering the lecture content is available online on the ETHZ website. Hardcopies of the script will be distributed during the lecture.				
Literatur	<p>The following books help to deep lecture contents on Advanced Joining Technologies and offers additional and more detailed description of the phenomena/methods presented in the lecture script:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Handbook of Plastics Joining: A Practical Guide, Edited by The Welding Institute, Cambridge, UK, ISBN: 978-0-8155-1581-4</li> <li>2) Solders and Soldering: Materials, Design, Production, and Analysis for Reliable Bonding; by Howard H., McGraw-Hill. ISBN-13: 978-0070399709</li> <li>3) Principles of Soldering by Giles Humpston and David M. Jacobson. ASM International, 2004. ISBN: 978-0-87170-792-5</li> <li>4) Principles of Brazing by Giles Humpston and David M. Jacobson. ASM International, 2004. ISBN: 0-87170-812-4</li> </ol>				
<b>327-2134-00L</b>	<b>Introduction to Metamaterials</b>	<b>W Dr</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Galinski</b>
Kurzbeschreibung	The main course objectives are to introduce students to the exciting world of metamaterials designed for optical and mechanical applications. Focus is on its most important physical concepts and fabrication techniques.				
Lernziel	The main course objectives are to introduce students to the exciting world of metamaterials designed for optical and mechanical applications. Focus is on its most important physical concepts and fabrication techniques.				
Inhalt	<p>Metamaterials are artificial designer materials with properties that may not be found in nature. They can be designed to possess unique electromagnetic or mechanical properties, which allow to explore new physical phenomena such as negative refraction and negative Poisson's ratio, negative compressibility transitions, perfect lenses, optical and mechanical cloaking. In addition, metamaterials are promising candidates to improve the environment by enhancing energy harvesting from the sun.</p> <p>Topics to be covered: Metal optics and plasmonics, metamaterials and metasurfaces, epsilon-near-zero (ENZ) materials, negative refraction, negative Poisson ratio materials, plasmonic-enhanced light harvesting.</p>				

<b>327-2139-00L</b>	<b>Diffraction Physics in Materials Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Erni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on diffraction and scattering phenomena in materials science beyond basic Bragg diffraction. Introducing the Born approximation and Kirchhoff's theory, diffraction from ideal and non-ideal crystals is treated including, e.g., temperature and size effects, ordering phenomena, small-angle scattering and dynamical diffraction theories for both electron and X-ray diffraction.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To become familiar with advanced diffraction phenomena in order to be able to explore the structure and properties of (solid) matter and their defects.</li> <li>• To be able to judge what type of diffraction method is suitable to probe what type of materials information.</li> <li>• To build up a generally applicable and fundamental theoretical understanding of scattering and diffraction effects.</li> <li>• To be able to identify limitations of the methods and the underlying theory which is commonly used to analyze diffraction data.</li> </ul>				
Inhalt	The course provides a general introduction to advanced diffraction phenomena in materials science. The lecture series covers the following topics: derivation of a general scattering theory based on Green's function as basis for the introduction of the first-order Born approximation; Kirchhoff's diffraction theory with its integral theorem and the specific cases of Fresnel and Fraunhofer diffraction; diffraction from ideal crystals and diffraction from real crystals considering temperature effects expressed by the temperature Debye-Waller factor and by thermal diffuse scattering, atomic size effects expressed by the static Debye-Waller factor and diffuse scattering due to the modulation of the Laue monotonic scattering as a consequence of local order or clustering; the basics of small-angle scattering; and finally approaches used to treat dynamical diffraction are introduced. In addition, the specifics of X-ray, electron and neutron scattering are being discussed. The course is complemented by a lab visit, selected exercises and short topical presentations given by the participants.				
Skript	Full-text script is available covering within about 100 pages the core topics of the lecture and all necessary derivations.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffraction Physics, 3rd ed., J. M. Cowley, Elsevier, 1994.</li> <li>- X-Ray Diffraction, B. E. Warren, Dover, 1990.</li> <li>- Diffraction from Materials, 2nd ed., L. H. Schwartz, J. B. Cohen, Springer, 1987.</li> <li>- X-Ray Diffraction – In Crystals, Imperfect Crystals and Amorphous Bodies, A. Guinier, Dover, 1994.</li> <li>- Aberration-corrected imaging in transmission electron microscopy, 2nd ed., R. Erni, Imperial College Press, 2015.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basics of crystallography and the concept of reciprocal space, basics of electromagnetic and particle waves (but not mandatory)				
<b>327-2140-00L</b>	<b>Focused Ion Beam and Applications ■</b>	<b>W Dr</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>P. Zeng, A. G. Bittermann, S. Gerstl, L. Grafulha Morales, J. Reuteler</b>
	<i>Number of participants limited to 6. PhD students will be asked for a fee.</i> <a href="https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html">https://scopem.ethz.ch/education/MTP.html</a>				
	<i>Registration form:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/117anZLvm95SkqFmY7-IrddEeoRHEzYhZkYDig88z00/edit">https://docs.google.com/forms/d/117anZLvm95SkqFmY7-IrddEeoRHEzYhZkYDig88z00/edit</a>				
Kurzbeschreibung	The introductory course on Focused Ion Beam (FIB) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Set-up, align and operate a FIB-SEM successfully and safely.</li> <li>- Accomplish operation tasks and optimize microscope performances.</li> <li>- Perform sample preparation (TEM lamella, APT probe...) using FIB-SEM.</li> <li>- Perform other FIB techniques, such as characterization</li> <li>- At the end of the course, students will know how to set-up FIB-SEM, how to prepare TEM lamella/APT probe and how to utilize FIB techniques.</li> </ul>				
Inhalt	This course provides FIB techniques to students with previous SEM experience.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overview of FIB theory, instrumentation, operation and applications.</li> <li>- Introduction and discussion on FIB and instrumentation.</li> <li>- Lectures on FIB theory.</li> <li>- Lectures on FIB applications.</li> <li>- Practicals on FIB-SEM set-up, cross-beam alignment.</li> <li>- Practicals on site-specific cross-section and TEM lamellar preparation.</li> <li>- Lecture and demonstration on FIB automation.</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailed course manual.</li> <li>- Giannuzzi, Stevie: Introduction to focused ion beams instrumentation, theory, techniques, and practice, Springer, 2005.</li> <li>- Orloff, Utlaut, Swanson: High resolution focused ion beams: FIB and its applications, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfill one or more of these prerequisites: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training SEM I: Introduction to SEM (327-2125-00L).</li> <li>- Prior SEM experience.</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Problemlösung				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>327-2142-00L</b>	<b>Organic Electronic Materials</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H. Frauenrath</b>	
Kurzbeschreibung	This course will introduce students to the structural requirements of charge transport in organic materials as well as synthetic methods for their preparation.					
Lernziel	By the end of the course, the student must be able to: - Describe electronic structure of aromatic compounds, electron delocalisation - Draw molecular orbital diagrams of pi-conjugated systems - Discriminate charge generation mechanisms and species (solitons, polarons, bipolarons) - Apply synthesis methods appropriate for pi-conjugated molecules - Categorize different classes of organic electronic materials - Elaborate functioning of organic solar cells, field-effect transistors, light-emitting diodes					
Inhalt	1. Introduction, Motivation, and Overview - Research in Materials Related to Energy Conversion and Storage - Basics of Supramolecular Chemistry 2. Charge Transport in Organic Molecules and Materials - Chemical Bonding in Organic Molecules - Electron Delocalization in Molecules with pi-Conjugated Systems - Charge Generation and Transport in Molecules and Bulk Materials 3. Synthesis and Properties of Organic Electronic Materials - General Strategies - Oligo(phenylene)s and Poly(phenylene)s - Oligo(thiophene)s and Poly(thiophene)s - Poly(phenylene vinylene)s - Other Low Molecular Weight Organic Semiconductors 4. Fabrication and Characterization of Organic Electronic Devices - Organic Field-Effect Transistors (OFET) - Organic Light-Emitting Diodes (OLED) - Organic Solar Cells (OSC)					
<b>327-2144-00L</b>	<b>Microscopy Training Cryogenic Electron Microscopy ■ W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>		<b>M. Peterek, B. Qureshi,</b> E. J. Barthazy Meier, S. Handschin, M. S. Lucas-Droste, P. Zeng	
	<i>Please register here:</i> <a href="https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42cKfPjPyA38BGrok_Y/edit#responses">https://docs.google.com/forms/d/11m8bfsYf41AtXYnrBqAg42cKfPjPyA38BGrok_Y/edit#responses</a>					
Kurzbeschreibung	The introductory course on cryogenic electron microscopy (cryoEM) provides theoretical and hands-on learning for new operators, utilizing lectures, demonstrations and hands-on sessions.					
Lernziel	- Overview of cryoEM theory, instrumentation, operation and applications - Prepare cryoEM sample (vitrification using Vitrobot) - Set-up, align and operate a cryoTEM successfully and safely - Set up automated data collection - Basic processing steps to analyze/interpret the data e.g., reconstruction 3D volumes					
Inhalt	This course introduces and gives an overview of cryoEM and its applications. At the end of the course, students will be familiar with how to prepare vitrified probe and how to use a cryoTEM to collect and analyze data for exemplary techniques: - Introduction and discussion on cryoEM and instrumentation - Lectures on cryoEM theory - Lectures on cryoEM applications - Practicals/demonstration on vitrification, grid preparation - Practicals/demonstration on data collection - Lecture and practicals/demonstration on reconstruction of 3D volumes from 2D cryoEM projections/images					
Literatur	- Course slides - EM-University: ( <a href="https://em-learning.com/">https://em-learning.com/</a> ) - Book: CryoEM Methods and Protocols edited by T Gonen, B B Nannenga - Book: Single-particle Cryo-eM of Biological Macromolecules edited by R M Glaeser, E Nogales, W Chiu					
Voraussetzungen / Besonderes	The students should fulfil one or more of these prerequisites: - Prior attendance to the ScopeM Microscopy Training TEM I - Prior TEM experience					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				gefördert
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Problemlösung				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kritisches Denken				gefördert
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert

<b>327-2147-00L</b>	<b>Scattering of Soft Matter</b> <i>All enrolled students are initially placed on the "waiting list" until the registration deadline. In the case of more than 12 applicants, the students will be selected by the lecturers before the start of the lecture according to the priority criteria: master students before doctoral students, Material Science students before students of other departments. The course will only take place with a minimum of 4 students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Lutz Bueno, U. Gasser, T. Weber</b>
Kurzbeschreibung	This course provides the theoretical and practical foundation for small angle scattering experiments, which is a powerful and versatile method to study the structure and dynamics of soft materials on the nanometer scale. We will cover basic scattering theory, radiation types, instrumentation, practical experiment planning and execution, as well as tutorials for data analysis and interpretation.				
Lernziel	With this course, the students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan a scattering experiment with X-rays, neutrons or light</li> <li>- Judge the suitability of the sample to the technique and radiation</li> <li>- Choose the type of experiment (dynamic or static) to assess the unknown property</li> <li>- Perform a scattering experiment (SAXS practical)</li> <li>- Analyze the raw data of a given model system</li> <li>- Integrate the overall data acquisition, reduction and interpretation</li> <li>- Quote the state-of-the-art in scattering experiments and data analysis</li> </ul>				
Inhalt	Course: The course starts with basic scattering theory, including the mathematical derivation of the scattering resulting from the dispersion of spherical colloidal particles, observed by neutrons, X-rays and light scattering, and the advantages/disadvantages of each type of radiation will be assessed, including the calculation of scattering length density and contrast. We will then distinguish between spectroscopy and scattering techniques, and demonstrate the instrumental requirements for scattering experiments. We will then dive into small angle scattering techniques for soft matter systems, discuss specifics of the sample requirements and data interpretation. Laboratory sessions and exercises: The practical scattering laboratory will include experiments on different types of soft matter with lab-SAXS. Each group of student will receive a system to characterize, and the results will be discussed and interpreted based on computer exercises in data analysis and modelling of scattering data.				
Voraussetzungen / Besonderes	Pre-requisite: Crystallography, physics and calculus courses in Bachelor level. Interest in performing scattering experiments.  Complementary to: Diffraction Physics in Materials Science and Scattering Techniques for Material Characterization.				
<b>327-2223-00L</b>	<b>Atomic Force Microscopy in Materials Science ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>N. Burnham, L. Isa, S. N. Ramakrishna</b>
Kurzbeschreibung	This course is a hands-on introduction to atomic force microscopy (AFM). It consists of lectures and practical exercises involving actual AFM use, macroscopic mechanical models of AFM, and computer simulations. Most lab work and the capstone research project will be done in teams of two or three students.				
Lernziel	The objectives of the course are for students to become familiar with the concepts of and equipment for AFM, to understand their results, and to competently use an AFM for a short research project.				
Skript	YouTube.com/AtomicForceMicro, NaioAFM Tutorials 1-8, AFM Lessons 1-30				
<b>327-2224-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Additive Manufacturing</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>	<b>W Dr</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on Additive Manufacturing (AM) with focus on simulation and biohybrid robotics. Internationally renowned experts from academia and industry present cutting-edge research, highlighting the state-of-the-art and frontiers in the field.				
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in Additive Manufacturing, a topic of global and future relevance for materials and process engineering. A focus is placed on simulation and biohybrid robotics applications. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and exchange ideas within an interdisciplinary community.				
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of Additive Manufacturing. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.				
Skript	Selected scientific pre-read literature (max. three articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should have a solid background in materials science and/or engineering.				
<b>327-4105-00L</b>	<b>Integrity of Materials and Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>G. Piskoty, M. Barbezat, T. Graule</b>
Kurzbeschreibung	The course approaches failures in metallic, ceramic and polymer components as well as structures.				
Lernziel	1) Understanding common failure mechanisms of materials and structures  2) Obtaining knowledge about the methodology of failure analysis  3) Learning to apply the different investigation methods appropriately				
Inhalt	STRUCTURES: In most failure cases, the material used is only one of various aspects to be considered. Consequently, successful failure analysis requires a comprehensive interdisciplinary approach. The systematic procedure, which involves the preservation of evidence, followed by establishing and evaluating hypotheses and completed by drawing conclusions, will be explored interactively, based on variegated failure cases.  METALS: After a brief overview of the most failure-relevant properties of metallic materials, focusing on steel, different common failure mechanisms and the related investigation approaches will be demonstrated based on case studies from different fields like transportation, machinery and building structures.  CERAMICS: Ceramics are used in applications where electrical insulation, resistance to wear, or the ability to withstand high temperatures are needed. Failure mechanisms in ceramic components under operating conditions are analyzed: corrosion due to fluids, erosion due to fluids loaded with particles, hot gas corrosion, creep.  POLYMERS: Methodology of failure analysis on polymer materials: system approach, mechanisms like aging in polymers, analysis of thermoplast, thermosets and elastomer failures based on application oriented cases. Team exercises on selected failure cases.				
Skript	Handouts will be provided prior to lectures.				

Literatur	Recommended literature will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>101-0658-00L</b>	<b>Concrete Material Science</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. J. Flatt, T. Wangler</b>
Kurzbeschreibung	Concrete Material Science untersucht wie die Eigenschaften von Beton beeinflusst werden durch seine Mikrostruktur und wie diese Mikrostruktur durch Verarbeitung und Zusammensetzung bestimmt ist. In diesem Kurs werden verschiedene Techniken vorgestellt, die sowohl in der Forschung wie in der praktischen Konstruktion verwendet werden um den Beton und seine Bestandteile zu charakterisieren.				
Lernziel	In diesem Kurs werden sie ein tieferes Verständnis gewinnen über die gebräuchlichen Techniken zur Charakterisierung der technischen, mikrostrukturellen, physikalischen und chemischen Eigenschaften von Beton. Sie werden lernen wie dieses Wissen in wissenschaftlicher und industrieller Umgebung benutzt werden kann. In der Praxis werden diese Methoden verwendet um zum Beispiel neue Materialien zu evaluieren, Ursachen für Probleme zu diagnostizieren, Verantwortlichkeiten zu bestimmen, Rückforderungen oder Qualitätsversicherungen zu bearbeiten, wie auch experimentelle Programme in Forschung und Entwicklung zu entwerfen. Während des Kurses werden Sie auch lernen wie Beton konstruiert werden kann, so dass er die Umwelt weniger belastet und eine verlängerte Lebenszeit hat.				
Inhalt	Programm: 1. Einführung in die Betonmaterialwissenschaft 2. Thermodynamisches Modellieren der Zementhydratation und dessen industrielle Relevanz. Dr. Thomas Matschei (Holcim Group Support) 3. Charakterisierungsmethoden I 4. Charakterisierungsmethoden II 5. Charakterisierungsmethoden III: Solid State NMR. Prof. Jean-Baptiste d'Espinose (ESPCI) 6. Frischbetoneigenschaften - Rheologie 7. Chemische Zusatzmittel 8. Transport in porösen Baustoffe 9. Dauerhaftigkeit I 10. Alternative Bindemittel 11. Dauerhaftigkeit II - Alkali-Silika Reaktion. Dr. Andreas Lehmann (EMPA) 12. Praktische Übungen I 13. Praktische Übungen II 14. Praktische Übungen III				
Skript	Studentinnen/Studenten erhalten die gesamte obligatorische Literatur ausgedruckt.				
Literatur	Studentinnen/Studenten erhalten die gesamte obligatorische Literatur ausgedruckt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Studenten mit Bachelor-Abschluss Weitere Abschlüsse: Dipl. Ing. ETH oder FH				
<b>101-0678-00L</b>	<b>Wood Physics &amp; Wood Materials</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Burgert, G. A. De Freitas Siqueira, G. Panzarasa</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental relationships between structure and properties of wood and wood-based materials are covered. Based on the hierarchical structure of wood, the course conveys aspects of nanostructural characterization and micromechanical analysis. In view of recent wood material developments, concepts for the assembly of advanced wood materials and cellulose-based materials will be demonstrated.				
Lernziel	Wood is a renewable resource, which is increasingly used in engineering applications. Main objective of the course is a better understanding of physical properties of wood, wood-based materials and functional wood materials as well as the underlying relationships between structure and properties. This knowledge is fundamental for an appropriate use of wood and wood-based materials in common and new fields of application.				
Inhalt	The following topics are covered: Hierarchical structure of wood and assembly of wood-based products Wood properties, such as density, wood moisture content, swelling and shrinkage Mechanical properties at different length scales Nanostructural characterization Materials from nanocellulose Wood modification Wood polymer composites Wood hybrid materials Functional wood materials				
Skript	Handouts will be provided prior to each lecture.				
Literatur	Niemz, P.; Sonderegger, W.: Holzphysik - Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, Hanser Verlag 2017 Bodig, J.; Jayne, B.A.: Mechanics of wood and wood composites. Krieger, Malabar, Florida 1993 Dunky, M.; Niemz, P.: Holzwerkstoffe und Leime. Springer, Berlin 2002 Wagenführ, A.; Scholz, F.: Taschenbuch der Holztechnik (Kapitel 1.4 und 2, P. Niemz), Hanser Verlag 2008				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
<b>151-0638-00L</b>	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b>	<b>W Dr</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Katschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang</b>
	<i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>				

*Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics*

Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.		
Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.		
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO <sub>2</sub> sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.		
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.  To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.  On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.				

Inhalt	<p>I- INTRODUCTORY CONCEPTS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics</li> <li>2. The optical near field</li> <li>3. Reminders on light-matter interaction</li> <li>4. Reminders on optical resonators</li> </ol> <p>II- PLASMONICS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Surface plasmon polaritons</li> <li>2. Localized surface plasmons</li> <li>3. Hot carriers</li> <li>4. Thermoplasmonics</li> </ol> <p>III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mie resonances in subwavelength particles</li> <li>2. Electric versus magnetic resonances</li> <li>3. Mode engineering and directional scattering</li> <li>4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics</li> </ol> <p>IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Photonic crystals</li> <li>2. Metamaterials</li> <li>3. Topological photonics</li> <li>4. Flat optics, metasurfaces &amp; metalenses</li> </ol> <p>V- APPLICATIONS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renewable energy</li> <li>2. Biomedicine</li> <li>3. Information and Communication Technology</li> </ol>				
Skript	Class notes and handouts				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet &amp; Lalanne</li> <li>- Absorption and scattering of light by small particles - Bohren &amp; Huffman</li> <li>- Thermoplasmonics - Baffou</li> <li>- Plasmonics - Maier</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
<b>227-0161-00L</b>	<b>Molecular and Materials Modelling</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. Passerone, C. Pignedoli</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.				
Lernziel	The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Classical force fields in molecular and condensed phase systems</li> <li>-Methods for finding stationary states in a potential energy surface</li> <li>-Monte Carlo techniques applied to nanoscience</li> <li>-Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties</li> <li>-From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions</li> <li>-Condensed phase systems: from periodicity to band structure</li> <li>-Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations</li> <li>-Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies</li> <li>-The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds</li> </ul>				
Skript	A script will be made available and complemented by literature references.				
Literatur	<p>D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.</p> <p>M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.</p> <p>C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004</p> <p>G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.</p> <p>K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.</p> <p>N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.</p> <p>E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.</p>				
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				



Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.				
	* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>402-0318-00L</b>	<b>Semiconductor Materials: Characterization, Processing and Devices</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Schön, W. Wegscheider</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction into the fundamentals of semiconductor materials. The main focus in this semester is on state-of-the-art characterization, semiconductor processing and devices.				
Lernziel	Basic knowledge of semiconductor physics and technology. Application of this knowledge for state-of-the-art semiconductor device processing				
Inhalt	1. Material characterization: structural and chemical methods 1.1 X-ray diffraction methods (Powder diffraction, HRXRD, XRR, RSM) 1.2 Electron microscopy Methods (SEM, EDX, TEM, STEM, EELS) 1.3 SIMS, RBS 2. Material characterization: electronic methods 2.1 van der Pauw technique 2.2 Hall effect 2.3 Cyclotron resonance spectroscopy 2.4. Quantum Hall effect 3. Material characterization: Optical methods 3.1 Absorption methods 3.2 Photoluminescence methods 3.3 FTIR, Raman spectroscopy 4. Semiconductor processing: lithography 4.1 Optical lithography methods 4.2 Electron beam lithography 4.3 FIB lithography 4.4 Scanning probe lithography 4.5 Direct growth methods (CEO, Nanowires) 5. Semiconductor processing: structuring of layers and devices 5.1 Wet etching methods 5.2 Dry etching methods (RIE, ICP, ion milling) 5.3 Physical vapor deposition methods (thermal, e-beam, sputtering) 5.4 Chemical vapor Deposition methods (PECVD, LPCVD, ALD) 5.5 Cleanroom basics & tour 6. Semiconductor devices 6.1 Semiconductor lasers 6.2 LED & detectors 6.3 Solar cells 6.4 Transistors (FET, HBT, HEMT)				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The "compulsory performance element" of this lecture is a short presentation of a research paper complementing the lecture topics. Several topics and corresponding papers will be offered on the moodle page of this lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
<b>402-0558-00L</b>	<b>Crystal Optics in Intense Light Fields</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Fiebig</b>
Kurzbeschreibung	Because of their aesthetic nature crystals are termed "flowers of mineral kingdom". The aesthetic aspect is closely related to the symmetry of the crystals which in turn determines their optical properties. It is the purpose of this course to stimulate the understanding of these relations with a particular focus on those phenomena occurring in intense light fields as they are provided by lasers.				

Lernziel	In this course students will at first acquire a systematic knowledge of classical crystal-optical phenomena and the experimental and theoretical tools to describe them. This will be the basis for the core part of the lecture in which they will learn how to characterize ferroelectric, (anti)ferromagnetic and other forms of ferroic order and their interaction by nonlinear optical techniques. See also <a href="http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index">http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index</a> .				
Inhalt	Crystal classes and their symmetry; basic group theory; optical properties in the absence and presence of external forces; focus on magneto-optical phenomena; density-matrix formalism of light-matter interaction; microscopy of linear and nonlinear optical susceptibilities; second harmonic generation (SHG); characterization of ferroic order by SHG; outlook towards other nonlinear optical effects: devices, ultrafast processes, etc.				
Skript	Extensive material will be provided throughout the lecture.				
Literatur	(1) R. R. Birss, Symmetry and Magnetism, North-Holland (1966) (2) R. E. Newnham: Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford University (2005) (3) A. K. Zvezdin, V. A. Kotov: Modern Magneto-optics & Magneto-optical Materials, Taylor/Francis (1997) (4) Y. R. Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley (2002) (5) K. H. Bennemann: Nonlinear Optics in Metals, Oxford University (1999)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in solid state physics and quantum (perturbation) theory will be very useful. The lecture is addressed to students in physics and students in materials science with an affinity to physics.				
<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> Nanoscale molecular imaging using ions: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> Single molecule imaging techniques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: <ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019).</li> <li>- C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007).</li> <li>- T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>529-0948-00L</b>	<b>Solid State Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>10P</b>	<b>M. Kovalenko, M. Kotyrba, S. Yakunin</b>
	<i>Belegung nur möglich bis 06.02.2024. Bevorzugung von Teilnehmenden, welche die Vorlesung «Inorganic Chemistry II» besucht haben.</i>				

Kurzbeschreibung	An introduction to single crystal growth with the Bridgman-Stockbarger technique and thin film preparation using melt processing and evaporation deposition. Physical characterization of single crystals and thin films.																								
Lernziel	The practical laboratory course gives an insight into the growth of single crystals and their applications. Focus lies on the growth of semiconductor crystals, thin film preparation (melt & evaporation technique) of semiconducting materials and the measurement of their physical (optical & electronic) properties. Additionally, the complete work is documented in a detailed scientific report.																								
Inhalt	The growth of perovskite (CsPbBr <sub>3</sub> ) semiconductor crystals using the Bridgman-Stockbarger technique as a model system for single crystals grown from the melt. Alternatively thin films derived over melt processing or via evaporation deposition are prepared. The preparation of crystals for physical measurements through cutting and polishing. Measuring optical characteristics (absorption) as well as electronic properties, including current-voltage (IV) measurements, time-of-flight, charge carrier recombination, charge extraction efficiencies, noise measurement and photodetection.																								
Skript	Electronic version of the script will be provided.																								
Literatur	All references in the script will be provided in .pdf-form, no other sources are needed.																								
Voraussetzungen / Besonderes	Every participant works on 14 afternoons in a row (Tuesday - Thursday, 13:00 - 18:00) during the semester after being assigned to a group of two or three participants depending on the overall amount of participants. No further presence is demanded. Presence dates: 27.02. - 27.03.2024 28.02. - 28.03.2024 12.03. - 17.04.2024 20.03. - 25.04.2024 28.03. - 08.05.2024 11.04. - 16.05.2024 24.04. - 29.05.2024 25.04. - 30.05.2024  Preferences for the personal assignment can be considered.  Electronic enrollment is mandatory. (except ETH-external participants).  Safety concept: <a href="https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html">https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html</a>  By enrolling in this lab course, students confirm to thoroughly study all safety information and follow instructions.																								
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert																							
	Verfahren und Technologien	gefördert																							
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert																							
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert																							
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																							
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert																							
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																							
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																							

### ► Forschungsprojekt (nur für Studienreglement 2023)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-1210-10L	<b>Research Project</b> <i>Nur für Materialwissenschaft MSc, Studienreglement 2023</i>	O	12 KP	23A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	8-wöchiges Projekt zur Übung in selbständiger wissenschaftlicher Arbeit, das mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen wird.				
Lernziel	Das Projekt fördert die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter, methodischer und erster wissenschaftlicher Tätigkeit innerhalb einer der Forschungsgruppen der ETH Zürich.				

### ► Industriepraktikum (nur für Studienreglement 2023)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-2001-00L	<b>Industrial Internship</b> <i>Nur für Materialwissenschaft MSc Studienreglement 2023</i>	O	12 KP		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	12-wöchiges Praktikum in der Industrie, das mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen wird.				
Lernziel	Es ist das Ziel der 12-wöchigen Praxis, Studierenden die industriellen Arbeitsumgebungen näher zu bringen. Während dieser Zeit bietet sich ihnen die Gelegenheit, in aktuelle Projekte der Gastinstitution involviert zu werden.				

### ► Projekte (nur für Studienreglement 2012)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-1210-00L	<b>Project I</b> <i>Nur für Materialwissenschaft MSc, Studienreglement 2012</i>	O	12 KP	23A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	8-wöchiges Projekt zur Übung in selbständiger wissenschaftlicher Arbeit, das mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen wird.				
Lernziel	Das Projekt fördert die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter, methodischer und erster wissenschaftlicher Tätigkeit innerhalb einer der Forschungsgruppen der ETH Zürich.				
327-1211-00L	<b>Project II</b> <i>Nur für Materialwissenschaft MSc, Studienreglement 2012</i>	O	12 KP	23A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	8-wöchiges Projekt zur Übung in selbständiger wissenschaftlicher Arbeit, das mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen wird.				
Lernziel	Das Projekt fördert die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter, methodischer und erster wissenschaftlicher Tätigkeit innerhalb einer der Forschungsgruppen der ETH Zürich.				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
327-9000-00L	<b>Master's Thesis</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	O	30 KP	64D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Selbständige wissenschaftliche Abschlussarbeit zu einem aktuellen Thema aus dem Bereich Materialwissenschaft. Die Master-Arbeit dauert 6 Monate und wird schriftlich dokumentiert.				

Lernziel Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines Problems im Rahmen eines der Forschungsgebiete am Departement Materialwissenschaft.

## ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MATL*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### Materialwissenschaft Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Mathematik (Allgemeines Angebot)

## ► Allgemein zugängliche Seminare und Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5000-00L	Zurich Colloquium in Mathematics	Z	0 KP		M. Iacobelli, A. Bandeira, S. Mishra, R. Pandharipande, T. Rivière, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The lectures try to give an overview of "what is going on" in important areas of contemporary mathematics, to a wider non-specialised audience of mathematicians.				

## ► Aktuar SAV Ausbildung an der ETH Zürich

Weitere Auskünfte über die Vertiefung in Versicherungsmathematik erteilt das Sekretariat von Prof. M. Wüthrich, HG F 42.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-4920-00L	Market-Consistent Actuarial Valuation	W	4 KP	2V	M. V. Wüthrich, H. Furrer
Kurzbeschreibung	Introduction to market-consistent actuarial valuation. Topics: Stochastic discounting, full balance sheet approach, valuation portfolio in life and non-life insurance, technical and financial risks, risk management for insurance companies.				
Lernziel	Goal is to give the basic mathematical tools for describing insurance products within a financial market and economic environment and provide the basics of solvency considerations.				
Inhalt	In this lecture we give a full balance sheet approach to the task of actuarial valuation of an insurance company. Therefore we introduce a multidimensional valuation portfolio (VaPo) on the liability side of the balance sheet. The basis of this multidimensional VaPo is a set of financial instruments. This approach makes the liability side of the balance sheet directly comparable to its asset side.  The lecture is based on four sections: 1) Stochastic discounting 2) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for life insurance products (with guarantees) 3) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for a run-off portfolio of a non-life insurance company 4) Measuring financial risks in a full balance sheet approach (ALM risks)				
Literatur	Market-Consistent Actuarial Valuation, 3rd edition. Wüthrich, M.V. EAA Series, Springer 2016. ISBN: 978-3-319-46635-4  Wüthrich, M.V., Merz, M. Claims run-off uncertainty: the full picture. SSRN Manuscript ID 2524352 (2015).  England, P.D, Verrall, R.J., Wüthrich, M.V. On the lifetime and one-year views of reserve risk, with application to IFRS 17 and Solvency II risk margins. Insurance: Mathematics and Economics 85 (2019), 74-88.  Wüthrich, M.V., Embrechts, P., Tsanakas, A. Risk margin for a non-life insurance run-off. Statistics & Risk Modeling 28 (2011), no. 4, 299--317.  Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance. Wüthrich, M.V., Merz, M. Springer Finance 2013. ISBN: 978-3-642-31391-2  Cheridito, P., Ery, J., Wüthrich, M.V. Assessing asset-liability risk with neural networks. Risks 8/1 (2020), article 16.				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .  Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				

401-3936-00L	Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing	W	4 KP	2V	M. V. Wüthrich, C. M. Buser
Kurzbeschreibung	We study statistical methods in supervised learning for non-life insurance pricing such as generalized linear models, generalized additive models, Bayesian models, neural networks, classification and regression trees, random forests and gradient boosting machines.				
Lernziel	The student is familiar with classical actuarial pricing methods as well as with modern machine learning methods for insurance pricing and prediction.				
Inhalt	We present the following chapters: - generalized linear models (GLMs) - generalized additive models (GAMs) - neural networks - credibility theory - classification and regression trees (CARTs) - bagging, random forests and boosting				
Skript	The lecture notes are available from: M.V. Wüthrich, C. Buser. Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing <a href="http://ssrn.com/abstract=2870308">http://ssrn.com/abstract=2870308</a>				
Literatur	M.V. Wüthrich, M. Merz. Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications <a href="http://ssrn.com/abstract=3822407">http://ssrn.com/abstract=3822407</a>				

Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).				
	This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>				
	Good knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
<b>401-3923-00L</b>	<b>Selected Topics in Life Insurance Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Koller</b>
Kurzbeschreibung	Stochastic Models for Life insurance 1) Markov chains 2) Stochastic Processes for demography and interest rates 3) Cash flow streams and reserves 4) Mathematical Reserves and Thiele's differential equation 5) Theorem of Hattendorff 6) Unit linked policies				
<b>401-3917-00L</b>	<b>Stochastic Loss Reserving Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Dahms</b>
Kurzbeschreibung	Loss Reserving is one of the central topics in non-life insurance. Mathematicians and actuaries need to estimate adequate reserves for liabilities caused by claims. These claims reserves have influence all financial statements, future premiums and solvency margins. We present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate those loss reserves.				
Lernziel	Our goal is to present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate claim reserves. These methods enable us to set adequate reserves for liabilities caused by claims and to determine prediction errors of these predictions.				
Inhalt	We will present the following stochastic claims reserving methods/models: - Stochastic Chain-Ladder Method - Bayesian Methods, Bornhuetter-Ferguson Method, Credibility Methods - Distributional Models - Linear Stochastic Reserving Models, inclusive one practice lesson - Bootstrap Methods - inflation, large claims, mid year reserving - Claims Development Result (solvency view) - Coupling of portfolios				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination periods.  This course will be held in English and counts towards the diploma "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .				
Kompetenzen	Basic knowledge in probability theory is assumed, in particular conditional expectations.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-3629-00L</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				
Inhalt	1. Introduction 2. Basic Concepts in Risk Management 3. Empirical Properties of Financial Data 4. Financial Time Series 5. Extreme Value Theory 6. Multivariate Models 7. Copulas and Dependence 8. Backtesting 9. Operational Risk				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools AJ McNeil, R Frey and P Embrechts Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition) <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.				
	The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-3956-00L</b>	<b>Economic Theory of Financial Markets</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				

Kurzbeschreibung	This lecture provides an introduction to the economic theory of financial markets. It presents the basic financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries.
Lernziel	This lecture aims at providing the fundamental financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries. It focuses on portfolio theory, cash flow valuation and deflator techniques.
Inhalt	We treat the following topics: - Fundamental concepts in economics - Portfolio theory - Mean variance analysis, capital asset pricing model - Arbitrage pricing theory - Cash flow theory - Valuation principles - Stochastic discounting, deflator techniques - Interest rate modeling - Utility theory
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .  Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.

401-3928-00L	Reinsurance Analytics	W	4 KP	2V	P. Arbenz
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and models for extreme events such as natural or man-made catastrophes. The lecture covers reinsurance contracts, Experience and Exposure pricing, natural catastrophe modelling, solvency regulation, and insurance linked securities				
Lernziel	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds				
Inhalt	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds				
Skript	Slides and lecture notes will be made available.				
Voraussetzungen / Besonderes	An excerpt of last year's lecture notes is available here: <a href="https://sites.google.com/site/philipparbenz/reinsuranceanalytics">https://sites.google.com/site/philipparbenz/reinsuranceanalytics</a> Basic knowledge in statistics, probability theory, and actuarial techniques				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

**Mathematik (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet
W	Wählbar für KP	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Mathematik Bachelor

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2021)

### ►► Obligatorische Fächer des Basisjahres

#### ►►► Basisprüfungsblock 1

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-1152-02L</b>	<b>Lineare Algebra II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>S. Zerbes</b>
Kurzbeschreibung	Eigenwerte und Eigenvektoren, Jordan-Normalform, Bilinearformen, Euklidische und unitäre Vektorräume, Spektralsatz, Multilineare Algebra, Tensorprodukt				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten Grundlagen der Linearen Algebra.				
Literatur	Siehe Lineare Algebra I				
Voraussetzungen / Besonderes	Lineare Algebra I				
<b>401-1262-07L</b>	<b>Analysis II: mehrere Variablen</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>6V+3U</b>	<b>J. Serra</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Differential- und Integralrechnung in mehreren reellen Veränderlichen, Vektoranalysis: Differential, partielle Ableitungen, Satz über implizite Funktionen, Umkehrsatz, Extrema mit Nebenbedingungen; Riemannsches Integral, Vektorfelder und Differentialformen, Wegintegrale, Oberflächenintegrale, Integralsätze von Gauss und Stokes.				
Inhalt	Mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung; Kurven und Flächen im $\mathbb{R}^n$ ; Extremalaufgaben; Mehrfache Integrale; Vektoranalysis.				
Literatur	H. Amann, J. Escher: Analysis II <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/3-7643-7402-0">https://link.springer.com/book/10.1007/3-7643-7402-0</a>  J. Appell: Analysis in Beispielen und Gegenbeispielen <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88903-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88903-8</a>  R. Courant: Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-61973-1">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-61973-1</a>  O. Forster: Analysis 2 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02357-7">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02357-7</a>  H. Heuser: Lehrbuch der Analysis <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-96826-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-96826-5</a>  K. Königsberger: Analysis 2 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-35077-2">https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-35077-2</a>  W. Walter: Analysis 2 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-97614-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-97614-8</a>  V. Zorich: Mathematical Analysis II (englisch) <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48993-2">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48993-2</a>				
<b>401-1032-00L</b>	<b>Grundstrukturen</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Halbeisen</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung behandelt Grundbegriffe der Logik, Mengenlehre, Algebra, elementare Zahlentheorie, Graphentheorie und Kombinatorik.				
Lernziel	Diese Vorlesung behandelt Grundbegriffe der Logik, Mengenlehre, Algebra, elementare Zahlentheorie, Graphentheorie und Kombinatorik.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	

### ►► Obligatorische Fächer

#### ►►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2464-00L</b>	<b>Analysis IV (Fourier Theory and Hilbert Spaces)</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Iacobelli</b>
Kurzbeschreibung	This class covers the basic theory of Hilbert spaces, Fourier series and Fourier Transform, and its application to the study of classical linear PDEs.				
Lernziel	1) Learn the basic theory of Hilbert spaces, Fourier series, Fourier Transform. Understand the strong physical intuition behind these mathematical concepts. 2) Learn about some concrete problems that can be effectively attacked with these tools, and understand what is the rigorous interpretation of the abstract results in such problems. Get a feeling about how to recognize such problems. 3) Learn what are the typical limitations and shortcomings of these tools.				
Inhalt	1) Real and complex Hilbert spaces, Hilbert bases and Riesz representation Theorem 2) Fourier series of a function in $L^2([-\pi, \pi]; \mathbb{C})$ , relationship between the regularity of a function and the asymptotic behaviour of the Fourier coefficients. Application to the resolution of linear partial differential equations with various boundary conditions in $[-\pi, \pi]$ . 3) Fourier Transform in $\mathbb{R}^d$ and its elementary properties, relationship between the regularity of the function and the asymptotic behaviour of its Fourier transform, relationship between the summability of the function and the regularity of its Fourier transform. Application to the resolution of linear partial differential equations with various decay conditions in $\mathbb{R}^d$ . 4) Compact operators on Hilbert spaces, Self-adjoint operators, the spectral theorem, eigenvalue problems, and applications.				
Skript	Notes (typesetted or handwritten) will be made available as they are produced to enrolled students.				
Literatur	The course will not follow a specific text, hence live participation is recommended. The material can be found in - Fourier Analysis : An Introduction, E. Stein, R. Shakarchi				
Voraussetzungen / Besonderes	Linear Algebra, Analysis I, II and III (Mass and integration)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>401-2554-00L</b>	<b>Topology</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>E. Kowalski</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Topologie. Themen: Topologische Räume, Stetigkeit, Kompaktheit, Zusammenhang, Produkträume, Trennungssaxiome, Quotientenräume, Homotopie, Fundamentalgruppe, Überlagerungen.				
Lernziel	Einführung in die Topologie -- das Gebiet der Mathematik, das sich damit befasst, die Strukturen zu studieren, in denen man 'Stetigkeit' definieren kann, und wie man sie benützen kann, um diese Strukturen zu erforschen und zu klassifizieren.				
Literatur	<p>Hauptreferenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klaus Jänich: Topologie (Springer). <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-10575-7">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-10575-7</a></li> </ul> <p>Weitere Referenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boto von Querenburg: Mengentheoretische Topologie (Springer). <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56860-2">http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56860-2</a></li> <li>- <a href="http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/Top/TopNotes.pdf">http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/Top/TopNotes.pdf</a> (für den ersten Teil der Vorlesung über die allgemeine (/mengentheoretische) Topologie)</li> <li>- <a href="http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATch1.pdf">http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATch1.pdf</a> (für den zweiten Teil der Vorlesung über die Anfänge der algebraischen Topologie (Fundamentalgruppe, Überlagerungen)).</li> <li>- James Munkres: Topology (Pearson Modern Classics for Advanced Mathematics Series).</li> <li>- Lynn Arthur Steen, J. Arthur Seebach Jr.: Counterexamples in Topology (Springer).</li> <li>- Edwin Spanier: Algebraic Topology (Springer).</li> </ul>				

<b>401-2604-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeit und Statistik</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik				
Lernziel	<p>Wahrscheinlichkeitsrechnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die abstrakten probabilistischen Konzepte unter Verwendung des Formalismus der Maßtheorie: Zufallsvariablen, Erwartungswert, Unabhängigkeit...</li> <li>- Entwicklung einer probabilistischen Intuition: Verstehen des Zusammenhangs zwischen den abstrakten Definitionen der Objekte und der Art und Weise, wie wir sie uns vorstellen können. Warum ist eine Zufallsvariable eine gute Möglichkeit, einen Münzwurf zu beschreiben?</li> <li>- Grundlegende Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung: Gesetz der großen Zahlen, zentrale Grenzwertsätze.</li> </ul> <p>Statistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in grundlegende Fragen und Methoden der Statistik: Wie kann man Informationen aus zufällig erzeugten Daten extrahieren?</li> <li>- Schätzung von Parametern, Konfidenzintervalle.</li> <li>- Test.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Analysis III (Masstheorie)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

## ►► Ergänzungsfächer

*Eine Anrechnung des Fachs «Physik II» in der Kategorie «Ergänzungsfächer» bleibt ausgeschlossen für Studierende, bei welchen «Physik II» bereits im Basisprüfungsblock 2 geprüft wurde und dieser für den Wechsel ins Studienreglement 2021 für den Bachelor-Studiengang Mathematik angerechnet wurde.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-1782-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>R. Wallny</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wellenlehre, Elektrizität und Magnetismus. Diese Vorlesung stellt die Weiterführung von Physik I dar, in der die Grundlagen der Mechanik gegeben wurden.				
Lernziel	Grundkenntnisse zur Mechanik sowie Elektrizität und Magnetismus sowie die Fähigkeit, physikalische Problemstellungen zu diesen Themen eigenhändig zu lösen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
<b>252-0002-00L</b>	<b>Datenstrukturen &amp; Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Fischer, F. Friedrich Wicker</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt die Grundlagen für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen. Anhand klassischer Probleme werden gängige Datenstrukturen, Algorithmen und Paradigmen für den Algorithmenentwurf diskutiert. Der Kurs umfasst auch eine Einführung in die parallele und nebenläufige Programmierung und das Programmiermodell von C++ wird eingehend diskutiert.				

Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen. Wissen um die Chancen, Probleme und Grenzen der parallelen und nebenläufigen Programmierung. Vertiefter Einblick in ein modernes Programmiermodell anhand der Programmiersprache C++.		
Inhalt	<p>Datenstrukturen und Algorithmen: Mathematische Tools für die Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionenwachstum, Rekursionsgleichungen, Rekursionsbäume), informelle Beweise für die Korrektheit von Algorithmen (Invarianten und Codetransformation), Entwurfsparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Induktion, Divide-and-Conquer, Sweep-Line-Methode, Backtracking und dynamische Programmierung), klassische algorithmische Probleme (Suche, Auswahl und Sortierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verkettete Listen, Hash-Tabellen, balancierte Suchbäume, Quad-Trees, Heaps, Union-Find), weitere Tools für die Laufzeitanalyse (z.B. amortisierte Analyse). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird anhand von geometrischen Problemen (konvexe Hülle, Linienschnitte, dichteste Punktepaare) und Graphenalgorithmen (Traversierungen, topologische Sortierung, transitive Hülle, kürzeste Pfade, minimale Spannbäume, maximaler Fluss) illustriert.</p> <p>Programmiermodell von C++: korrekte und effiziente Speicherbehandlung, generische Programmierung mit Templates, funktionale Ansätze mit Funktoren und Lambda-Ausdrücken.</p> <p>Parallele Programmierung: Konzepte der parallelen Programmierung (Amdahl/Gustavson, Task/Daten-Parallelität, Scheduling), Probleme der Nebenläufigkeit (data races, bad interleavings, memory reordering), Prozess-Synchronisation und Kommunikation in einem Shared-Memory-System (Mutual Exclusion, Semaphoren, Monitore, Condition-Variablen), Fortschrittsbedingungen (Deadlock-Freiheit, Starvation).</p> <p>Die im Kurs vermittelten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.</p> <p>Die Übungen werden in Code-Expert, einer Online-IDE und einem Übungsmanagementsystem, durchgeführt.</p> <p>Alle benötigten mathematischen Tools ausserhalb des Schulwissens werden im Kurs behandelt, einschliesslich einer Einführung zur Graphentheorie.</p>		
Literatur	(auf der Kurshomepage angegeben)		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: Vorlesung 252-0835-00L Informatik I 252-0835-00L oder äquivalente Kenntnisse in der Programmierung mit C++.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft gefördert

## ►► Wahlpflichtfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2534-00L</b>	<b>Geometrie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>C. Urech</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt eine Einführung in verschiedene geometrische Themen, insbesondere euklidische, sphärische, hyperbolische und projektive Geometrie, sowie Kurven und Flächen und deren Krümmung.				
Lernziel	Das Ziel der Vorlesung ist es, einen Einblick in schöne geometrische Resultate der letzten 2000 Jahre zu erhalten und gleichzeitig Grundlagen und Intuition für weiterführende Geometrievorlesungen, wie Differentialgeometrie oder Algebraische Geometrie, zu erlangen.				
Inhalt	The Axiome von Euklid und Hilbert; euklidische, sphärische, hyperbolische und projektive Geometrie; Isometriegruppen; Kurven und Flächen; Riemannsche Metriken; Geodäten; Poincaré Modelle der hyperbolischen Ebene; Krümmung; Satz von Gauss-Bonnet.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P.M.H. Wilson, "Curved Spaces" (main reference)</li> <li>- H. Coxeter, "Introduction to Geometry"</li> <li>- J. McCleary "Geometry from a Differentiable Viewpoint"</li> <li>- M. P. do Carmo "Differential Geometry of Curves and Surfaces"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft
<b>401-2004-00L</b>	<b>Algebra II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>Ö. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte Themen zu Ringen, Gruppen und Körpern inklusive Galoistheorie				
Lernziel	Ausgewählte Themen zu Ringen, Gruppen und Körpern inklusive Galoistheorie				
Inhalt	Ringtheorie: Elementarteilersatz, Klassifikation endlich erzeugter Moduln über Hauptidealringen, Anwendungen auf endlich erzeugte abelsche Gruppen und Jordansche Normalform.				
	Strukturtheorie von Gruppen: Einfache Gruppen, Kompositionsreihen, Auflösbare Gruppen, Semidirekte Produkte, p-Gruppen, Sylowsätze.				
	Struktur von Körpererweiterungen: algebraischer Abschluss, separable Polynome, endliche Körper, separable und/oder normale Körpererweiterungen, Galoisweiterungen, Galois-Korrespondenz, Symmetrische Funktionen, Kreisteilungskörper, Abelsche Körpererweiterungen, Auflösbare Körpererweiterungen, Satz von Abel-Ruffini				
Literatur	Bosch: Algebra. Springer Verlag. Fischer: Lehrbuch der Algebra. Vieweg Verlag. Lang: Algebra. Springer Verlag. Jantzen, Schwermer: Algebra. Springer Verlag. Rotman: Advanced Modern Algebra				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
<b>401-2374-24L</b>	<b>Dynamical Systems and Ergodic Theory</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Einsiedler</b>
	<i>Be aware that there is a big overlap with 401-3374-23L Dynamical Systems and Ergodic Theory (University of Zurich). Only one of the two course units may be recognised for credits. More precisely, it is also not</i>				

allowed to have recognised one course unit for the Bachelor's and the other course unit for the Master's degree.

Kurzbeschreibung	Dynamical systems is an exciting and very active field in pure (and applied) mathematics, that involves tools and techniques from many areas such as analysis, geometry and number theory. This introductory course will focus on discrete time dynamical systems, which can be obtained by iterating a function.		
Lernziel	By the end of the unit the student: will have developed a good background in the area of dynamical systems; will be familiar with the basic concepts, results, and techniques relevant to the area; will have detailed knowledge of a number of fundamental examples that help clarify and motivate the main concepts in the theory; will understand the proofs of the fundamental theorems in the area; will have mastered the application of dynamical systems techniques for solving a range of standard problems; will have a firm foundation for further study in the area.		
Inhalt	<p>Dynamical systems is an exciting and very active field in pure (and applied) mathematics, that involves tools and techniques from many areas such as analysis, geometry and number theory. This introductory course will focus on discrete time dynamical systems, which can be obtained by iterating a function. Even if the rule of evolution is deterministic, the long term behavior of the system is often chaotic. Different branches of dynamical systems, in particular ergodic theory, provide tools to quantify this chaotic behaviour and predict it on average. We will give a strong emphasis on presenting many fundamental examples of dynamical systems. Driven by the examples, we will first introduce some of the phenomena and main concepts which one is interested in studying.</p> <p>We will then formalize these concepts and cover the basic definitions and some fundamental theorems and results in topological dynamics, in symbolic dynamics and in particular in ergodic theory. During the course we will also mention some applications for example to number theory and information theory. Topics which will be covered include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Basic examples of dynamical systems (e.g. rotations and doubling map; baker's map, CAT map and hyperbolic toral automorphisms; the Gauss map and continued fractions);</li> <li>-Elements of topological dynamics (minimality; topological conjugacy; topological mixing; topological entropy);</li> <li>-Elements of symbolic dynamics (shifts and subshifts spaces; topological Markov chains and their topological dynamical properties; symbolic coding);</li> <li>-Introduction to ergodic theory: invariant measures; Poincare' recurrence; ergodicity; mixing; the Birkhoff Ergodic Theorem and applications; Markov measures; the ergodic theorem for Markov chains and applications to Internet Search; measure theoretic entropy;</li> <li>-Selected topics (time permitting): Shannon-McMillan-Breiman theorem; continuous time dynamical systems, dynamics on hyperbolic surfaces.</li> </ul>		
Literatur	<p>Textbooks which can be used as additional reference for some of the topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-M. Einsiedler and T. Ward, Ergodic Theory with a view towards Number Theory</li> <li>- M.Einsiedler and K. Schmidt, Dynamische Systeme (Ergodentheorie und topologische Dynamik)</li> <li>- B. Hasselblatt and A. Katok, Dynamics: A first course. (Cambridge University Press, 2003) – Chapters 7,8,10 and 15</li> <li>-M. Brin and G. Stuck, Introduction to Dynamical Systems. (Cambridge University Press, 2002) – Chapters 1-4</li> <li>-Omri Sarig, Lectures Notes on Ergodic Theory (Available Online), Topics from Chapter 1 and 2</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of analysis on metric spaces, measure theory and integration is required. We will also need Fourier series and some functional analysis, but it suffices if students learn these topics simultaneously or a bit later.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>401-2654-00L</b>	<b>Numerical Analysis II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>H. Ammari</b>
Kurzbeschreibung	The central topic of this course is the numerical treatment of ordinary differential equations. It focuses on the derivation, analysis, efficient implementation, and practical application of single step methods and pay particular attention to structure preservation.				
Lernziel	The course aims to impart knowledge about important numerical methods for the solution of ordinary differential equations. This includes familiarity with their main ideas, awareness of their advantages and limitations, and techniques for investigating stability and convergence. Further, students should know about structural properties of ordinary differential equations and how to use them as guideline for the selection of numerical integration schemes. They should also acquire the skills to implement numerical integrators in Python and test them in numerical experiments.				

Inhalt	<p>Chapter 1. Some basics</p> <p>1.1. What is a differential equation?</p> <p>1.2. Some methods of resolution</p> <p>1.3. Important examples of ODEs</p> <p>Chapter 2. Existence, uniqueness, and regularity in the Lipschitz case</p> <p>2.1. Banach fixed point theorem</p> <p>2.2. Gronwall's lemma</p> <p>2.3. Cauchy-Lipschitz theorem</p> <p>2.4. Stability</p> <p>2.5. Regularity</p> <p>Chapter 3. Linear systems</p> <p>3.1. Exponential of a matrix</p> <p>3.2. Linear systems with constant coefficients</p> <p>3.3. Linear system with non-constant real coefficients</p> <p>3.4. Second order linear equations</p> <p>3.5. Linearization and stability for autonomous systems</p> <p>3.6. Periodic Linear Systems</p> <p>Chapter 4. Numerical solution of ordinary differential equations</p> <p>4.1. Introduction</p> <p>4.2. The general explicit one-step method</p> <p>4.3. Example of linear systems</p> <p>4.4. Runge-Kutta methods</p> <p>4.5. Multi-step methods</p> <p>4.6. Stiff equations and systems</p> <p>4.7. Perturbation theories for differential equations</p> <p>Chapter 5. Geometrical numerical integration methods for differential equation</p> <p>5.1. Introduction</p> <p>5.2. Structure preserving methods for Hamiltonian systems</p> <p>5.3. Runge-Kutta methods</p> <p>5.4. Long-time behaviour of numerical solutions</p> <p>Chapter 6. Finite difference methods</p> <p>6.1. Introduction</p> <p>6.2. Numerical algorithms for the heat equation</p> <p>6.3. Numerical algorithms for the wave equation</p> <p>6.4. Numerical algorithms for the Hamilton-Jacobi equation in one dimension</p> <p>Chapter 7. Stochastic differential equations</p> <p>7.1. Introduction</p> <p>7.2. Langevin equation</p> <p>7.3. Ornstein-Uhlenbeck equation</p> <p>7.4. Existence and uniqueness of solutions in dimension one</p> <p>7.5. Numerical solution of stochastic differential equations</p>
--------	---

Skript Lecture notes including supplements will be provided electronically.

Please find the lecture homepage here:

<https://people.math.ethz.ch/~grsam/SS22/NAII/index.html>

Literatur All assignments and some previous exam problems will be available for download on lecture homepage.  
 Note: Extra reading is not considered important for understanding the course subjects.

Deuflhard and Bornemann: Numerische Mathematik II - Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, Walter de Gruyter & Co., 1994.

Hairer and Wanner: Solving ordinary differential equations II - Stiff and differential-algebraic problems, Springer-Verlag, 1996.

Hairer, Lubich and Wanner: Geometric numerical integration - Structure-preserving algorithms for ordinary differential equations, Springer-Verlag, Berlin, 2002.

L. Gruene, O. Junge "Gewöhnliche Differentialgleichungen", Vieweg+Teubner, 2009.

Hairer, Norsett and Wanner: Solving ordinary differential equations I - Nonstiff problems, Springer-Verlag, Berlin, 1993.

Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen - Eine Einführung, Springer-Verlag, Berlin, 1972.

Walter: Ordinary differential equations, Springer-Verlag, New York, 1998.

Voraussetzungen / Besonderes Homework problems involve Python implementation of numerical algorithms.

401-2334-00L	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Gruppentheorie: Gruppen, Darstellungen von Gruppen, unitäre und orthogonale Gruppen, Lorentzgruppe. Lie Theorie: Lie Algebren und Lie Gruppen. Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, Darstellungen von Lie-Algebren und Lie-Gruppen, physikalische Anwendungen (Eigenwertprobleme mit Symmetrie).				
Lernziel	Die Studierenden werden in der Lage sein:				
	(1) diverse Beispiele von Gruppen (endliche Gruppen, Matrixgruppen) zu benennen, Symmetriegruppen einfacher geometrischer Objekte zu bestimmen, und grundlegende Begriffe der Gruppentheorie anzuwenden (ist eine Gruppe abelsch, zusammenhängend? Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen?);				
	(2) Darstellungen endlicher Gruppen zu definieren, Charaktertafeln zu bestimmen und zu interpretieren, und Darstellungen zu analysieren (Irreduzibilität, kanonische Zerlegung);				
	(3) Matrix Lie-Gruppen und Lie-Algebren zu definieren und typische Beispiele benennen, und den Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren mittels der Exponentialabbildung und der Campbell-Baker-Hausdorff-Formel herstellen;				
	(4) Darstellungen von typischen Lie-Algebren und Lie-Gruppen analysieren, insbesondere SU(2) und SO(3); Tensorprodukte von Darstellungen von SU(2) und su(2) in irreduzible Komponenten zerlegen (Clebsch-Gordan).				
401-3052-05L	<b>Introduction to Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>

*This is the first half of the course unit 401-3052-10L Graph Theory. Notice that at most one of the two course units 401-3052-05L Introduction to Graph Theory and 401-3052-10L Graph Theory can be recognised for credits.*

Kurzbeschreibung	Basic notions, trees, spanning trees, Cayley's formula, vertex and edge connectivity, 2-connectivity, Mader's theorem, Menger's theorem, Eulerian graphs, Hamilton cycles, Dirac's theorem, matchings, theorems of Hall, König and Tutte, planar graphs, Euler's formula, basic non-planar graphs, graph colorings, greedy colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.
Skript	Lecture will be only at the blackboard.
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"
	Further literature links will be provided in the lecture.
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.

NOTICE: This course unit was previously offered as 252-1408-00L Graphs and Algorithms.

<b>401-2684-00L</b>	<b>Mathematics of Signals, Networks, and Learning</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Bandeira</b>
Kurzbeschreibung	Introductory course to Mathematical aspects of Machine Learning, including Supervised Learning, Unsupervised Learning, Sparsity, and Online Learning.				
Lernziel	Introduction to Mathematical aspects of Machine Learning.				
Inhalt	Mathematical aspects of Supervised Learning, Unsupervised Learning, Sparsity, and Online Learning. This course is a Mathematical course, with Theorems and Proofs.				
Voraussetzungen / Besonderes	Note for non Mathematics students: this class requires a certain degree of mathematical maturity--including abstract thinking and the ability to understand and write proofs.				

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2016)

### ►► Obligatorische Fächer

#### ►►► Prüfungsblock II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2004-00L</b>	<b>Algebra II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>Ö. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte Themen zu Ringen, Gruppen und Körpern inklusive Galoistheorie				
Lernziel	Ausgewählte Themen zu Ringen, Gruppen und Körpern inklusive Galoistheorie				
Inhalt	Ringtheorie: Elementarteilersatz, Klassifikation endlich erzeugter Moduln über Hauptidealringen, Anwendungen auf endlich erzeugte abelsche Gruppen und Jordansche Normalform.				
	Strukturtheorie von Gruppen: Einfache Gruppen, Kompositionsreihen, Auflösbare Gruppen, Semidirekte Produkte, p-Gruppen, Sylowsätze.				
	Struktur von Körpererweiterungen: algebraischer Abschluss, separable Polynome, endliche Körper, separable und/oder normale Körpererweiterungen, Galoisweiterungen, Galois Korrespondenz, Symmetrische Funktionen, Kreisteilungskörper, Abelsche Körpererweiterungen, Auflösbare Körpererweiterungen, Satz von Abel-Ruffini				
Literatur	Bosch: Algebra. Springer Verlag. Fischer: Lehrbuch der Algebra. Vieweg Verlag. Lang: Algebra. Springer Verlag. Jantzen, Schwermer: Algebra. Springer Verlag. Rotman: Advanced Modern Algebra				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>401-2554-00L</b>	<b>Topology</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>E. Kowalski</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Topologie. Themen: Topologische Räume, Stetigkeit, Kompaktheit, Zusammenhang, Produkträume, Trennungsaxiome, Quotientenräume, Homotopie, Fundamentalgruppe, Überlagerungen.				
Lernziel	Einführung in die Topologie -- das Gebiet der Mathematik, das sich damit befasst, die Strukturen zu studieren, in denen man 'Stetigkeit' definieren kann, und wie man sie benutzen kann, um diese Strukturen zu erforschen und zu klassifizieren.				
Literatur	Hauptreferenz:  - Klaus Jänich: Topologie (Springer). <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-10575-7">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-10575-7</a>  Weitere Referenzen:  - Boto von Querenburg: Mengentheoretische Topologie (Springer). <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56860-2">http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56860-2</a>  - <a href="http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/Top/TopNotes.pdf">http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/Top/TopNotes.pdf</a> (für den ersten Teil der Vorlesung über die allgemeine (/mengentheoretische) Topologie)  - <a href="http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATch1.pdf">http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATch1.pdf</a> (für den zweiten Teil der Vorlesung über die Anfänge der algebraischen Topologie (Fundamentalgruppe, Überlagerungen)).  - James Munkres: Topology (Pearson Modern Classics for Advanced Mathematics Series).  - Lynn Arthur Steen, J. Arthur Seebach Jr.: Counterexamples in Topology (Springer).  - Edwin Spanier: Algebraic Topology (Springer).				
<b>401-2654-00L</b>	<b>Numerical Analysis II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>H. Ammari</b>
Kurzbeschreibung	The central topic of this course is the numerical treatment of ordinary differential equations. It focuses on the derivation, analysis, efficient implementation, and practical application of single step methods and pay particular attention to structure preservation.				

Lernziel	The course aims to impart knowledge about important numerical methods for the solution of ordinary differential equations. This includes familiarity with their main ideas, awareness of their advantages and limitations, and techniques for investigating stability and convergence. Further, students should know about structural properties of ordinary differential equations and how to use them as guideline for the selection of numerical integration schemes. They should also acquire the skills to implement numerical integrators in Python and test them in numerical experiments.
Inhalt	<p>Chapter 1. Some basics</p> <p>1.1. What is a differential equation?</p> <p>1.2. Some methods of resolution</p> <p>1.3. Important examples of ODEs</p> <p>Chapter 2. Existence, uniqueness, and regularity in the Lipschitz case</p> <p>2.1. Banach fixed point theorem</p> <p>2.2. Gronwall's lemma</p> <p>2.3. Cauchy-Lipschitz theorem</p> <p>2.4. Stability</p> <p>2.5. Regularity</p> <p>Chapter 3. Linear systems</p> <p>3.1. Exponential of a matrix</p> <p>3.2. Linear systems with constant coefficients</p> <p>3.3. Linear system with non-constant real coefficients</p> <p>3.4. Second order linear equations</p> <p>3.5. Linearization and stability for autonomous systems</p> <p>3.6. Periodic Linear Systems</p> <p>Chapter 4. Numerical solution of ordinary differential equations</p> <p>4.1. Introduction</p> <p>4.2. The general explicit one-step method</p> <p>4.3. Example of linear systems</p> <p>4.4. Runge-Kutta methods</p> <p>4.5. Multi-step methods</p> <p>4.6. Stiff equations and systems</p> <p>4.7. Perturbation theories for differential equations</p> <p>Chapter 5. Geometrical numerical integration methods for differential equation</p> <p>5.1. Introduction</p> <p>5.2. Structure preserving methods for Hamiltonian systems</p> <p>5.3. Runge-Kutta methods</p> <p>5.4. Long-time behaviour of numerical solutions</p> <p>Chapter 6. Finite difference methods</p> <p>6.1. Introduction</p> <p>6.2. Numerical algorithms for the heat equation</p> <p>6.3. Numerical algorithms for the wave equation</p> <p>6.4. Numerical algorithms for the Hamilton-Jacobi equation in one dimension</p> <p>Chapter 7. Stochastic differential equations</p> <p>7.1. Introduction</p> <p>7.2. Langevin equation</p> <p>7.3. Ornstein-Uhlenbeck equation</p> <p>7.4. Existence and uniqueness of solutions in dimension one</p> <p>7.5. Numerical solution of stochastic differential equations</p>
Skript	<p>Lecture notes including supplements will be provided electronically.</p> <p>Please find the lecture homepage here:</p> <p><a href="https://people.math.ethz.ch/~grsam/SS22/NAI/index.html">https://people.math.ethz.ch/~grsam/SS22/NAI/index.html</a></p>
Literatur	<p>All assignments and some previous exam problems will be available for download on lecture homepage.</p> <p>Note: Extra reading is not considered important for understanding the course subjects.</p> <p>Deuffhard and Bornemann: Numerische Mathematik II - Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, Walter de Gruyter &amp; Co., 1994.</p> <p>Hairer and Wanner: Solving ordinary differential equations II - Stiff and differential-algebraic problems, Springer-Verlag, 1996.</p> <p>Hairer, Lubich and Wanner: Geometric numerical integration - Structure-preserving algorithms for ordinary differential equations, Springer-Verlag, Berlin, 2002.</p> <p>L. Gruene, O. Junge "Gewöhnliche Differentialgleichungen", Vieweg+Teubner, 2009.</p> <p>Hairer, Norsett and Wanner: Solving ordinary differential equations I - Nonstiff problems, Springer-Verlag, Berlin, 1993.</p> <p>Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen - Eine Einführung, Springer-Verlag, Berlin, 1972.</p> <p>Walter: Ordinary differential equations, Springer-Verlag, New York, 1998.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Homework problems involve Python implementation of numerical algorithms.

<b>401-2604-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeit und Statistik</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik				
Lernziel	<p>Wahrscheinlichkeitsrechnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die abstrakten probabilistischen Konzepte unter Verwendung des Formalismus der Maßtheorie: Zufallsvariablen, Erwartungswert, Unabhängigkeit...</li> <li>- Entwicklung einer probabilistischen Intuition: Verstehen des Zusammenhangs zwischen den abstrakten Definitionen der Objekte und der Art und Weise, wie wir sie uns vorstellen können. Warum ist eine Zufallsvariable eine gute Möglichkeit, einen Münzwurf zu beschreiben?</li> <li>- Grundlegende Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung: Gesetz der großen Zahlen, zentrale Grenzwertsätze.</li> </ul> <p>Statistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in grundlegende Fragen und Methoden der Statistik: Wie kann man Informationen aus zufällig erzeugten Daten extrahieren?</li> <li>- Schätzung von Parametern, Konfidenzintervalle.</li> <li>- Test.</li> </ul>				

Voraussetzungen /  
Besonderes Voraussetzungen: Analysis III (Masstheorie)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft gefördert gefördert

## ►► Ergänzende Fächer

401-1032-00L Grundstrukturen ist nur anrechenbar, falls 401-1032-21L Beweise und Grundstrukturen (aus dem FS 2021) nicht geprüft wurde und auch kein Prüfungsversuch unternommen wurde.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-1032-00L</b>	<b>Grundstrukturen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Halbeisen</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung behandelt Grundbegriffe der Logik, Mengenlehre, Algebra, elementare Zahlentheorie, Graphentheorie und Kombinatorik.				
Lernziel	Diese Vorlesung behandelt Grundbegriffe der Logik, Mengenlehre, Algebra, elementare Zahlentheorie, Graphentheorie und Kombinatorik.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert
<b>401-2534-00L</b>	<b>Geometrie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>C. Urech</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt eine Einführung in verschiedene geometrische Themen, insbesondere euklidische, sphärische, hyperbolische und projektive Geometrie, sowie Kurven und Flächen und deren Krümmung.				
Lernziel	Das Ziel der Vorlesung ist es, einen Einblick in schöne geometrische Resultate der letzten 2000 Jahre zu erhalten und gleichzeitig Grundlagen und Intuition für weiterführende Geometrievorlesungen, wie Differentialgeometrie oder Algebraische Geometrie, zu erlangen.				
Inhalt	The Axiome von Euklid und Hilbert; euklidische, sphärische, hyperbolische und projektive Geometrie; Isometriegruppen; Kurven und Flächen; Riemannsche Metriken; Geodäten; Poincaré Modelle der hyperbolischen Ebene; Krümmung; Satz von Gauss-Bonnet.				
Literatur	- P.M.H. Wilson, "Curved Spaces" (main reference) - H. Coxeter, "Introduction to Geometry" - J. McCleary "Geometry from a Differentiable Viewpoint" - M. P. do Carmo "Differential Geometry of Curves and Surfaces"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert geprüft geprüft

## ►► Wahlfächer (Studienreglement 2016)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2334-00L</b>	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Gruppentheorie: Gruppen, Darstellungen von Gruppen, unitäre und orthogonale Gruppen, Lorentzgruppe. Lie Theorie: Lie Algebren und Lie Gruppen. Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, Darstellungen von Lie-Algebren und Lie-Gruppen, physikalische Anwendungen (Eigenwertprobleme mit Symmetrie).				
Lernziel	Die Studierenden werden in der Lage sein:				
	(1) diverse Beispiele von Gruppen (endliche Gruppen, Matrixgruppen) zu benennen, Symmetriegruppen einfacher geometrischer Objekte zu bestimmen, und grundlegende Begriffe der Gruppentheorie anzuwenden (ist eine Gruppe abelsch, zusammenhängend? Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen?);				
	(2) Darstellungen endlicher Gruppen zu definieren, Charaktertafeln zu bestimmen und zu interpretieren, und Darstellungen zu analysieren (Irreduzibilität, kanonische Zerlegung);				
	(3) Matrix Lie-Gruppen und Lie-Algebren zu definieren und typische Beispiele benennen, und den Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren mittels der Exponentialabbildung und der Campbell-Baker-Hausdorff-Formel herstellen;				
	(4) Darstellungen von typischen Lie-Algebren und Lie-Gruppen analysieren, insbesondere SU(2) und SO(3); Tensorprodukte von Darstellungen von SU(2) und su(2) in irreduzible Komponenten zerlegen (Clebsch-Gordan).				
<b>401-2684-00L</b>	<b>Mathematics of Signals, Networks, and Learning</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Bandeira</b>
Kurzbeschreibung	Introductory course to Mathematical aspects of Machine Learning, including Supervised Learning, Unsupervised Learning, Sparsity, and Online Learning.				
Lernziel	Introduction to Mathematical aspects of Machine Learning.				
Inhalt	Mathematical aspects of Supervised Learning, Unsupervised Learning, Sparsity, and Online Learning. This course is a Mathematical course, with Theorems and Proofs.				
Voraussetzungen / Besonderes	Note for non Mathematics students: this class requires a certain degree of mathematical maturity--including abstract thinking and the ability to understand and write proofs.				

## ► Kernfächer

### ►► Kernfächer aus Bereichen der reinen Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3462-00L</b>	<b>Functional Analysis II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>M. Burger</b>



Kurzbeschreibung	The course will focus essentially on the theory of abelian Banach algebras and its applications to harmonic analysis on locally compact abelian groups, and spectral theorems. Time permitting we will talk about a fundamental property of highly non abelian groups, namely property (T); one of the spectacular applications thereof is the explicit construction of expander graphs.																							
Lernziel	Acquire fluency with abelian Banach algebras in order to apply their theory to harmonic analysis on locally compact groups and to spectral theorems																							
Inhalt	<p>Banach algebras and the spectral radius formula,</p> <p>Guelfand's theory of abelian Banach algebras,</p> <p>Locally compact groups, Haar measure, properties of the convolution product,</p> <p>Locally compact abelian groups, the dual group, basic properties of the Fourier transform,</p> <p>Positive definite functions and Bochner's theorem,</p> <p>The Fourier inversion formula, Plancherel's theorem,</p> <p>Pontryagin duality and consequences,</p> <p>Regular abelian Banach algebras, minimal ideals and Wiener's theorem for general locally compact abelian groups. Applications to Wiener-Ikehara and the prime number theorem,</p> <p>Guelfand's theory of abelian C*-algebras and applications to the spectral theorem for normal operators,</p> <p>Property (T).</p>																							
Skript	<a href="https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view">https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view</a>																							
Literatur	<p>[EiWa] M. Einsiedler and T. Ward. Functional analysis, spectral theory, and applications. Vol. 276. Graduate Texts in Mathematics. Springer, 2017.</p> <p>[GeRaSh] I. Gelfand, D. Raikov, and G. Shilov. Commutative normed rings. Translated from the Russian, with a supplementary chapter. Chelsea Publishing Co., New York, 1964.</p> <p>[Ka] E. Kaniuth. A Course in Commutative Banach Algebras. Vol. 246. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 2009.</p> <p>[RaVa] D. Ramakrishnan and R. J. Valenza. Fourier Analysis on Number Fields. Vol. 186. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 1999.</p> <p>[Ru1] W. Rudin. Fourier Analysis on Groups. Interscience Tracts in Pure and Applied Mathematics 12. Interscience Publishers, New York-London, 1962.</p> <p>[Ru2] W. Rudin. Functional Analysis. Second Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.</p> <p>[Ru3] W. Rudin. Real and Complex Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, 1987.</p> <p>[Ta] M. Takesaki. Theory of Operator Algebras I. Springer, New York, 1979.</p> <p>[We] A. Weil. Basic Number Theory. Classics in Mathematics. Reprint of the second (1973) edition. Springer Berlin, Heidelberg, 1995.</p> <p>[Zi] R. J. Zimmer. Essential Results of Functional Analysis. Chicago Lectures in Mathematics. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1990.</p>																							
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Point set topology,</p> <p>Basic measure theory,</p>																							
Kompetenzen	<p>Basics of functional analysis specifically: Banach-Steinhaus, Banach-Alaoglu, and Hahn-Banach.</p> <table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>			Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Problemlösung	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																						
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																						
	Problemlösung	geprüft																						
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																						
	Kreatives Denken	gefördert																						
	Kritisches Denken	gefördert																						
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																						
<b>401-3532-08L</b>	<b>Differential Geometry II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>P. Hintz</b>																			
Kurzbeschreibung	This is a continuation course of Differential Geometry I. Topics covered include: Introduction to Riemannian geometry: Riemannian manifolds, Levi-Civita connection, geodesics, Hopf-Rinow Theorem, curvature, second fundamental form, Riemannian submersions and coverings, Hadamard-Cartan Theorem, triangle and volume comparison.																							
Lernziel	Continuing the introduction to Riemannian geometry, with a focus on the role of curvature and the interplay of geometry and topology; and introducing fundamental aspects of Lorentzian geometry.																							
Literatur	<p>- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser 1992</p> <p>- S. Kobayashi, K. Nomizu "Foundations of Differential Geometry" Volume I, Wiley 1963</p> <p>- B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry With Applications to Relativity, Academic Press 1983</p>																							
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I (or basics of differentiable manifolds)																							
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Problemlösung	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																						
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																						
	Problemlösung	geprüft																						
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft																						
	Kritisches Denken	geprüft																						
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft																						
<b>401-3112-24L</b>	<b>Number Theory II: Algebraic Number Theory</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Pink</b>																			

Kurzbeschreibung	This course continues the study of number fields begun in the course Number Theory I of the previous semester.		
Lernziel	Topics include p-adic numbers, local fields, valuations, Galois theory of valuations, ramification theory, and some local and global abelian class field theory.		
Literatur	Jürgen Neukirch: Algebraic number theory. Springer 1999. Serge Lang: Algebraic Number Theory. Springer 1994. Jean-Pierre Serre: A Course in Arithmetic. Springer 1973. More references are given in the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	Number Theory I		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert

<b>401-3146-12L</b>	<b>Algebraic Geometry</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>2V+1U+2R</b>	<b>J. Schmitt</b>
Kurzbeschreibung	This course is an Introduction to Algebraic Geometry (algebraic varieties and schemes).				
Lernziel	Learning Algebraic Geometry.				
Literatur	Primary References: * John Ottem, Geir Ellingsrud: Introduction to algebraic varieties, <a href="https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT4210/data/mastermat4210.pdf">https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT4210/data/mastermat4210.pdf</a> * James Milne: Algebraic Geometry, <a href="http://www.jmilne.org/math/CourseNotes/AG.pdf">http://www.jmilne.org/math/CourseNotes/AG.pdf</a>  Secondary References: * Miles Reid: Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press. * Ravi Vakil: Foundations of Algebraic Geometry, <a href="http://math.stanford.edu/~vakil/216blog/">http://math.stanford.edu/~vakil/216blog/</a> * David Eisenbud, Joe Harris: The Geometry of Schemes, Graduate Texts in Mathematics, Springer.  Other textbooks: * Qing Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves, Oxford Science Publications. * Ulrich Görtz and Torsten Wedhorn: Algebraic Geometry I, Advanced Lectures in Mathematics, Springer. * Igor Shafarevich: Basic Algebraic geometry 1 & 2, Springer-Verlag. * Robin Hartshorne: Algebraic Geometry, Graduate Texts in Mathematics, Springer.				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirement: Basic knowledge of Commutative Algebra.				

<b>401-3002-12L</b>	<b>Algebraic Topology II</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Lewark</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course to Algebraic Topology I. The course will cover more advanced topics in algebraic topology including: cohomology of spaces, operations in homology and cohomology, duality.				
Literatur	1) G. Bredon, "Topology and geometry", Graduate Texts in Mathematics, 139. Springer-Verlag, 1997.  2) A. Hatcher, "Algebraic topology", Cambridge University Press, Cambridge, 2002.  The book can be downloaded for free at: <a href="http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>  3) E. Spanier, "Algebraic topology", Springer-Verlag				
Voraussetzungen / Besonderes	General topology, linear algebra, singular homology of topological spaces (e.g. as taught in "Algebraic topology I").  Some knowledge of differential geometry and differential topology is useful but not absolutely necessary.				

<b>401-3225-00L</b>	<b>Introduction to Lie Groups</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Semola</b>
Kurzbeschreibung	Topological groups and Haar measure. Definition of Lie groups, examples of local fields and examples of discrete subgroups; basic properties; Lie subgroups. Lie algebras and relation with Lie groups: exponential map, adjoint representation. Semisimplicity, nilpotency, solvability, compactness: Killing form, Lie's and Engel's theorems. Definition of algebraic groups and relation with Lie groups.				
Lernziel	The goal is to have a broad though foundational knowledge of the theory of Lie groups and their associated Lie algebras with an emphasis on the algebraic and topological aspects of it.				
Literatur	A. Knapp: "Lie groups beyond an Introduction" (Birkhaeuser) A. Sagle & R. Walde: "Introduction to Lie groups and Lie algebras" (Academic Press, '73) F. Warner: "Foundations of differentiable manifolds and Lie groups" (Springer) H. Samelson: "Notes on Lie algebras" (Springer, '90) S. Helgason: "Differential geometry, Lie groups and symmetric spaces" (Academic Press, '78) A. Knapp: "Lie groups, Lie algebras and cohomology" (Princeton University Press)				
Voraussetzungen / Besonderes	Topology and basic notions of measure theory. A basic understanding of the concepts of manifold, tangent space and vector field is useful, but could also be achieved throughout the semester.				

*Kernfächer aus Bereichen der reinen Mathematik  
(Mathematik Master)*

### ►► Kernfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik ...

*vollständiger Titel:  
Kernfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik und weiteren anwendungsorientierten Gebieten*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				

Skript	Lecture will be only at the blackboard.			
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"			
	Further literature links will be provided in the lecture.			
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.			
<b>401-3642-00L</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b> <b>D. Possamaï</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. It includes the construction and properties of Brownian motion, basics of Markov processes in continuous time and of Levy processes, and stochastic calculus for continuous semimartingales.			
Lernziel	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. The following topics are planned: - Definition and construction of Brownian motion - Some important properties of Brownian motion - Basics of Markov processes in continuous time - Stochastic calculus, including stochastic integration for continuous semimartingales, Ito's formula, Girsanov's theorem, stochastic differential equations and connections with partial differential equations - Basics of Levy processes			
Skript	Lecture notes will be made available in class.			
Literatur	- R.F. Bass, Stochastic Processes, Cambridge University Press (2001). - I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991). - J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016). - D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005). - L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).			
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in - J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004). - R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).			
	<i>Kernfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik ... (Mathematik Master)</i>			
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b> <b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.			
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.			
Inhalt	See the class website			
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.  Programming experience is helpful but not required.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
<b>401-3602-00L</b>	<b>Applied Stochastic Processes</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b> keine Angaben
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	Poisson-Prozesse; Erneuerungsprozesse; Markovketten in diskreter und in stetiger Zeit; einige Beispiele und Anwendungen.			
Lernziel	Stochastische Prozesse dienen zur Beschreibung der Entwicklung von Systemen, die sich in einer zufälligen Weise entwickeln. In dieser Vorlesung bezieht sich die Entwicklung auf einen skalaren Parameter, der als Zeit interpretiert wird, so dass wir die zeitliche Entwicklung des Systems studieren. Die Vorlesung präsentiert mehrere Klassen von stochastischen Prozessen, untersucht ihre Eigenschaften und ihr Verhalten und zeigt anhand von einigen Beispielen, wie diese Prozesse eingesetzt werden können. Die Hauptbetonung liegt auf der Theorie; "applied" ist also im Sinne von "applicable" zu verstehen.			
Literatur	R. N. Bhattacharya and E. C. Waymire, "Stochastic Processes with Applications", SIAM (2009), available online: <a href="http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997">http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997</a> R. Durrett, "Essentials of Stochastic Processes", Springer (2012), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1</a> M. Lefebvre, "Applied Stochastic Processes", Springer (2007), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1</a> S. I. Resnick, "Adventures in Stochastic Processes", Birkhäuser (2005)			
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are familiarity with (measure-theoretic) probability theory as it is treated in the course "Probability Theory" (401-3601-00L).			
<b>401-3652-00L</b>	<b>Numerical Methods for Hyperbolic Partial Differential Equations (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+1U</b> Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden. UZH Modulkürzel: MAT827</i>			
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>			
Kurzbeschreibung	This course treats numerical methods for hyperbolic initial-boundary value problems, ranging from wave equations to the equations of gas dynamics. The principal methods discussed in the course are finite volume methods, including TVD, ENO and WENO schemes. Exercises involve implementation of numerical methods in MATLAB.			
Lernziel	The goal of this course is familiarity with the fundamental ideas and mathematical consideration underlying modern numerical methods for conservation laws and wave equations.			

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Introduction to hyperbolic problems: Conservation, flux modeling, examples and significance in physics and engineering.</li> <li>* Linear Advection equations in one dimension: Characteristics, energy estimates, upwind schemes.</li> <li>* Scalar conservation laws: shocks, rarefactions, solutions of the Riemann problem, weak and entropy solutions, some existence and uniqueness results, finite volume schemes of the Godunov, Engquist-Osher and Lax-Friedrichs type. Convergence for monotone methods and E-schemes.</li> <li>* Second-order schemes: Lax-Wendroff, TVD schemes, limiters, strong stability preserving Runge-Kutta methods.</li> <li>* Linear systems: explicit solutions, energy estimates, first- and high-order finite volume schemes.</li> <li>* Non-linear Systems: Hugoniot Locus and integral curves, explicit Riemann solutions of shallow-water and Euler equations. Review of available theory.</li> </ul>
Skript	Lecture slides will be made available to participants. However, additional material might be covered in the course.
Literatur	<p>H. Holden and N. H. Risebro, Front Tracking for Hyperbolic Conservation Laws, Springer 2011. Available online.</p> <p>R. J. LeVeque, Finite Volume methods for hyperbolic problems, Cambridge university Press, 2002. Available online.</p> <p>E. Godlewski and P. A. Raviart, Hyperbolic systems of conservation laws, Ellipses, Paris, 1991.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Having attended the course on the numerical treatment of elliptic and parabolic problems is no prerequisite.</p> <p>Programming exercises in MATLAB</p> <p>Former course title: "Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations"</p>

## ►► Kernfächer aus weiteren anwendungsorientierten Gebieten

Wenden Sie sich für die Kategorieuordnung nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0204-00L</b>	<b>Elektrodynamik</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>N. Beisert</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Elektrodynamik. Diskussion und Formulierung der Maxwell-Gleichungen im Vakuum und in Materie, Verbindung zur speziellen Relativitätstheorie.				
Lernziel	Physikalisches Verständnis statischer und dynamischer Phänomene elektrisch geladener Objekte und der Struktur der klassischen Feldtheorie der Elektrodynamik einschliesslich Eichsymmetrien. Erkennen des Zusammenhangs von elektrischen, magnetischen und optischen Phänomenen und Einfluss von Medien. Verständnis klassischer Phänomene der Elektrodynamik und Fähigkeit zur selbständigen Lösung einfacher Probleme. Anwendung mathematischer Fertigkeiten zu Feldern und Differentialgleichungen. Verständnis der Grundlagen der relativistischen Formulierung der Elektrodynamik.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik</li> <li>• Magnetostatik</li> <li>• Maxwell-Gleichungen</li> <li>• Elektromagnetische Wellen</li> <li>• Relativistische Feldgleichungen</li> <li>• Erhaltungssätze und Symmetrien</li> <li>• Feld und Strahlung von Punktladungen</li> <li>• Elektrodynamik in Materie</li> <li>• Spezielle Feldkonfigurationen</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.D. Jackson, Classical Electrodynamics</li> <li>• W.K.H Panovsky and M. Phillis, Classical electricity and magnetism</li> <li>• L.D. Landau, E.M. Lifshitz, and L.P. Pitaevskii, Electrodynamics of continuous media</li> <li>• A. Sommerfeld, Elektrodynamik, Optik (Vorlesungen über theoretische Physik)</li> <li>• M. Born and E. Wolf, Principles of optics</li> <li>• R. Feynman, R. Leighton, and M. Sands, The Feynman Lectures of Physics, Vol II</li> <li>• W. Nolting, Elektrodynamik (Grundkurs Theoretische Physik 3)</li> <li>• M. Bartelmann, B. Feuerbacher, T. Krüger, D. Lüst, A. Rebhan, A. Wipf: Theoretische Physik, Springer</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft

## ► Wahlfächer

### ►► Auswahl: Algebra, Zahlentheorie, diskrete Mathematik, Logik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3172-10L</b>	<b>Halbeinfache Lie-Algebren</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. R. Abedin</b>
Kurzbeschreibung	In this lecture, we study the theory of complex semisimple Lie algebras.				
Lernziel	The classification of complex semisimple Lie algebras and their finite-dimensional representation.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Brief introduction to the general theory of Lie algebras</li> <li>-Root systems and root space decompositions of semisimple Lie algebras</li> <li>-Dynkin diagrams and the classification of semisimple Lie algebras</li> <li>-Representation theory of semisimple Lie algebras</li> </ul>				
Skript	R. Suter, "Lie-Algebren und ihre Darstellungen", Skript, <a href="https://imsc.uni-graz.at/baur/lehre/WS2012-LieAlg/Skript-Lie-Suter.pdf">https://imsc.uni-graz.at/baur/lehre/WS2012-LieAlg/Skript-Lie-Suter.pdf</a>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>-J.E. Humphreys, "Introduction to Lie Algebras and Representation Theory", Springer-Verlag New York Inc., 1972</li> <li>-J.-P. Serre, "Complex semisimple Lie algebras", Springer-Verlag New York Inc., 1987</li> <li>-B.C. Hall, "Lie Groups, Lie Algebras, and Representations: An Elementary Introduction", Springer-Verlag New York Inc., 2003</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of linear algebra e.g. through the lectures "Lineare Algebra I & II" is assumed. The lecture "Introduction to Lie Groups" is useful but not required to attend this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
<b>401-3058-00L</b>	<b>Kombinatorik I</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs Kombinatorik I und II ist eine Einführung in die abzählende Kombinatorik.				

Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, kombinatorische Probleme einzuordnen und die adaequaten Techniken zu deren Loesung anzuwenden.		
Inhalt	Inhalt der Vorlesungen Kombinatorik I und II: Kongruenztransformationen der Ebene, Symmetriegruppen von geometrischen Figuren, Eulersche Funktion, Cayley-Graphen, formale Potenzreihen, Permutationsgruppen, Zyklen, Lemma von Burnside, Zyklenzeiger, Saetze von Polya, Anwendung auf die Graphentheorie und isomere Molekuele.		
Voraussetzungen / Besonderes	Wer 401-3052-00L Kombinatorik (letztmals im FS 2008 gelesen) für den Bachelor- oder Master-Studiengang Mathematik anrechnen lässt, darf 401-3058-00L Kombinatorik I nur noch fürs Mathematik Lehrdiplom oder fürs Didaktik-Zertifikat Mathematik anrechnen lassen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ►► Auswahl: Geometrie, Topologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3056-00L</b>	<b>Endliche Geometrien I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Endliche Geometrien I, II: Endliche Geometrien verbinden Aspekte der Geometrie mit solchen der diskreten Mathematik und der Algebra endlicher Körper. Insbesondere werden Modelle der Inzidenzaxiome konstruiert und Schliessungssätze der Geometrie untersucht. Anwendungen liegen im Bereich der Statistik, der Theorie der Blockpläne und der Konstruktion orthogonaler lateinischer Quadrate.				
Lernziel	Endliche Geometrien I, II: Die Studierenden sind in der Lage, Modelle endlicher Geometrien zu konstruieren und zu analysieren. Sie kennen die Schliessungssätze der Inzidenzgeometrie und können mit Hilfe der Theorie statistische Tests entwerfen sowie orthogonale lateinische Quadrate konstruieren. Sie sind vertraut mit Elementen der Theorie der Blockpläne.				
Inhalt	Endliche Geometrien I, II: Endliche Körper, Polynomringe, endliche affine Ebenen, Axiome der Inzidenzgeometrie, Eulersches Offiziersproblem, statistische Versuchsplanung, orthogonale lateinische Quadrate, Transformationen endlicher Ebenen, Schliessungsfiguren von Desargues und Pappus-Pascal, Hierarchie der Schliessungsfiguren, endliche Koordinatenebenen, Schiefkörper, endliche projektive Ebenen, Dualitätsprinzip, endliche Möbiusebenen, selbstkorrigierende Codes, Blockpläne				
Literatur	- Max Jeger, Endliche Geometrien, ETH Skript 1988  - Albrecht Beutelspacher: Einführung in die endliche Geometrie I,II. Bibliographisches Institut 1983  - Margaret Lynn Batten: Combinatorics of Finite Geometries. Cambridge University Press  - Dembowski: Finite Geometries.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-4571-22L</b>	<b>Topology of Manifolds</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Cekić</b>
Kurzbeschreibung	This will be an introduction to geometric topology, a field of mathematics concerned with topological properties of manifolds. We will study both topological and smooth manifolds, and prove some fundamental results about them (like the Schoenflies theorem, the generalised Poincaré conjecture, the existence of exotic smooth structures), several of which have been awarded with Fields medals.				
Lernziel	At the end of the course students will be able to differentiate between three types of manifolds, give examples showing various phenomena, and prove some classical results. They will understand what kinds of arguments are used in each of the cases, and where the difficulties arise. Moreover, they will become familiar with many open problems that are guiding current research, especially in the peculiar dimension four.				
Inhalt	There are several notions of a manifold -- namely, topological, piecewise-linear, and smooth -- and only in 1956 did it become clear that these objects are in fact distinct, thanks to the construction by J. Milnor of multiple smooth structures on a single topological manifold. In this course we will start with basic definitions and properties of the three types of manifolds, building our way up to cover some fundamental results.  We will first study handle decompositions, transversality and the Whitney trick, the s-cobordism theorem, the Poincaré conjecture, and the Schoenflies theorem. Possible further topics include torus tricks, smoothing theory, exotic spheres, the Rohlin theorem, exotic 4-manifolds.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• See the lecture notes and a reference list at <a href="https://maths.dur.ac.uk/users/mark.a.powell/topological-manifolds.html">https://maths.dur.ac.uk/users/mark.a.powell/topological-manifolds.html</a></li> <li>• Hirsch, M. Differential topology. Graduate Texts in Mathematics, No. 33. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1976.</li> <li>• Kosinski, A. Differential manifolds. Pure and Applied Mathematics, 138. Academic Press, Inc., Boston, MA, 1993.</li> <li>• Scorpan, A. The wild world of 4-manifolds. American Mathematical Society, Providence, RI, 2005.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	We will assume familiarity with point-set topology, the fundamental group (as covered in the course Topology), homology (as covered in Algebraic Topology I), and some basics of differential topology and vector bundles (as covered in Differential Geometry I). Some familiarity with cohomology and Poincaré duality would be useful.				
<b>401-3308-24L</b>	<b>Riemann Surfaces</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Giacchetto</b>
Kurzbeschreibung	The course will be a first introduction to Riemann surfaces. These are beautiful objects that sit at the intersection of algebra, geometry, and analysis. We will aim to cover the theorems of Riemann–Hurwitz and Riemann–Roch, as well as the basics of Hurwitz theory. Time permitting, we may delve into additional subjects such as abelian integrals and the Abel–Jacobi theorem.				
Lernziel	The topics presented in the course will include: * Basic facts about Complex Analysis and Manifold Theory * Topology of Riemann surfaces * Meromorphic functions and divisors * Riemann–Roch theorem * Hurwitz theory				
Literatur	* E. Arbarello, M. Cornalba, P. A. Griffiths, J. Harris. Geometry of Algebraic Curves, Volume 1. Springer-Verlag, 1985 * R. Cavalieri, E. Miles. Riemann Surfaces and Algebraic Curves. Cambridge University Press, 2016 * O. Forster. Lectures on Riemann Surfaces. Springer-Verlag, 1981				
Voraussetzungen / Besonderes	Theory of functions of one complex variable, basics of topology. Familiarity with the theory of smooth manifolds and algebraic topology would be useful, but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
<b>401-3582-24L</b>	<b>Morse Homology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V</b>	<b>I. Datta</b>

Kurzbeschreibung	This is an introductory course on modern Morse theory. We will introduce Morse functions, Morse complex and Morse homology for closed manifolds. We will show invariance properties of the Morse complex and look at applications like Poincare duality. We will try to follow and cover Part I of "Morse theory and Floer homology" by Michèle Audin and Mihai Damian.		
Lernziel	To gain familiarity about Morse functions and understanding of main steps in developing a homology theory.		
Literatur	- Morse Theory and Floer Homology, by Michèle Audin and Mihai Damian (Springer) - Morse Theory, by John Milnor (Princeton University Press)		
Voraussetzungen / Besonderes	- Differential Geometry I - Basic familiarity with manifolds, tangent spaces, and functions and their differentials on manifolds. - Useful but not essential for the course: Algebraic Topology I		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert

---

**401-3574-61L Introduction to Knot Theory** **W** **6 KP** **3G**  
*Findet dieses Semester nicht statt.*

Kurzbeschreibung	Introduction to the mathematical theory of knots. We will discuss some elementary topics in knot theory and we will repeatedly centre on how this knowledge can be used in secondary school.		
Lernziel	The aim of this lecture course is to give an introduction to knot theory. In the course we will discuss the definition of a knot and what is meant by equivalence. The focus of the course will be on knot invariants. We will consider various knot invariants amongst which we will also find the so called knot polynomials. In doing so we will again and again show how this knowledge can be transferred down to secondary school.		
Inhalt	Definition of a knot and of equivalent knots. Definition of a knot invariant and some elementary examples. Various operations on knots. Knot polynomials (Jones, ev. Alexander.....)		
Literatur	An extensive bibliography will be handed out in the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are some elementary knowledge of algebra and topology.		

►► **Auswahl: Analysis**

*(noch) kein Angebot*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3352-09L</b>	<b>An Introduction to Partial Differential Equations</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V</b>	<b>F. Da Lio</b>
Kurzbeschreibung	This course aims at being an introduction to first and second order partial differential equations (in short PDEs). We will present the so called method of characteristics to solve quasilinear PDEs and some basic properties of classical solutions to second order linear PDEs.				
Inhalt	A preliminary plan is the following - Laplace equation, fundamental solution, harmonic functions and main properties, maximum principle. Poisson equation. Green functions. Perron method for the solution of the Dirichlet problem. Regularity of solutions to the Poisson Equation. - Heat equation, fundamental solution, existence of solutions to the Cauchy problem and representation formulas, main properties, uniqueness by maximum principle, regularity. - The Method of characteristics for first order equations, linear and nonlinear, transport equation, Hamilton-Jacobi equation, scalar conservation laws. -Time permitting: Wave equation, existence of the solution, D'Alembert formula, solutions by spherical means, main properties, uniqueness by energy methods.				
Skript	The teacher provides the students with personal notes.				
Literatur	Bibliography - L.Evans Partial Differential Equations, AMS 2010 (2nd edition) - D. Gilbarg, N.S. Trudinger Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer, 1998. - E. Di Benedetto Partial Differential Equations, Birkauer, 2010 (2nd edition). - W. A. Strauss Partial Differential Equations. An Introduction, Wiley, 1992. -Q. Han, A Basic Course in Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics Volume: 120; 2011.				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential and integral calculus for functions of several variables; elementary theory of ordinary differential equations, basic facts of measure theory.				

---

**401-3422-24L Euclidean Harmonic Analysis** **W** **2 KP** **1V** **S. Becker**

Inhalt	In this lecture we study the basic properties of Fourier series, convergence and summability, conjugate functions, Calderon-Zygmund theory, Hardy spaces, boundary behavior of analytic and harmonic functions.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Functional Analysis I.				

►► **Auswahl: Numerische Mathematik**

*(noch) kein Angebot in diesem Semester*

►► **Auswahl: Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-4637-67L</b>	<b>On Hypothesis Testing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Balabdaoui</b>
Kurzbeschreibung	This course is a review of the main results in decision theory.				
Lernziel	The goal of this course is to present a review for the most fundamental results in statistical testing. This entails reviewing the Neyman-Pearson Lemma for simple hypotheses and the Karlin-Rubin Theorem for monotone likelihood ratio parametric families. The students will also encounter the important concept of p-values and their use in some multiple testing situations. Further methods for constructing tests will be also presented including likelihood ratio and chi-square tests. Some non-parametric tests will be reviewed such as the Kolmogorov goodness-of-fit test and the two sample Wilcoxon rank test. The most important theoretical results will be proved and also illustrated via different examples. Four sessions of exercises will be scheduled (the students will be handed in an exercise sheet a week before discussing solutions in class).				
Literatur	- Statistical Inference (Casella & Berger) - Testing Statistical Hypotheses (Lehmann and Romano)				

►► **Auswahl: Finanz- und Versicherungsmathematik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>401-3888-00L</b>	<b>Introduction to Mathematical Finance</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Acciaio</b>
	<i>Ein verwandter Kurs ist 401-3913-01L Mathematical Foundations for Finance (3V+2U, 4 ECTS-KP). Obwohl beide Kurse unabhängig voneinander belegt werden können, darf nur einer ans gesamte Mathematik-Studium (Bachelor und Master) angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Introductory course on mathematics for investment, hedging, portfolio management, asset pricing and financial derivatives in discrete-time financial markets. Topics: arbitrage, completeness, risk-neutral pricing, utility maximisation, and maybe others. Fundamental theorem of asset pricing, hedging duality theorems in discrete time, convex duality in utility maximisation.				
Lernziel	This is an introductory course on the mathematics for investment, hedging, portfolio management, asset pricing and financial derivatives in discrete-time financial markets. We discuss arbitrage, completeness, risk-neutral pricing and utility maximisation, and maybe other topics. We prove the fundamental theorem of asset pricing and the hedging duality theorems in discrete time, and we also study convex duality in utility maximization.				
Inhalt	This course focuses on discrete-time financial markets. It presumes a knowledge of measure-theoretic probability theory (as taught e.g. in the course "Probability Theory"). The course is offered every year in the Spring semester.				
	This course is the first of a sequence of two courses on mathematical finance. The second course "Mathematical Finance" (MF II), 401-4889-00, focuses on continuous-time models. It is advisable that the present course, MF I, is taken prior to MF II.				
	For a (not fully up-to-date) overview of courses offered in the area of mathematical finance, see <a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html</a> .				
Skript	The course is based on different parts from different textbooks as well as on original research literature. Lecture notes will not be available.				
Literatur	Literature:  Michael U. Dothan, "Prices in Financial Markets", Oxford University Press  Hans Föllmer and Alexander Schied, "Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time", de Gruyter  Marek Capinski and Ekkehard Kopp, "Discrete Models of Financial Markets", Cambridge University Press  Robert J. Elliott and P. Ekkehard Kopp, "Mathematics of Financial Markets", Springer  Dmitry Kramkov and Walter Schachermayer, "The asymptotic elasticity of utility functions and optimal investment in incomplete markets", Annals of Applied Probability 9 (1999), 904-950				
Voraussetzungen / Besonderes	A related course is "Mathematical Foundations for Finance" (MFF), 401-3913-01. Although both courses can be taken independently of each other, only one will be given credit points for the Bachelor and the Master degree. In particular, it is not possible to earn credit points with one course for the Bachelor and with the other course for the Master degree.				
	This course is the first of a sequence of two courses on mathematical finance. The second course "Mathematical Finance" (MF II), 401-4889-00, focuses on continuous-time models. It is advisable that the present course, MF I, is taken prior to MF II.				
	For an overview of courses offered in the area of mathematical finance, see <a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>401-3629-00L</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				
Inhalt	1. Introduction 2. Basic Concepts in Risk Management 3. Empirical Properties of Financial Data 4. Financial Time Series 5. Extreme Value Theory 6. Multivariate Models 7. Copulas and Dependence 8. Backtesting 9. Operational Risk				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools AJ McNeil, R Frey and P Embrechts Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition) <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.				
	The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-3923-00L</b>	<b>Selected Topics in Life Insurance Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Koller</b>
Kurzbeschreibung	Stochastic Models for Life insurance 1) Markov chains 2) Stochastic Processes for demography and interest rates 3) Cash flow streams and reserves 4) Mathematical Reserves and Thiele's differential equation 5) Theorem of Hattendorff 6) Unit linked policies				
<b>401-3917-00L</b>	<b>Stochastic Loss Reserving Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Dahms</b>
Kurzbeschreibung	Loss Reserving is one of the central topics in non-life insurance. Mathematicians and actuaries need to estimate adequate reserves for liabilities caused by claims. These claims reserves have influence all financial statements, future premiums and solvency margins. We present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate those loss reserves.				
Lernziel	Our goal is to present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate claim reserves. These methods enable us to set adequate reserves for liabilities caused by claims and to determine prediction errors of these predictions.				
Inhalt	We will present the following stochastic claims reserving methods/models: - Stochastic Chain-Ladder Method - Bayesian Methods, Bornhuetter-Ferguson Method, Credibility Methods - Distributional Models - Linear Stochastic Reserving Models, inclusive one practice lesson - Bootstrap Methods - inflation, large claims, mid year reserving - Claims Development Result (solvency view) - Coupling of portfolios				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination periods.  This course will be held in English and counts towards the diploma "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .				
Kompetenzen	Basic knowledge in probability theory is assumed, in particular conditional expectations.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-3956-00L</b>	<b>Economic Theory of Financial Markets</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This lecture provides an introduction to the economic theory of financial markets. It presents the basic financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries.				
Lernziel	This lecture aims at providing the fundamental financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries. It focuses on portfolio theory, cash flow valuation and deflator techniques.				
Inhalt	We treat the following topics: - Fundamental concepts in economics - Portfolio theory - Mean variance analysis, capital asset pricing model - Arbitrage pricing theory - Cash flow theory - Valuation principles - Stochastic discounting, deflator techniques - Interest rate modeling - Utility theory				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .  Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
<b>401-3936-00L</b>	<b>Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, C. M. Buser</b>
Kurzbeschreibung	We study statistical methods in supervised learning for non-life insurance pricing such as generalized linear models, generalized additive models, Bayesian models, neural networks, classification and regression trees, random forests and gradient boosting machines.				
Lernziel	The student is familiar with classical actuarial pricing methods as well as with modern machine learning methods for insurance pricing and prediction.				
Inhalt	We present the following chapters: - generalized linear models (GLMs) - generalized additive models (GAMs) - neural networks - credibility theory - classification and regression trees (CARTs) - bagging, random forests and boosting				
Skript	The lecture notes are available from: M.V. Wüthrich, C. Buser. Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing <a href="http://ssrn.com/abstract=2870308">http://ssrn.com/abstract=2870308</a>				



Literatur	M.V. Wüthrich, M. Merz. Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications <a href="http://ssrn.com/abstract=3822407">http://ssrn.com/abstract=3822407</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>  Good knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
<b>401-4920-00L</b>	<b>Market-Consistent Actuarial Valuation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, H. Furrer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to market-consistent actuarial valuation. Topics: Stochastic discounting, full balance sheet approach, valuation portfolio in life and non-life insurance, technical and financial risks, risk management for insurance companies.				
Lernziel	Goal is to give the basic mathematical tools for describing insurance products within a financial market and economic environment and provide the basics of solvency considerations.				
Inhalt	In this lecture we give a full balance sheet approach to the task of actuarial valuation of an insurance company. Therefore we introduce a multidimensional valuation portfolio (VaPo) on the liability side of the balance sheet. The basis of this multidimensional VaPo is a set of financial instruments. This approach makes the liability side of the balance sheet directly comparable to its asset side.  The lecture is based on four sections: 1) Stochastic discounting 2) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for life insurance products (with guarantees) 3) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for a run-off portfolio of a non-life insurance company 4) Measuring financial risks in a full balance sheet approach (ALM risks)				
Literatur	Market-Consistent Actuarial Valuation, 3rd edition. Wüthrich, M.V. EAA Series, Springer 2016. ISBN: 978-3-319-46635-4  Wüthrich, M.V., Merz, M. Claims run-off uncertainty: the full picture. SSRN Manuscript ID 2524352 (2015).  England, P.D, Verrall, R.J., Wüthrich, M.V. On the lifetime and one-year views of reserve risk, with application to IFRS 17 and Solvency II risk margins. Insurance: Mathematics and Economics 85 (2019), 74-88.  Wüthrich, M.V., Embrechts, P., Tsanakas, A. Risk margin for a non-life insurance run-off. Statistics & Risk Modeling 28 (2011), no. 4, 299--317.  Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance. Wüthrich, M.V., Merz, M. Springer Finance 2013. ISBN: 978-3-642-31391-2  Cheridito, P., Ery, J., Wüthrich, M.V. Assessing asset-liability risk with neural networks. Risks 8/1 (2020), article 16.				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>  Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				

<b>401-3928-00L</b>	<b>Reinsurance Analytics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Arbenz</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and models for extreme events such as natural or man-made catastrophes. The lecture covers reinsurance contracts, Experience and Exposure pricing, natural catastrophe modelling, solvency regulation, and insurance linked securities				
Lernziel	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds				

Inhalt	<p>This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes.</p> <p>Topics covered include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business.</li> <li>- Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models</li> <li>- Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks</li> <li>- Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context</li> <li>- Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2</li> <li>- Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds</li> </ul>		
Skript	Slides and lecture notes will be made available.		

An excerpt of last year's lecture notes is available here: <https://sites.google.com/site/philippbarbenz/reinsuranceanalytics>

Voraussetzungen / Besonderes: Basic knowledge in statistics, probability theory, and actuarial techniques

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ►► Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik

*Im Bachelor-Studiengang Mathematik ist auch 402-0204-00L Elektrodynamik als Wahlfach anrechenbar, aber nur unter der Bedingung, dass 402-0224-00L Theoretische Physik nicht angerechnet wird (weder im Bachelor- noch im Master-Studiengang). Wenden Sie sich für die Kategorieuordnung nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2334-00L</b>	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Gruppentheorie: Gruppen, Darstellungen von Gruppen, unitäre und orthogonale Gruppen, Lorentzgruppe. Lie Theorie: Lie Algebren und Lie Gruppen. Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, Darstellungen von Lie-Algebren und Lie-Gruppen, physikalische Anwendungen (Eigenwertprobleme mit Symmetrie).				
Lernziel	Die Studierenden werden in der Lage sein:				
	(1) diverse Beispiele von Gruppen (endliche Gruppen, Matrixgruppen) zu benennen, Symmetriegruppen einfacher geometrischer Objekte zu bestimmen, und grundlegende Begriffe der Gruppentheorie anzuwenden (ist eine Gruppe abelsch, zusammenhängend? Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen?);				
	(2) Darstellungen endlicher Gruppen zu definieren, Charaktertafeln zu bestimmen und zu interpretieren, und Darstellungen zu analysieren (Irreduzibilität, kanonische Zerlegung);				
	(3) Matrix Lie-Gruppen und Lie-Algebren zu definieren und typische Beispiele benennen, und den Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren mittels der Exponentialabbildung und der Campbell-Baker-Hausdorff-Formel herstellen;				
	(4) Darstellungen von typischen Lie-Algebren und Lie-Gruppen analysieren, insbesondere SU(2) und SO(3); Tensorprodukte von Darstellungen von SU(2) und su(2) in irreduzible Komponenten zerlegen (Clebsch-Gordan).				
<b>402-0206-00L</b>	<b>Quantum Mechanics II</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Krstic Marinkovic</b>
	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0206-10L Quantum Mechanics II" belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.				
Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.				

Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.
Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics

## ►► Auswahl: Mathematische Optimierung, Diskrete Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.				
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>401-3052-05L</b>	<b>Introduction to Graph Theory</b> <i>This is the first half of the course unit 401-3052-10L Graph Theory. Notice that at most one of the two course units 401-3052-05L Introduction to Graph Theory and 401-3052-10L Graph Theory can be recognised for credits.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basic notions, trees, spanning trees, Caley's formula, vertex and edge connectivity, 2-connectivity, Mader's theorem, Menger's theorem, Eulerian graphs, Hamilton cycles, Dirac's theorem, matchings, theorems of Hall, König and Tutte, planar graphs, Euler's formula, basic non-planar graphs, graph colorings, greedy colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
	NOTICE: This course unit was previously offered as 252-1408-00L Graphs and Algorithms.				
<b>401-4054-24L</b>	<b>Ramsey Theory</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Wigderson</b>
Kurzbeschreibung	Ramsey theory is one of the central topics in modern combinatorics, with applications and relations to many other parts of mathematics. This course introduces many of the fundamental results, techniques, and problems in Ramsey theory, covering both classical results and very recent breakthroughs. Applications to computer science, geometry, number theory, and other fields will also be discussed.				
Lernziel	Students will learn many of the main techniques used in the study of Ramsey theory. They will be expected to understand these techniques, the results they prove, and the significance of these results in other areas of mathematics. We will also expect them to be able to apply these techniques to related problems.				

Inhalt	<p>Ramsey theory refers to a wide body of results and ideas, which can be summarized as "complete disorder is impossible". Indeed, Ramsey-theoretic results imply that, in a very wide range of disparate settings, any sufficiently large system contains a large structured subsystem.</p> <p>The origins of Ramsey theory can be traced back more than a century, and it has been studied as a central part of combinatorics since at least the 1940s. Yet despite decades of intense research and tremendous achievements, there remain fundamental questions which are still wide open. Many of these questions have seen remarkable progress in recent years, including a number of spectacular breakthroughs in 2023.</p> <p>The goal of this class is to introduce students to this beautiful and complex subject, with an equal focus on classical results, recent breakthroughs, widely-applicable techniques, and applications to other fields such as computer science, geometry, and number theory.</p>		
Skript	Lectures will be on the blackboard only, but there will be a set of typeset lecture notes which follow the class closely.		
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a good familiarity with proof-based mathematics, and be able to write rigorous proofs. It will be helpful, but not strictly necessary, to have previous experience with discrete mathematics (e.g. an undergraduate graph theory course).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft

<b>401-3904-22L</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kurpiz</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.				
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.				
Inhalt	<p>Key topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Convex Optimization.</li> <li>- Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming.</li> <li>- Applications of Convex Optimization in science and engineering.</li> <li>- Algorithms for Convex Optimization.</li> </ul>				
Skript	A script will be provided.				
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441				
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Auswahl: Theoretische Informatik

*Im Bachelor-Studiengang Mathematik (Studienreglement 2016) ist auch 401-3052-05L Graph Theory als Wahlfach anrechenbar, aber nur unter der Bedingung, dass 401-3052-10L Graph Theory nicht angerechnet wird (weder im Bachelor- noch im Master-Studiengang). Wenden Sie sich für die Kategoriezuordnung nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				
Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert		

<b>252-0211-00L</b>	<b>Information Security</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+3U</b>	<b>D. Basin, D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Information Security. The focus is on fundamental concepts and models, basic cryptography, protocols and system security, and privacy and data protection. While the emphasis is on foundations, case studies will be given that examine different realizations of these ideas in practice.				
Lernziel	Master fundamental concepts in Information Security and their application to system building. (See objectives listed below for more details).				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Introduction and Motivation (OBJECTIVE: Broad conceptual overview of information security) Motivation: implications of IT on society/economy, Classical security problems, Approaches to defining security and security goals, Abstractions, assumptions, and trust, Risk management and the human factor, Course overview.</li> <li>Foundations of Cryptography (OBJECTIVE: Understand basic cryptographic mechanisms and applications) Introduction, Basic concepts in cryptography: Overview, Types of Security, computational hardness, Abstraction of channel security properties, Symmetric encryption, Hash functions, Message authentication codes, Public-key distribution, Public-key cryptosystems, Digital signatures, Application case studies, Comparison of encryption at different layers, VPN, SSL, Digital payment systems, blind signatures, e-cash, Time stamping</li> <li>Key Management and Public-key Infrastructures (OBJECTIVE: Understand the basic mechanisms relevant in an Internet context) Key management in distributed systems, Exact characterization of requirements, the role of trust, Public-key Certificates, Public-key Infrastructures, Digital evidence and non-repudiation, Application case studies, Kerberos, X.509, PGP.</li> <li>Security Protocols (OBJECTIVE: Understand network-oriented security, i.e., how to employ building blocks to secure applications in (open) networks) Introduction, Requirements/properties, Establishing shared secrets, Principal and message origin authentication, Environmental assumptions, Dolev-Yao intruder model and variants, Illustrative examples, Formal models and reasoning, Trace-based interleaving semantics, Inductive verification, or model-checking for falsification, Techniques for protocol design, Application case study 1: from Needham-Schroeder Shared-Key to Kerberos, Application case study 2: from DH to IKE.</li> <li>Access Control and Security Policies (OBJECTIVES: Study system-oriented security, i.e., policies, models, and mechanisms) Motivation (relationship to CIA, relationship to Crypto) and examples Concepts: policies versus models versus mechanisms, DAC and MAC, Modeling formalism, Access Control Matrix Model, Roll Based Access Control, Bell-LaPadula, Harrison-Ruzzo-Ullmann, Information flow, Chinese Wall, Biba, Clark-Wilson, System mechanisms: Operating Systems, Hardware Security Features, Reference Monitors, File-system protection, Application case studies</li> <li>Anonymity and Privacy (OBJECTIVE: examine protection goals beyond standard CIA and corresponding mechanisms) Motivation and Definitions, Privacy, policies and policy languages, mechanisms, problems, Anonymity: simple mechanisms (pseudonyms, proxies), Application case studies: mix networks and crowds.</li> <li>Larger application case study: GSM, mobility</li> </ol>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		

### ►► Auswahl: Weitere Gebiete sowie einige Kurse der UZH

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert		
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.				
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	1. Learning Theory (a) Framework of Learning (b) Hypothesis Spaces and Target Functions (c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces (d) Bias-Variance Tradeoff (e) Estimation of Sample and Approximation Error  2. Classification (a) Binary Classifier (b) Support Vector Machines (separable case) (c) Support Vector Machines (nonseparable case) (d) Kernel Trick  3. Lossy and Lossless Compression (a) Basics of Compression (b) Compressed Sensing for General Sets and Measures (c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.				
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				

Literatur	Main reference:				
	Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 <a href="https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html">https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html</a>				
	Other references:				
	Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 <a href="https://bookstore.ams.org/mbk-69">https://bookstore.ams.org/mbk-69</a>				
	Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12">https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12</a>				
	Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 <a href="https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>				
	Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 <a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement		geprüft geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken		gefördert gefördert	
<b>401-3502-22L</b>	<b>Reading Course ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
<b>401-3503-22L</b>	<b>Reading Course ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
<b>401-3504-22L</b>	<b>Reading Course ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
<b>401-3504-02L</b>	<b>Reading Course (No. 2) ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
<b>401-3504-03L</b>	<b>Reading Course (No. 3) ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				

## ►► Kern- und Wahlfächer (Mathematik Master)

*Kernfächer (Mathematik Master)*

*Wahlfächer (Mathematik Master)*

## ► Weitere geeignete Fächer im zweiten Studienjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2334-00L</b>	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Gruppentheorie: Gruppen, Darstellungen von Gruppen, unitäre und orthogonale Gruppen, Lorentzgruppe. Lie Theorie: Lie Algebren und Lie Gruppen. Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, Darstellungen von Lie-Algebren und Lie-Gruppen, physikalische Anwendungen (Eigenwertprobleme mit Symmetrie).				
Lernziel	Die Studierenden werden in der Lage sein:				
	(1) diverse Beispiele von Gruppen (endliche Gruppen, Matrixgruppen) zu benennen, Symmetriegruppen einfacher geometrischer Objekte zu bestimmen, und grundlegende Begriffe der Gruppentheorie anzuwenden (ist eine Gruppe abelsch, zusammenhängend? Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen?);				
	(2) Darstellungen endlicher Gruppen zu definieren, Charaktertafeln zu bestimmen und zu interpretieren, und Darstellungen zu analysieren (Irreduzibilität, kanonische Zerlegung);				
	(3) Matrix Lie-Gruppen und Lie-Algebren zu definieren und typische Beispiele benennen, und den Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren mittels der Exponentialabbildung und der Campbell-Baker-Hausdorff-Formel herstellen;				
	(4) Darstellungen von typischen Lie-Algebren und Lie-Gruppen analysieren, insbesondere SU(2) und SO(3); Tensorprodukte von Darstellungen von SU(2) und su(2) in irreduzible Komponenten zerlegen (Clebsch-Gordan).				
<b>401-2684-00L</b>	<b>Mathematics of Signals, Networks, and Learning</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Bandeira</b>
Kurzbeschreibung	Introductory course to Mathematical aspects of Machine Learning, including Supervised Learning, Unsupervised Learning, Sparsity, and Online Learning.				
Lernziel	Introduction to Mathematical aspects of Machine Learning.				
Inhalt	Mathematical aspects of Supervised Learning, Unsupervised Learning, Sparsity, and Online Learning. This course is a Mathematical course, with Theorems and Proofs.				
Voraussetzungen / Besonderes	Note for non Mathematics students: this class requires a certain degree of mathematical maturity--including abstract thinking and the ability to understand and write proofs.				
<b>401-3308-24L</b>	<b>Riemann Surfaces</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Giacchetto</b>
Kurzbeschreibung	The course will be a first introduction to Riemann surfaces. These are beautiful objects that sit at the intersection of algebra, geometry, and analysis. We will aim to cover the theorems of Riemann–Hurwitz and Riemann–Roch, as well as the basics of Hurwitz theory. Time permitting, we may delve into additional subjects such as abelian integrals and the Abel–Jacobi theorem.				
Lernziel	The topics presented in the course will include: * Basic facts about Complex Analysis and Manifold Theory * Topology of Riemann surfaces * Meromorphic functions and divisors * Riemann–Roch theorem * Hurwitz theory				
Literatur	* E. Arbarello, M. Cornalba, P. A. Griffiths, J. Harris. Geometry of Algebraic Curves, Volume 1. Springer-Verlag, 1985 * R. Cavalieri, E. Miles. Riemann Surfaces and Algebraic Curves. Cambridge University Press, 2016 * O. Forster. Lectures on Riemann Surfaces. Springer-Verlag, 1981				
Voraussetzungen / Besonderes	Theory of functions of one complex variable, basics of topology. Familiarity with the theory of smooth manifolds and algebraic topology would be useful, but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
<b>401-2370-24L</b>	<b>Topics in Dynamical Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
	<i>Number of participants limited to 13.</i>				
Voraussetzungen / Besonderes	Only students taking the course <a href="https://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lernereinheit.view?lernereinheitId=181218&amp;semkez=2024S&amp;ansicht=LEHRVERANSTALTUNG&amp;lang=de">https://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lernereinheit.view?lernereinheitId=181218&amp;semkez=2024S&amp;ansicht=LEHRVERANSTALTUNG&amp;lang=de</a> will be allowed to participate.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	

## ► Seminare

*ZUR BEACHTUNG: Damit die Zuteilung der verfügbaren Seminarplätze sich nicht primär auf den Zeitpunkt des Einschreibens in die Warteliste stützen muss, haben die Mathematik-Seminare ein spezielles Auswahlverfahren. Eine direkte Belegung in myStudies ist nicht möglich, alle kommen zuerst auf die Warteliste.*

*Ausserdem gilt: Die Auswahl an Mathematik-Seminaren wird auf 1 Seminar pro Semester beschränkt.*

*Beachten Sie auch die Lerneinheit 401-0002-99L Generic Seminar - Second Priority / Third Priority.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0002-99L</b>	<b>Generic Seminar - Second Priority / Third Priority</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		keine Angaben
	<i>Hier können Sie angeben, welches Seminar Sie mit zweiter bzw. dritter Priorität besuchen möchten, falls Sie für Ihr bevorzugtes Seminar nicht berücksichtigt werden können. Verwenden Sie dazu die Gruppenwahl in myStudies.</i>				
	<i>Überdies geben Sie die Dringlichkeit einer Seminarteilnahme im FS 2024 an.</i>				
	<i>ACHTUNG: Die Gruppenwahlen in dieser LE 401-0002-99L bedeuten nicht, dass Sie für das entsprechende Seminar automatisch einen Wartelistenplatz oder sogar eine definitive Belegung erhalten.</i>				
	<i>"Spezielles Auswahlverfahren" bedeutet, dass alle zuerst auf die Warteliste kommen und der Platz auf der Warteliste nur eine untergeordnete Bedeutung hat.</i>				
<b>401-2110-24L</b>	<b>Elliptic Functions and Modular Forms</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Schwagenscheidt</b>
	<i>Number of participants limited to 24.</i>				



Kurzbeschreibung	Seminar about the basic theory of Elliptic Functions and Modular Forms.				
Lernziel	We start with the basic theory of elliptic functions, which are doubly periodic meromorphic functions on the complex plane. As a fundamental example we will construct the Weierstrass $p$ -function, which serves as a building block for all elliptic functions, and which parametrizes complex elliptic curves. We will also discuss the Weierstrass $\sigma$ and $\zeta$ functions and the Jacobi theta function, which can be used to construct elliptic functions with prescribed zeros and poles.				
	From elliptic functions one is naturally led to the study of modular forms. These are holomorphic functions on the complex upper half-plane that have infinitely many symmetries under Moebius transformations. Using the residue theorem one can show the remarkable fact that the vector spaces of modular forms of fixed weight are finite-dimensional. As examples of modular forms we will study Eisenstein series, the Delta-function, and the $j$ -invariant. By computing the Fourier expansions of modular forms and using the finite-dimensionality of the spaces of modular forms, one obtains interesting applications in number theory. For example, we will prove the fact that every natural number can be written as a sum of four squares. At the end of the seminar we will define Hecke operators and use them to prove that the Fourier coefficients of the Delta-function are multiplicative. Finally, we study the L-functions associated with modular forms and prove their analytic continuation and functional equation.				
Skript	See the list of topics on the website of the seminar				
	<a href="https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms">https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms</a>				
Literatur	See the list of topics on the website of the seminar				
	<a href="https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms">https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	We require the basic tools from complex analysis, e.g. holomorphic and meromorphic functions, the residue theorem, the complex logarithm, analytic continuation.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>401-3370-24L</b>	<b>Furstenberg's Correspondence Principle</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Machado</b>
Kurzbeschreibung	Furstenberg's correspondence principle connects ergodic theory (the study of statistical properties of dynamical systems equipped with a measure) with number theory. We study how abstract dynamical methods can help with the "concrete" problem of finding arithmetic progressions in sets of integers - proving Roth's famous theorem. We start from the ground up with an introduction to ergodic theory.				
Lernziel	During the semester students will have to give presentations on topics around Furstenberg's principle.				
	These presentations will be based on material from lecture notes and textbooks that will be provided.				
	The emphasis will be on learning how to give a crystal clear presentation of a statement and a proof.				
Voraussetzungen / Besonderes	A good understanding of the material of the first two years of undergraduate at ETH. In particular, good command of topology, measure theory (and $L^p$ spaces).				
	Functional Analysis I is a plus but not necessary. Taking the course on dynamical systems and ergodic theory which will run in parallel is also a plus but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>401-2370-24L</b>	<b>Topics in Dynamical Systems</b> <i>Number of participants limited to 13.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Only students taking the course <a href="https://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?lerneinheitId=181218&amp;semkez=2024S&amp;ansicht=LEHRVERANSTALTUNG">https://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?lerneinheitId=181218&amp;semkez=2024S&amp;ansicht=LEHRVERANSTALTUNG</a> will be allowed to participate.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
<b>401-3030-24L</b>	<b>Themen in kombinatorischer Mengenlehre</b> <i>Maximale Teilnehmerzahl: 22</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Halbeisen</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden diverse kombinatorische Resultate der Mengenlehre behandelt. Einige der Resultate sind Konsequenzen des Auswahlaxioms (wie z.B. das Banach-Tarski Paradoxon), andere Resultate sind Konsequenzen der Kontinuumshypothese (wie z.B. die Existenz von "magic sets"), wieder andere Resultate sind bereits in ZF beweisbar.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist, die logischen und mengentheoretischen Grundlagen der Mathematik zu verstehen und Techniken der unendlichen Kombinatorik kennenzulernen.				
Inhalt	In diesem Seminar werden diverse kombinatorische Resultate der Mengenlehre behandelt. Einige der Resultate sind Konsequenzen des Auswahlaxioms (wie z.B. das Banach-Tarski Paradoxon), andere Resultate sind Konsequenzen der Kontinuumshypothese (wie z.B. die Existenz von "magic sets"), wieder andere Resultate sind bereits in ZF beweisbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen sind die Grundlagen der axiomatischen Mengenlehre. Zum Beispiel Seiten 31-48, 50-52, 56-57, 60-69 (ohne Goedels Modell L) aus "Combinatorial Set Theory, with a gentle introduction to forcing", 2nd ed., Springer, 2017.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
<b>401-3350-24L</b>	<b>Introduction to Nonlinear Analysis</b> <i>Number of participants limited to 24.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Becker</b>
Inhalt	<p>This seminar introduces analytic tools for the mathematical study of nonlinear problems arising from mathematical physics such as the nonlinear Schrödinger equation. A particular emphasis will be made on the classical description of fundamental non linear waves discovered in the 19-20th century: solitons or solitary waves such as the nonlinear Schrödinger equation. We will among others discuss classical methods</p> <p>(i) the Lyapounov-Schmidt theorem and the construction of nonlinear bifurcation branches;  (ii) the nonlinear differential equations approach: local solutions, Lyapounov functional and phase portraits;  (iii) the variational approach: minimization of functionals in Hilbert and Banach spaces.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Functional Analysis I				
<b>401-3360-24L</b>	<b>Student Seminar in Analysis: Harmonic Measure</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Mayboroda</b> , weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	In this reading course, we will explore harmonic measure and its connections to harmonic analysis, rough geometry, and probability. If time permits, we will also explore analogues of harmonic measure to domains with higher co-dimensional boundaries.				
Lernziel	This purpose of this reading course is to rigorously develop the theory of harmonic measure in dimensions three and higher, and study its relationship to geometric regularity of domains. If time permits, we will pursue topics related to harmonic measure in modern research.				
Voraussetzungen / Besonderes	An understanding of elliptic PDE and probability will be helpful.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-3530-24L</b>	<b>Quasimorphisms and Symplectic Geometry</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Biran</b> , weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	In this seminar, we will define quasimorphisms and use them as an algebraic tool to study various automorphism groups of manifolds. After a short introduction to symplectic geometry, we will mainly focus on the group of Hamiltonian diffeomorphisms and Calabi quasimorphisms.				
Lernziel	By giving two half-hour talks, typing short summaries for those talks and participating in talks by others, each participant will get familiar with the concept of quasimorphisms, learn about some concrete examples in and outside the world of symplectic geometry, as well as develop presentation and collaboration skills.				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I, Background in Symplectic Geometry (as the course HS2023 in Symplectic Geometry) is very helpful but not strictly necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-4530-24L</b>	<b>The Analysis of Yang-Mills Fields</b> <i>Number of participants limited to 25.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>T. Rivière</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Functional Analysis I & II and Differential Geometry I & II. The second parts (FA II and DG II) can be taken in parallel in the Spring Semester 2024.				
<b>401-3600-24L</b>	<b>Student Seminar in Probability Theory</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>I. Kortchemski, V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Random graphs.				
Lernziel	The subject of the Seminar will be: random graphs. They are a fascinating subject at the cross-road of probability, statistical physics, combinatorics and applications. Indeed, random graphs are instrumental in the study of real-world networks. Random graphs pose many beautiful and challenging questions, which we shall explore in the seminar.				
	See the course webpage <a href="https://metaphor.ethz.ch/x/2024/fs/401-3600-24L/">https://metaphor.ethz.ch/x/2024/fs/401-3600-24L/</a> for further information.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
<b>401-3620-24L</b>	<b>Student Seminar in Statistics: E-Values and Anytime-Valid Inference</b> <i>Number of participants limited to 36.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Ziegel</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Mainly for students from the Mathematics Bachelor and Master Programmes who, in addition to the introductory course unit 401-2604-00L Probability and Statistics, have heard at least one core or elective course in statistics. Also offered in the Master Programmes Statistics resp. Data Science.				
<b>401-3940-24L</b>	<b>Student Seminar in Mathematics and Data: Statistical Learning Theory</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Kur</b>

Number of participants limited to 14.

Lernziel	The main goal of this seminar is to understand the statistical aspects of statistical learning theory with a focus on M-Estimation over rich models.
Inhalt	The main goal of this seminar is to understand the statistical aspects of statistical learning theory with a focus on M-Estimation over rich models. Examples include non-parametric least squares and the new phenomenon of benign overfitting. To this end, the first part of the seminar is dedicated to some background on the concentration of measure phenomena, metric entropy, Gaussian processes, and Rademacher complexity. Next, we discuss its connection to statistics in basic models. Finally, we use these ideas to understand the optimality or sub-optimality of Empirical Risk Minimization in the fundamental task of regression, mainly in non-linear models.
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical maturity mainly on basic and advanced probability, background on high dimensional statistics, analysis and geometry is recommended.

The following references may be found useful:

- 1) High-Dimensional Probability: An Introduction with Applications in Data Science
- 2) High-dimensional statistics: a non-asymptotic viewpoint
- 3) Concentration Inequalities: A Non-asymptotic Theory of Independence

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>401-3900-16L</b>	<b>Advanced Topics in Discrete Optimization</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Zenklusen, E. Bamas, R. Santiago Torres</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar we will discuss selected topics in discrete optimization. The main focus is on mostly recent research papers in the field of Combinatorial Optimization.				
Lernziel	The goal of the seminar is twofold. First, we aim at improving students' presentation and communication skills. In particular, students are to present a research paper to their peers and the instructors in a clear and understandable way. Second, students learn a selection of recent cutting-edge approaches in the field of Combinatorial Optimization by attending the other students' talks. A very active participation in the seminar helps students to build up the necessary skills for parsing and digesting advanced technical texts on a significantly higher complexity level than usual textbooks.				
	A key goal is that students prepare their presentations in a concise and accessible way to make sure that other participants get a clear idea of the presented results and techniques.				
Inhalt	Students intending to do a project in optimization are strongly encouraged to participate. The selected topics will cover various classical and modern results in Combinatorial Optimization. Contrary to prior years, a very significant component of the seminar will be interactive discussions where active participation of the students is required.				
Literatur	The learning material will be in the form of scientific papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: We expect students to have a thorough understanding of topics covered in the course "Linear & Combinatorial Optimization".				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft

<b>263-4203-00L</b>	<b>Geometry: Combinatorics and Algorithms</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Gärtner, M. Hoffmann, P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	This seminar complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent.				
Lernziel	Each student is expected to read, understand, and elaborate on a selected research paper. To this end, (s)he should give a 45-min. presentation about the paper. The process includes				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* getting an overview of the related literature;</li> <li>* understanding and working out the background/motivation: why and where are the questions addressed relevant?</li> <li>* understanding the contents of the paper in all details;</li> <li>* selecting parts suitable for the presentation;</li> <li>* presenting the selected parts in such a way that an audience with some basic background in geometry and graph theory can easily understand and appreciate it.</li> </ul>				

Inhalt	This seminar is held once a year and complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent. The seminar is a good preparation for a master, diploma, or semester thesis in the area.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: Successful participation in the course "Geometry: Combinatorics & Algorithms" (takes place every HS) is required.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

*Seminare (Mathematik Master)*

## ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-2000-00L	<b>Scientific Works in Mathematics</b> <i>Zielpublikum: Bachelor-Studierende im dritten Jahr; Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	O	0 KP		D. Possamaï
Kurzbeschreibung	Introduction to scientific writing for students with focus on publication standards and ethical issues, especially in the case of citations (references to works of others.)				
Lernziel	Learn the basic standards of scientific works in mathematics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Types of mathematical works</li> <li>- Publication standards in pure and applied mathematics</li> <li>- Data handling</li> <li>- Ethical issues</li> <li>- Citation guidelines</li> </ul>				
Skript	Moodle of the Mathematics Library: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Directive <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf</a>				
401-2000-01L	<b>Lunch Sessions – Thesis Basics for Mathematics Students</b> <i>Für Details und zur Registrierung für den freiwilligen MathBib-Schulungskurs: <a href="https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen">https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen</a></i>	Z	0 KP		Referent/innen
Kurzbeschreibung	Freiwilliger Kurs "Recherchieren in der Mathematik" angeboten von der Mathematikbibliothek.				
401-3990-10L	<b>Bachelor-Arbeit ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics Weitere Angaben unter <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a></i>	O	8 KP	17D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit dient der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden den Studierenden zur individuellen Auswahl angeboten. Sie soll die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger mathematischer Tätigkeit und zur schriftlichen Darstellung mathematischer Ergebnisse fördern.				

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für  
das D-MATH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung  
allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

## ► Zusätzliche Veranstaltungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5000-00L	<b>Zurich Colloquium in Mathematics</b>	E-	0 KP		M. Iacobelli, A. Bandeira, S. Mishra, R. Pandharipande, T. Rivière, Uni- Dozierende
Kurzbeschreibung	The lectures try to give an overview of "what is going on" in important areas of contemporary mathematics, to a wider non-specialised audience of mathematicians.				
401-5990-00L	<b>Zurich Graduate Colloquium</b>	E-	0 KP	0.5K	Uni-Dozierende, weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	The Graduate Colloquium is an informal seminar aimed at graduate students and postdocs whose purpose is to provide a forum for communicating one's interests and thoughts in mathematics.				
402-0101-00L	<b>The Zurich Physics Colloquium</b>	E-	0 KP	1K	S. Huber, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	The goal of this event is to bring you closer to current day research in all fields of physics. In each semester we have a set of distinguished speakers covering the full range of topics in physics. As a participating student should learn how to follow a research talk. In particular, you should be able to extract key points from a colloquium where you don't necessarily understand every detail that is presented.				
402-0800-00L	<b>The Zurich Theoretical Physics Colloquium</b>	E-	0 KP	1K	J. Renes, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Research colloquium				

Lernziel The Zurich Theoretical Physics Colloquium is jointly organized by the University of Zurich and ETH Zurich. Its mission is to bring both students and faculty with diverse interests in theoretical physics together. Leading experts explain the basic questions in their field of research and communicate the fascination for their work.

Voraussetzungen /  
Besonderes Vorträge evtl. auch auf Deutsch

<b>251-0100-00L</b>	<b>Kolloquium für Informatik</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Informatik, zu denen auch Auswärtige kostenlos eingeladen sind. Zu Semesterbeginn erscheint jeweils ein ausführliches Programm.				
Lernziel	Das Kolloquium des Departements Informatik bietet die Gelegenheit, international renommierte Wissenschaftler zu aktuellen Themen der Informatik zu hören. Die Veranstaltungsreihe wird jedes Semester gehalten und umfasst auch Antritts- und Abschiedsvorlesungen der Professorinnen und Professoren des Departements. Das Kolloquium ist öffentlich und Besucher sind sehr willkommen.				
Inhalt	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Informatik, zu denen auch Auswärtige kostenlos eingeladen sind. Zu Semesterbeginn erscheint jeweils ein ausführliches Programm.				

#### Mathematik Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Mathematik DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang auf: [www.ethz.ch/didaktische-ausbildung](http://www.ethz.ch/didaktische-ausbildung)

## ► Erziehungswissenschaften

Das allgemeine Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<i>siehe Erziehungswissenschaften DZ</i>					
<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen" (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

**WICHTIG:** die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.

*Es muss entweder Fachdidaktik Mathematik I (im Herbstsemester) oder Fachdidaktik Mathematik II belegt werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3972-00L</b>	<b>Fachdidaktik Mathematik II</b> <i>Belegung nur mit Immatrikulation für Mathematik Lehrdiplom oder Mathematik DZ an der ETH oder Mathematik Lehrdiplom an der Universität Zürich möglich.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen Erkenntnisse aus der empirischen mathematikdidaktischen Forschung und über Best Practice sowie Theorieansätze zum Unterricht in verschiedenen Themengebieten der Mathematik kennen und nutzen. Es werden methodische Vorschläge verglichen und Unterrichtsentwürfe diskutiert.				
Lernziel	Auf der Grundlage ihres Mathematikverständnisses, von Wissen aus der Lehr-/Lern- und der fachdidaktischen Forschung, sowie über Best Practice, können die Absolventinnen und Absolventen motivierende und kognitiv anregende Lernarrangements entwerfen, die Lernprozesse auslösen und unterhalten. Ziel dabei ist, einen entsprechenden Lehrplan umzusetzen, so dass der Mathematikunterricht einerseits allgemein bildenden Wert hat und die Schüler/-innen andererseits die für ein Hochschulstudium erforderlichen Grundkenntnisse erwerben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Studierenden mit fachwissenschaftlichen Auflagen wird dringend geraten, diese vor dem Besuch der Fachdidaktik II zu absolvieren.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-9987-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Mathematik ■</b> <i>Unterrichtspraktikum Mathematik für DZ. Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>N. Hungerbühler</b>

**nicht nochmals besucht werden.**

Kurzbeschreibung	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslectionen bewertet.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht.</li> <li>- Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln.</li> <li>- Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk.</li> <li>- Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen.</li> <li>- Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen.</li> <li>- Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen.</p> <p>Die Themen für die beiden Prüfungslectionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.</p>		
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslectionen.		
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Das Praktikum findet verbindlich am Schluss der Ausbildung statt. Allfällige fachwissenschaftliche Auflagen sind ebenfalls vor Antritt des Praktikums zu erfüllen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>401-9983-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Mathematik A ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Mathematik für DZ, Lehrdiplom.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	<p>Das Ziel ist, dass die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren.</li> <li>- zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Thematische Schwerpunkte</p> <p>Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.</p> <p>Lernformen</p> <p>Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.</p>				
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				

**► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus**

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>401-3058-00L</b>	<b>Kombinatorik I</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs Kombinatorik I und II ist eine Einführung in die abzählende Kombinatorik.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, kombinatorische Probleme einzuordnen und die adaequaten Techniken zu deren Lösung anzuwenden.				
Inhalt	Inhalt der Vorlesungen Kombinatorik I und II: Kongruenztransformationen der Ebene, Symmetriegruppen von geometrischen Figuren, Eulersche Funktion, Cayley-Graphen, formale Potenzreihen, Permutationsgruppen, Zyklen, Lemma von Burnside, Zyklenzeiger, Sätze von Polya, Anwendung auf die Graphentheorie und isomere Moleküle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Wer 401-3052-00L Kombinatorik (letztmals im FS 2008 gelesen) für den Bachelor- oder Master-Studiengang Mathematik anrechnen lässt, darf 401-3058-00L Kombinatorik I nur noch fürs Mathematik Lehrdiplom oder fürs Didaktik-Zertifikat Mathematik anrechnen lassen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>401-3056-00L</b>	<b>Endliche Geometrien I</b>	<b>W</b> <b>4 KP</b> <b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Endliche Geometrien I, II: Endliche Geometrien verbinden Aspekte der Geometrie mit solchen der diskreten Mathematik und der Algebra endlicher Körper. Insbesondere werden Modelle der Inzidenzaxiome konstruiert und Schliessungssätze der Geometrie untersucht. Anwendungen liegen im Bereich der Statistik, der Theorie der Blockpläne und der Konstruktion orthogonaler lateinischer Quadrate.		
Lernziel	Endliche Geometrien I, II: Die Studierenden sind in der Lage, Modelle endlicher Geometrien zu konstruieren und zu analysieren. Sie kennen die Schliessungssätze der Inzidenzgeometrie und können mit Hilfe der Theorie statistische Tests entwerfen sowie orthogonale lateinische Quadrate konstruieren. Sie sind vertraut mit Elementen der Theorie der Blockpläne.		
Inhalt	Endliche Geometrien I, II: Endliche Körper, Polynomringe, endliche affine Ebenen, Axiome der Inzidenzgeometrie, Eulersches Offiziersproblem, statistische Versuchsplanung, orthogonale lateinische Quadrate, Transformationen endlicher Ebenen, Schliessungsfiguren von Desargues und Pappus-Pascal, Hierarchie der Schliessungsfiguren, endliche Koordinatenebenen, Schiefkörper, endliche projektive Ebenen, Dualitätsprinzip, endliche Möbiusebenen, selbstkorrigierende Codes, Blockpläne		
Literatur	- Max Jeger, Endliche Geometrien, ETH Skript 1988  - Albrecht Beutelspacher: Einführung in die endliche Geometrie I,II. Bibliographisches Institut 1983  - Margaret Lynn Batten: Combinatorics of Finite Geometries. Cambridge University Press  - Dembowski: Finite Geometries.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>401-3574-61L</b>	<b>Introduction to Knot Theory</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b> <b>6 KP</b> <b>3G</b>	
Kurzbeschreibung	Introduction to the mathematical theory of knots. We will discuss some elementary topics in knot theory and we will repeatedly centre on how this knowledge can be used in secondary school.		
Lernziel	The aim of this lecture course is to give an introduction to knot theory. In the course we will discuss the definition of a knot and what is meant by equivalence. The focus of the course will be on knot invariants. We will consider various knot invariants amongst which we will also find the so called knot polynomials. In doing so we will again and again show how this knowledge can be transferred down to secondary school.		
Inhalt	Definition of a knot and of equivalent knots. Definition of a knot invariant and some elementary examples. Various operations on knots. Knot polynomials (Jones, ev. Alexander.....)		
Literatur	An extensive bibliography will be handed out in the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are some elementary knowledge of algebra and topology.		
<b>401-9985-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Mathematik A ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Mathematik für DZ und Lehrdiplom.</i>	<b>O</b> <b>2 KP</b> <b>4A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.		
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können. - selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können. - Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.		
Inhalt	Thematische Schwerpunkte: Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Literaturarbeit über ein Thema, das einen Bezug zum gymnasialem Unterricht oder seiner Weiterentwicklung hat. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV praktisch um.  Lernformen: Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.		
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.		
<b>► Kolloquien</b>			
<i>Das Kolloquium über Mathematik, Informatik und Unterricht findet im Herbstsemester statt.</i>			
<b>Mathematik DZ - Legende für Typ</b>			
O	Obligatorisch	W	Wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
Dr	Für Doktorat geeignet	Z	Zusatzangebot zum VLV



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Mathematik Lehrdiplom

Detaillierte Informationen zum Studiengang auf: [www.ethz.ch/didaktische-ausbildung](http://www.ethz.ch/didaktische-ausbildung)

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen

## ► Fachdidaktik in Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-3972-00L	<b>Fachdidaktik Mathematik II</b> <i>Belegung nur mit Immatrikulation für Mathematik Lehrdiplom oder Mathematik DZ an der ETH oder Mathematik Lehrdiplom an der Universität Zürich möglich.</i>	O	4 KP	2G	N. Hungerbühler
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen Erkenntnisse aus der empirischen mathematikdidaktischen Forschung und über Best Practice sowie Theorieansätze zum Unterricht in verschiedenen Themengebieten der Mathematik kennen und nutzen. Es werden methodische Vorschläge verglichen und Unterrichtsentwürfe diskutiert.				
Lernziel	Auf der Grundlage ihres Mathematikverständnisses, von Wissen aus der Lehr-/Lern- und der fachdidaktischen Forschung, sowie über Best Practice, können die Absolventinnen und Absolventen motivierende und kognitiv anregende Lernarrangements entwerfen, die Lernprozesse auslösen und unterhalten. Ziel dabei ist, einen entsprechenden Lehrplan umzusetzen, so dass der Mathematikunterricht einerseits allgemein bildenden Wert hat und die Schüler/-innen andererseits die für ein Hochschulstudium erforderlichen Grundkenntnisse erwerben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Studierenden mit fachwissenschaftlichen Auflagen wird dringend geraten, diese vor dem Besuch der Fachdidaktik II zu absolvieren.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
401-9983-00L	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Mathematik A ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Mathematik für DZ, Lehrdiplom.</i>	O	2 KP	4A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				
401-9984-00L	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Mathematik B ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Mathematik für Lehrdiplom und für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>	O	2 KP	4A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				

Inhalt	Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.
Skript	Eine kurze Anleitung zur mentorierten Arbeit in Fachdidaktik wird zur Verfügung gestellt.
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Die Studierenden beschaffen sie sich in der Regel selber (siehe Lernziele). In besonderen Fällen wird sie vom Betreuer zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.

### ► Berufspraktische Ausbildung in Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-9970-00L	<b>Einführungspraktikum Mathematik ■</b> <i>Belegung nur mit Immatrikulation für Mathematik Lehrdiplom oder Mathematik DZ an der ETH möglich. Es wird empfohlen, das Einführungspraktikum nicht vor der ersten Fachdidaktikvorlesung und nicht nach der zweiten Fachdidaktikvorlesung zu belegen.</i>	O	3 KP	6P	N. Hungerbühler
Kurzbeschreibung	Im Einführungspraktikum hospitieren die Studierenden 5 Lektionen bei der Praktikumslehrperson und unterrichten selbst 5 Lektionen. Die Studierenden erhalten von der Praktikumslehrperson Beobachtungs- und Reflexionsaufträge.				
Lernziel	Die Studierenden sammeln schon zu Beginn ihrer Ausbildung erste Erfahrungen mit der Beobachtung, Konzeption und Durchführung von Unterricht. Diese frühe Auseinandersetzung mit der Komplexität von Unterrichtsgeschehen hilft abzuschätzen, ob eine Studierende/ein Studierender die Ausbildung weiterführen will und soll. Sie bildet eine Grundlage für die nachfolgende pädagogische und fachdidaktische Ausbildung.				
Inhalt	Den Studierenden bietet das Einführungspraktikum einen Einblick in den Berufsalltag einer Lehrperson. Die Praktikumslehrperson legt Beobachtungs- und Reflexionsaufträge und die Themen der zu erteilenden Lektionen fest. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios des/der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit der/dem Studierenden aus. Zu den Lektionen, die der/die Studierende selber hält, führt die Praktikumslehrperson Vor- und Nachbesprechungen durch.				
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Wie empfehlen, das Einfuehrungspraktikum nicht vor der ersten Fachdidaktikvorlesung und nicht nach der zweiten Fachdidaktikvorlesung zu belegen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
401-3972-99L	<b>Berufspraktische Übungen II ■</b> <i>Belegung nur mit Immatrikulation für Mathematik Lehrdiplom oder Mathematik DZ an der ETH möglich. Die Veranstaltung muss zusammen mit der Fachdidaktikvorlesung (Lerneinheit 401-3972-00L) besucht werden.</i>	O	1 KP	1G	A. Barth, N. Hungerbühler
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen Erkenntnisse aus der empirischen mathematikdidaktischen Forschung und über Best Practice, sowie Theorieansätze zum Unterricht in Mathematik kennen und nutzen. Es werden methodische Vorschläge verglichen und Unterrichtsentwürfe diskutiert.				
Lernziel	Auf der Grundlage ihres Mathematikverständnisses, von Wissen aus der Lehr-/Lern- und der fachdidaktischen Forschung, sowie über Best Practice, können die Absolventinnen und Absolventen motivierende und kognitiv anregende Lernarrangements entwerfen, die Lernprozesse auslösen und unterhalten. Ziel dabei ist, einen entsprechenden Lehrplan umzusetzen, so dass der Mathematikunterricht einerseits allgemein bildenden Wert hat und die Schüler/-innen andererseits die für ein Hochschulstudium erforderlichen Grundkenntnisse erwerben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung muss zusammen mit 401-3972-00L besucht werden.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>401-9988-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum Mathematik ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17P</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Lektionen: 30 werden von den Studierenden unterrichtet, 20 hospitiert. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht.</li> <li>- Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln.</li> <li>- Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk.</li> <li>- Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen.</li> <li>- Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen.</li> <li>- Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.</li> </ul>				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.				
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Praktikum findet verbindlich am Schluss der Ausbildung, vor dem Ablegen der Prüfungslektion statt. Allfällige fachwissenschaftliche Auflagen sind ebenfalls vor Antritt des Praktikums zu erfüllen.				
<b>401-9989-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum II Mathematik ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
	<i>Unterrichtspraktikum für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>				
Kurzbeschreibung	Es handelt sich um ein Aufbaupraktikum zum Praktikum für den Erwerb des Lehrdiploms für Maturitätsschulen im entsprechenden Fach. Ziel ist eine Vertiefung der bereits gewonnenen unterrichtlichen Erfahrungen. Die Studierenden hospitierten 10 Lektionen und erteilen selber 15 Lektionen Unterricht.				
Lernziel	Die Studierenden können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen Blickwinkeln einschätzen. Sie kennen und beherrschen das unterrichtliche Handwerk. Sie können ein gegebenes Unterrichtsthema für eine Gruppe von Lernenden fachlich und didaktisch korrekt strukturieren und in eine adäquate Lernumgebung umsetzen. Es gelingt ihnen, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, sodass die Lernenden sowohl über den nötigen Freiraum wie über ausreichend Orientierung verfügen, um aktiv und effektiv flexibel nutzbares (Fach-)Wissen zu erwerben.				
Inhalt	Das Aufbaupraktikum richtet sich an Studierende, die bereits das Didaktik-Zertifikat in ihrem Fach erworben haben und nun eine Aufbaubildung zum Lehrdiplom für Maturitätsschulen absolvieren. In diesem zusätzlichen Praktikum sollen die Studierenden vertiefte unterrichtliche Erfahrungen machen. Auf der Grundlage der zusätzlich erworbenen Kenntnisse und mit Hilfe der ihnen jetzt zu Verfügung stehenden Instrumente analysieren sie verschiedene Aspekte des hospitierten Unterrichts. In dem von ihnen selbst gestalteten Unterricht nutzen sie beim Entwurf, bei der Durchführung und der Beurteilung ihrer Arbeit insbesondere die zusätzlich gewonnenen Erkenntnisse aus der allgemeinen und fachdidaktischen Lehr- und Lernforschung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Praktikum findet verbindlich am Schluss der Ausbildung, vor dem Ablegen der Prüfungslektion statt. Allfällige fachwissenschaftliche Auflagen sind ebenfalls vor Antritt des Praktikums zu erfüllen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>401-9991-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Mathematik ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
	<i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion obere Stufe Mathematik" (401-9991-02L) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				

Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.		
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.		
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>401-9991-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Mathematik ■</b> <i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Mathematik" (401-9991-01L) belegt werden.</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		

### ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3058-00L</b>	<b>Kombinatorik I</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs Kombinatorik I und II ist eine Einführung in die abzählende Kombinatorik.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, kombinatorische Probleme einzuordnen und die adäquaten Techniken zu deren Lösung anzuwenden.				
Inhalt	Inhalt der Vorlesungen Kombinatorik I und II: Kongruenztransformationen der Ebene, Symmetriegruppen von geometrischen Figuren, Eulersche Funktion, Cayley-Graphen, formale Potenzreihen, Permutationsgruppen, Zyklen, Lemma von Burnside, Zyklenzeiger, Sätze von Polya, Anwendung auf die Graphentheorie und isomere Moleküle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Wer 401-3052-00L Kombinatorik (letztmals im FS 2008 gelesen) für den Bachelor- oder Master-Studiengang Mathematik anrechnen lässt, darf 401-3058-00L Kombinatorik I nur noch fürs Mathematik Lehrdiplom oder fürs Didaktik-Zertifikat Mathematik anrechnen lassen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		
<b>401-3056-00L</b>	<b>Endliche Geometrien I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Endliche Geometrien I, II: Endliche Geometrien verbinden Aspekte der Geometrie mit solchen der diskreten Mathematik und der Algebra endlicher Körper. Insbesondere werden Modelle der Inzidenzaxiome konstruiert und Schliessungssätze der Geometrie untersucht. Anwendungen liegen im Bereich der Statistik, der Theorie der Blockpläne und der Konstruktion orthogonaler lateinischer Quadrate.				

Lernziel	Endliche Geometrien I, II: Die Studierenden sind in der Lage, Modelle endlicher Geometrien zu konstruieren und zu analysieren. Sie kennen die Schliessungssätze der Inzidenzgeometrie und können mit Hilfe der Theorie statistische Tests entwerfen sowie orthogonale lateinische Quadrate konstruieren. Sie sind vertraut mit Elementen der Theorie der Blockpläne.		
Inhalt	Endliche Geometrien I, II: Endliche Körper, Polynomringe, endliche affine Ebenen, Axiome der Inzidenzgeometrie, Eulersches Offiziersproblem, statistische Versuchsplanung, orthogonale lateinische Quadrate, Transformationen endlicher Ebenen, Schliessungsfiguren von Desargues und Pappus-Pascal, Hierarchie der Schliessungsfiguren, endliche Koordinatenebenen, Schiefkörper, endliche projektive Ebenen, Dualitätsprinzip, endliche Möbiusebenen, selbstkorrigierende Codes, Blockpläne		
Literatur	- Max Jeger, Endliche Geometrien, ETH Skript 1988 - Albrecht Beutelspacher: Einführung in die endliche Geometrie I,II. Bibliographisches Institut 1983 - Margaret Lynn Batten: Combinatorics of Finite Geometries. Cambridge University Press - Dembowski: Finite Geometries.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>401-3574-61L</b>	<b>Introduction to Knot Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to the mathematical theory of knots. We will discuss some elementary topics in knot theory and we will repeatedly centre on how this knowledge can be used in secondary school.				
Lernziel	The aim of this lecture course is to give an introduction to knot theory. In the course we will discuss the definition of a knot and what is meant by equivalence. The focus of the course will be on knot invariants. We will consider various knot invariants amongst which we will also find the so called knot polynomials. In doing so we will again and again show how this knowledge can be transferred down to secondary school.				
Inhalt	Definition of a knot and of equivalent knots. Definition of a knot invariant and some elementary examples. Various operations on knots. Knot polynomials (Jones, ev. Alexander.....)				
Literatur	An extensive bibliography will be handed out in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are some elementary knowledge of algebra and topology.				

<b>401-9985-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Mathematik A ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	Betreuer/innen
	<i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Mathematik für DZ und Lehrdiplom.</i>				
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können. - selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können. - Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte: Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Literaturliteraturarbeit über ein Thema, das einen Bezug zum gymnasialem Unterricht oder seiner Weiterentwicklung hat. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV praktisch um.  Lernformen: Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.				
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.				

<b>401-9986-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Mathematik B ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	Betreuer/innen
	<i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Mathematik für Lehrdiplom und für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>				
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein neues Thema einarbeiten, indem sie Materialien beschaffen und die Quellen studieren und so ihre Fachkompetenz gezielt erweitern können. - selbständig einen Text über den Gegenstand entwickeln und dabei einen speziellen Fokus auf die mathematische Verständlichkeit in Bezug auf den Kenntnisstand der anvisierten Leser/Leserinnen legen können. - Möglichkeiten berufsbezogener fachlicher Weiterbildung ausprobieren.				

Inhalt	Thematische Schwerpunkte: Die mentorierte Arbeit in FV besteht in der Regel in einer Literararbeit über ein Thema, das einen Bezug zum gymnasialem Unterricht oder seiner Weiterentwicklung hat. Die Studierenden setzen darin Erkenntnisse aus den Vorlesungen in FV praktisch um.
	Lernformen: Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet. Gegebenenfalls stellen sie ihre Arbeit oder Aspekte daraus in einem Kurzvortrag vor. Die mentorierte Arbeit ist Teil des Portfolios der Studierenden.
Skript	Eine Anleitung zur mentorierten Arbeit in FV wird zur Verfügung gestellt.
Literatur	Die Literatur ist themenspezifisch. Sie muss je nach Situation selber beschafft werden oder wird zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden.

## ► Wahlpflicht

Weitere Lehrgangebote aus dem Bereich Erziehungswissenschaften sind unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<i>siehe Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen</i>					
<b>401-3058-00L</b>	<b>Kombinatorik I</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs Kombinatorik I und II ist eine Einführung in die abzählende Kombinatorik.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, kombinatorische Probleme einzuordnen und die adäquaten Techniken zu deren Lösung anzuwenden.				
Inhalt	Inhalt der Vorlesungen Kombinatorik I und II: Kongruenztransformationen der Ebene, Symmetriegruppen von geometrischen Figuren, Eulersche Funktion, Cayley-Graphen, formale Potenzreihen, Permutationsgruppen, Zyklen, Lemma von Burnside, Zyklenzeiger, Sätze von Polya, Anwendung auf die Graphentheorie und isomere Moleküle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Wer 401-3052-00L Kombinatorik (letztmals im FS 2008 gelesen) für den Bachelor- oder Master-Studiengang Mathematik anrechnen lässt, darf 401-3058-00L Kombinatorik I nur noch fürs Mathematik Lehrdiplom oder fürs Didaktik-Zertifikat Mathematik anrechnen lassen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-3056-00L</b>	<b>Endliche Geometrien I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Endliche Geometrien I, II: Endliche Geometrien verbinden Aspekte der Geometrie mit solchen der diskreten Mathematik und der Algebra endlicher Körper. Insbesondere werden Modelle der Inzidenzaxiome konstruiert und Schliessungssätze der Geometrie untersucht. Anwendungen liegen im Bereich der Statistik, der Theorie der Blockpläne und der Konstruktion orthogonaler lateinischer Quadrate.				
Lernziel	Endliche Geometrien I, II: Die Studierenden sind in der Lage, Modelle endlicher Geometrien zu konstruieren und zu analysieren. Sie kennen die Schliessungssätze der Inzidenzgeometrie und können mit Hilfe der Theorie statistische Tests entwerfen sowie orthogonale lateinische Quadrate konstruieren. Sie sind vertraut mit Elementen der Theorie der Blockpläne.				
Inhalt	Endliche Geometrien I, II: Endliche Körper, Polynomringe, endliche affine Ebenen, Axiome der Inzidenzgeometrie, Eulersches Offiziersproblem, statistische Versuchsplanung, orthogonale lateinische Quadrate, Transformationen endlicher Ebenen, Schliessungsfiguren von Desargues und Pappus-Pascal, Hierarchie der Schliessungsfiguren, endliche Koordinatenebenen, Schiefkörper, endliche projektive Ebenen, Dualitätsprinzip, endliche Möbiusebenen, selbstkorrigierende Codes, Blockpläne				
Literatur	- Max Jeger, Endliche Geometrien, ETH Skript 1988				
	- Albrecht Beutelspacher: Einführung in die endliche Geometrie I,II. Bibliographisches Institut 1983				
	- Margaret Lynn Batten: Combinatorics of Finite Geometries. Cambridge University Press				
	- Dembowski: Finite Geometries.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-9951-58L</b>	<b>Mathematikdidaktik des gymnasialen Unterrichts auf der Sekundarstufe I (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 090MaDgU</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1S</b>	<b>R. Schelldorfer</b>
	<i>Belegung nur mit Immatrikulation für Lehrdiplom oder DZ an der ETH oder Lehrdiplom an der UZH möglich.</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden werden mit den Themen des gymnasialen Unterrichts auf der Sekundarstufe I (erste drei Jahre des Langgymnasiums oder erstes Jahr des Kurzgymnasiums) vertraut gemacht: Die zentralen Inhalte von Geometrie, Arithmetik & Algebra sowie Sachrechnen werden durchleuchtet.				
Lernziel	Im gymnasialen Unterricht der Sekundarstufe I (erste drei Jahre Langgymnasium oder erstes Jahr des Kurzgymnasiums) werden zentrale Begriffe und Denkweisen der Mathematik neu eingeführt oder vertieft betrachtet, wie z.B. Variable, Funktion, Beweisen. Dies erfordert eine sorgfältige didaktische Analyse der Lehrperson, indem die Voraussetzungen der Schüler/-innen sowie die mathematischen und kognitionspsychologischen Anforderungen untersucht und reflektiert werden.				

Inhalt	Beispiele von Schülerarbeiten geben in diesem Seminar einen Einblick in die mathematische Denkwelt der Schülerinnen und Schüler. Vielfältige Aufgaben zum Einsatz im Unterricht werden vorgestellt, selber gelöst und diskutiert.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arithmetik und Algebra: Zahlbereiche, Form und Inhalt in der Algebra</li> <li>- Geometrie: Konstruieren-Berechnen-Beweisen, dynamische Geometrie (Geogebra).</li> <li>- Sachrechnen: Funktionsbegriff, mathematische Modellierung.</li> <li>- Aktuelle mathematikdidaktische Aspekte wie Lernprozesse, Grundvorstellungen, Kompetenzen, offene Aufgaben.</li> </ul>				
Skript	Zahlreiche begleitende Unterlagen werden abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Seminar mit Übungen				
<b>272-0300-00L</b>	<b>Algorithmik für schwere Probleme</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Komm</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Diese Lerneinheit beinhaltet die Mentorierte Arbeit</i> <i>Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Informatik A n i c h t !</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit beschäftigt sich mit algorithmischen Ansätzen zur Lösung schwerer Probleme, insbesondere mit exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und parametrisierten Algorithmen.				
Lernziel	Eine umfassende Reflexion über die Bedeutung der vorgestellten Ansätze für den Informatikunterricht an Gymnasien begleitet den Kurs. Auf systematische Weise eine Übersicht über die Methoden zur Lösung schwerer Probleme kennen lernen. Vertiefte Kenntnisse im Bereich exakter und parameterisierter Algorithmen erwerben.				
Inhalt	Zuerst wird der Begriff der Berechnungsschwere erläutert (für die Informatikstudierenden wiederholt). Dann werden die Methoden zur Lösung schwerer Probleme systematisch dargestellt. Bei jeder Algorithmenentwurfsmethode wird vermittelt, was sie uns garantiert und was sie nicht sichern kann und womit wir für die gewonnene Effizienz bezahlen. Ein Schwerpunkt liegt auf exakten Algorithmen mit moderat exponentieller Laufzeit und auf parametrisierten Algorithmen.				
Skript	Unterlagen und Folien werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	<p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer 2004.</p> <p>R. Niedermeier: Invitation to Fixed-Parameter Algorithms, 2006.</p> <p>M. Cygan et al.: Parameterized Algorithms, 2015.</p> <p>F. Fomin et al.: Kernelization, 2019.</p> <p>F. Fomin, D. Kratsch: Exact Exponential Algorithms, 2010.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>272-0302-00L</b>	<b>Approximations- und Online-Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>H.-J. Böckenhauer, D. Komm, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lerneinheit behandelt approximative Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und algorithmische Ansätze zur Lösung von Online-Problemen sowie die Grenzen dieser Ansätze.				
Lernziel	Auf systematische Weise einen Überblick über die verschiedenen Entwurfsmethoden von approximativen Verfahren für schwere Optimierungsprobleme und Online-Probleme zu gewinnen. Methoden kennenlernen, die Grenzen dieser Ansätze aufweisen.				
Inhalt	<p>Approximationsalgorithmen sind einer der erfolgreichsten Ansätze zur Behandlung schwerer Optimierungsprobleme. Dabei untersucht man die sogenannte Approximationsgüte, also das Verhältnis der Kosten einer berechneten Näherungslösung und der Kosten einer (nicht effizient berechenbaren) optimalen Lösung.</p> <p>Bei einem Online-Problem ist nicht die gesamte Eingabe von Anfang an bekannt, sondern sie erscheint stückweise und für jeden Teil der Eingabe muss sofort ein entsprechender Teil der endgültigen Ausgabe produziert werden. Die Güte eines Algorithmus für ein Online-Problem misst man mit der competitive ratio, also dem Verhältnis der Kosten der berechneten Lösung und der Kosten einer optimalen Lösung, wie man sie berechnen könnte, wenn die gesamte Eingabe bekannt wäre.</p> <p>Inhalt dieser Lerneinheit sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Klassifizierung von Optimierungsproblemen nach der erreichbaren Approximationsgüte,</li> <li>- systematische Methoden zum Entwurf von Approximationsalgorithmen (z. B. Greedy-Strategien, dynamische Programmierung, LP-Relaxierung),</li> <li>- Methoden zum Nachweis der Nichtapproximierbarkeit,</li> <li>- klassische Online-Probleme wie Paging oder Scheduling-Probleme und Algorithmen zu ihrer Lösung,</li> <li>- randomisierte Online-Algorithmen,</li> <li>- Entwurfs- und Analyseverfahren für Online-Algorithmen,</li> <li>- Grenzen des "competitive ratio"- Modells und Advice-Komplexität als eine Möglichkeit, die Komplexität von Online-Problemen genauer zu messen.</li> </ul>				
Literatur	<p>Die Vorlesung orientiert sich teilweise an folgenden Büchern:</p> <p>J. Hromkovic: Algorithmics for Hard Problems, Springer, 2004</p> <p>D. Komm: An Introduction to Online Computation: Determinism, Randomization, Advice, Springer, 2016</p> <p>Zusätzliche Literatur:</p> <p>A. Borodin, R. El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert

### ► Kolloquien

*Das Kolloquium über Mathematik, Informatik und Unterricht findet im Herbstsemester statt.*

#### Mathematik Lehrdiplom - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Mathematik Master

## ► Kernfächer

Für das Master-Diplom in Angewandter Mathematik ist die folgende Zusatzbedingung (nicht in myStudies ersichtlich) zu beachten: Mindestens 15 KP der erforderlichen 28 KP aus Kern- und Wahlfächern müssen aus Bereichen der angewandten Mathematik und weiteren anwendungsorientierten Gebieten stammen.

## ►► Kernfächer aus Bereichen der reinen Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3112-24L</b>	<b>Number Theory II: Algebraic Number Theory</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Pink</b>
Kurzbeschreibung	This course continues the study of number fields begun in the course Number Theory I of the previous semester.				
Lernziel	Topics include p-adic numbers, local fields, valuations, Galois theory of valuations, ramification theory, and some local and global abelian class field theory.				
Literatur	Jürgen Neukirch: Algebraic number theory. Springer 1999. Serge Lang: Algebraic Number Theory. Springer 1994. Jean-Pierre Serre: A Course in Arithmetic. Springer 1973. More references are given in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number Theory I				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>401-3146-12L</b>	<b>Algebraic Geometry</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>2V+1U+2R</b>	<b>J. Schmitt</b>
Kurzbeschreibung	This course is an Introduction to Algebraic Geometry (algebraic varieties and schemes).				
Lernziel	Learning Algebraic Geometry.				
Literatur	Primary References: * John Ottem, Geir Ellingsrud: Introduction to algebraic varieties, <a href="https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT4210/data/mastermat4210.pdf">https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT4210/data/mastermat4210.pdf</a> * James Milne: Algebraic Geometry, <a href="http://www.jmilne.org/math/CourseNotes/AG.pdf">http://www.jmilne.org/math/CourseNotes/AG.pdf</a>  Secondary References: * Miles Reid: Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press. * Ravi Vakil: Foundations of Algebraic Geometry, <a href="http://math.stanford.edu/~vakil/216blog/">http://math.stanford.edu/~vakil/216blog/</a> * David Eisenbud, Joe Harris: The Geometry of Schemes, Graduate Texts in Mathematics, Springer.  Other textbooks: * Qing Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves, Oxford Science Publications. * Ulrich Görtz and Torsten Wedhorn: Algebraic Geometry I, Advanced Lectures in Mathematics, Springer. * Igor Shafarevich: Basic Algebraic geometry 1 & 2, Springer-Verlag. * Robin Hartshorne: Algebraic Geometry, Graduate Texts in Mathematics, Springer.				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirement: Basic knowledge of Commutative Algebra.				
<b>401-3532-08L</b>	<b>Differential Geometry II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>P. Hintz</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course of Differential Geometry I. Topics covered include: Introduction to Riemannian geometry: Riemannian manifolds, Levi-Civita connection, geodesics, Hopf-Rinow Theorem, curvature, second fundamental form, Riemannian submersions and coverings, Hadamard-Cartan Theorem, triangle and volume comparison.				
Lernziel	Continuing the introduction to Riemannian geometry, with a focus on the role of curvature and the interplay of geometry and topology; and introducing fundamental aspects of Lorentzian geometry.				
Literatur	- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser 1992 - S. Kobayashi, K. Nomizu "Foundations of Differential Geometry" Volume I, Wiley 1963 - B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry With Applications to Relativity, Academic Press 1983				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I (or basics of differentiable manifolds)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>401-3225-00L</b>	<b>Introduction to Lie Groups</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Semola</b>
Kurzbeschreibung	Topological groups and Haar measure. Definition of Lie groups, examples of local fields and examples of discrete subgroups; basic properties; Lie subgroups. Lie algebras and relation with Lie groups: exponential map, adjoint representation. Semisimplicity, nilpotency, solvability, compactness: Killing form, Lie's and Engel's theorems. Definition of algebraic groups and relation with Lie groups.				
Lernziel	The goal is to have a broad though foundational knowledge of the theory of Lie groups and their associated Lie algebras with an emphasis on the algebraic and topological aspects of it.				
Literatur	A. Knapp: "Lie groups beyond an Introduction" (Birkhaeuser) A. Sagle & R. Walde: "Introduction to Lie groups and Lie algebras" (Academic Press, '73) F. Warner: "Foundations of differentiable manifolds and Lie groups" (Springer) H. Samelson: "Notes on Lie algebras" (Springer, '90) S. Helgason: "Differential geometry, Lie groups and symmetric spaces" (Academic Press, '78) A. Knapp: "Lie groups, Lie algebras and cohomology" (Princeton University Press)				
Voraussetzungen / Besonderes	Topology and basic notions of measure theory. A basic understanding of the concepts of manifold, tangent space and vector field is useful, but could also be achieved throughout the semester.				
<b>401-3002-12L</b>	<b>Algebraic Topology II</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Lewark</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course to Algebraic Topology I. The course will cover more advanced topics in algebraic topology including: cohomology of spaces, operations in homology and cohomology, duality.				

Literatur	1) G. Bredon, "Topology and geometry", Graduate Texts in Mathematics, 139. Springer-Verlag, 1997.  2) A. Hatcher, "Algebraic topology", Cambridge University Press, Cambridge, 2002.  The book can be downloaded for free at: <a href="http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>  3) E. Spanier, "Algebraic topology", Springer-Verlag																					
Voraussetzungen / Besonderes	General topology, linear algebra, singular homology of topological spaces (e.g. as taught in "Algebraic topology I").  Some knowledge of differential geometry and differential topology is useful but not absolutely necessary.																					
<b>401-3462-00L</b>	<b>Functional Analysis II</b> <b>W</b> <b>9 KP</b> <b>4V+1U</b> <b>M. Burger</b>																					
Kurzbeschreibung	The course will focus essentially on the theory of abelian Banach algebras and its applications to harmonic analysis on locally compact abelian groups, and spectral theorems. Time permitting we will talk about a fundamental property of highly non abelian groups, namely property (T); one of the spectacular applications thereof is the explicit construction of expander graphs.																					
Lernziel	Acquire fluency with abelian Banach algebras in order to apply their theory to harmonic analysis on locally compact groups and to spectral theorems																					
Inhalt	Banach algebras and the spectral radius formula,  Gelfand's theory of abelian Banach algebras,  Locally compact groups, Haar measure, properties of the convolution product,  Locally compact abelian groups, the dual group, basic properties of the Fourier transform,  Positive definite functions and Bochner's theorem,  The Fourier inversion formula, Plancherel's theorem,  Pontryagin duality and consequences,  Regular abelian Banach algebras, minimal ideals and Wiener's theorem for general locally compact abelian groups. Applications to Wiener-Ikehara and the prime number theorem,  Gelfand's theory of abelian C*-algebras and applications to the spectral theorem for normal operators,  Property (T).																					
Skript	<a href="https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view">https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view</a>																					
Literatur	[EiWa] M. Einsiedler and T. Ward. Functional analysis, spectral theory, and applications. Vol. 276. Graduate Texts in Mathematics. Springer, 2017.  [GeRaSh] I. Gelfand, D. Raikov, and G. Shilov. Commutative normed rings. Translated from the Russian, with a supplementary chapter. Chelsea Publishing Co., New York, 1964.  [Ka] E. Kaniuth. A Course in Commutative Banach Algebras. Vol. 246. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 2009.  [RaVa] D. Ramakrishnan and R. J. Valenza. Fourier Analysis on Number Fields. Vol. 186. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 1999.  [Ru1] W. Rudin. Fourier Analysis on Groups. Interscience Tracts in Pure and Applied Mathematics 12. Interscience Publishers, New York-London, 1962.  [Ru2] W. Rudin. Functional Analysis. Second Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.  [Ru3] W. Rudin. Real and Complex Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, 1987.  [Ta] M. Takesaki. Theory of Operator Algebras I. Springer, New York, 1979.  [We] A. Weil. Basic Number Theory. Classics in Mathematics. Reprint of the second (1973) edition. Springer Berlin, Heidelberg, 1995.  [Zi] R. J. Zimmer. Essential Results of Functional Analysis. Chicago Lectures in Mathematics. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1990.																					
Voraussetzungen / Besonderes	Point set topology,  Basic measure theory,																					
Kompetenzen	Basics of functional analysis specifically: Banach-Steinhaus, Banach-Alaoglu, and Hahn-Banach.  <table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Problemlösung	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																				
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																				
	Problemlösung	geprüft																				
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																				
	Kreatives Denken	gefördert																				
	Kritisches Denken	gefördert																				
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																				

## ►► Kernfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik ...

vollständiger Titel:

Kernfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik und weiteren anwendungsorientierten Gebieten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature links will be provided in the lecture. Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3642-00L</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>D. Possamai</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. It includes the construction and properties of Brownian motion, basics of Markov processes in continuous time and of Levy processes, and stochastic calculus for continuous semimartingales.				
Lernziel	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. The following topics are planned: - Definition and construction of Brownian motion - Some important properties of Brownian motion - Basics of Markov processes in continuous time - Stochastic calculus, including stochastic integration for continuous semimartingales, Ito's formula, Girsanov's theorem, stochastic differential equations and connections with partial differential equations - Basics of Levy processes				
Skript	Lecture notes will be made available in class.				
Literatur	- R.F. Bass, Stochastic Processes, Cambridge University Press (2001). - I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991). - J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016). - D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005). - L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in - J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004). - R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).				
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics. Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft geprüft
<b>401-3602-00L</b>	<b>Applied Stochastic Processes</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	keine Angaben
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Poisson-Prozesse; Erneuerungsprozesse; Markovketten in diskreter und in stetiger Zeit; einige Beispiele und Anwendungen.				
Lernziel	Stochastische Prozesse dienen zur Beschreibung der Entwicklung von Systemen, die sich in einer zufälligen Weise entwickeln. In dieser Vorlesung bezieht sich die Entwicklung auf einen skalaren Parameter, der als Zeit interpretiert wird, so dass wir die zeitliche Entwicklung des Systems studieren. Die Vorlesung präsentiert mehrere Klassen von stochastischen Prozessen, untersucht ihre Eigenschaften und ihr Verhalten und zeigt anhand von einigen Beispielen, wie diese Prozesse eingesetzt werden können. Die Hauptbetonung liegt auf der Theorie; "applied" ist also im Sinne von "applicable" zu verstehen.				
Literatur	R. N. Bhattacharya and E. C. Waymire, "Stochastic Processes with Applications", SIAM (2009), available online: <a href="http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997">http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997</a> R. Durrett, "Essentials of Stochastic Processes", Springer (2012), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1</a> M. Lefebvre, "Applied Stochastic Processes", Springer (2007), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1</a> S. I. Resnick, "Adventures in Stochastic Processes", Birkhäuser (2005)				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are familiarity with (measure-theoretic) probability theory as it is treated in the course "Probability Theory" (401-3601-00L).				
<b>401-3652-00L</b>	<b>Numerical Methods for Hyperbolic Partial Differential Equations (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+1U</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden. UZH Modulkürzel: MAT827</i>				
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course treats numerical methods for hyperbolic initial-boundary value problems, ranging from wave equations to the equations of gas dynamics. The principal methods discussed in the course are finite volume methods, including TVD, ENO and WENO schemes. Exercises involve implementation of numerical methods in MATLAB.				

Lernziel	The goal of this course is familiarity with the fundamental ideas and mathematical consideration underlying modern numerical methods for conservation laws and wave equations.
Inhalt	<p>* Introduction to hyperbolic problems: Conservation, flux modeling, examples and significance in physics and engineering.</p> <p>* Linear Advection equations in one dimension: Characteristics, energy estimates, upwind schemes.</p> <p>* Scalar conservation laws: shocks, rarefactions, solutions of the Riemann problem, weak and entropy solutions, some existence and uniqueness results, finite volume schemes of the Godunov, Engquist-Osher and Lax-Friedrichs type. Convergence for monotone methods and E-schemes.</p> <p>* Second-order schemes: Lax-Wendroff, TVD schemes, limiters, strong stability preserving Runge-Kutta methods.</p> <p>* Linear systems: explicit solutions, energy estimates, first- and high-order finite volume schemes.</p> <p>* Non-linear Systems: Hugoniot Locus and integral curves, explicit Riemann solutions of shallow-water and Euler equations. Review of available theory.</p>
Skript	Lecture slides will be made available to participants. However, additional material might be covered in the course.
Literatur	<p>H. Holden and N. H. Risebro, Front Tracking for Hyperbolic Conservation Laws, Springer 2011. Available online.</p> <p>R. J. LeVeque, Finite Volume methods for hyperbolic problems, Cambridge university Press, 2002. Available online.</p> <p>E. Godlewski and P. A. Raviart, Hyperbolic systems of conservation laws, Ellipses, Paris, 1991.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Having attended the course on the numerical treatment of elliptic and parabolic problems is no prerequisite.</p> <p>Programming exercises in MATLAB</p> <p>Former course title: "Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations"</p>

## ► Wahlfächer

*Für das Master-Diplom in Angewandter Mathematik ist die folgende Zusatzbedingung (nicht in myStudies ersichtlich) zu beachten: Mindestens 14 KP der erforderlichen 26 KP aus Kern- und Wahlfächern müssen aus Bereichen der angewandten Mathematik und weiteren anwendungsorientierten Gebieten stammen.*

### ►► Wahlfächer aus Bereichen der reinen Mathematik

#### ►►► Auswahl: Algebra, Zahlentheorie, diskrete Mathematik, Logik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-4112-24L	Diophantine Approximation	W	4 KP	2V	P. H. Koymans
401-3172-10L	Halbeinfache Lie-Algebren	W	4 KP	2V	M. R. Abedin
Kurzbeschreibung	In this lecture, we study the theory of complex semisimple Lie algebras.				
Lernziel	The classification of complex semisimple Lie algebras and their finite-dimensional representation.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Brief introduction to the general theory of Lie algebras</li> <li>-Root systems and root space decompositions of semisimple Lie algebras</li> <li>-Dynkin diagrams and the classification of semisimple Lie algebras</li> <li>-Representation theory of semisimple Lie algebras</li> </ul>				
Skript	R. Suter, "Lie-Algebren und ihre Darstellungen", Skript, <a href="https://imsc.uni-graz.at/baur/lehre/WS2012-LieAlg/Skript-Lie-Suter.pdf">https://imsc.uni-graz.at/baur/lehre/WS2012-LieAlg/Skript-Lie-Suter.pdf</a>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>-J.E. Humphreys, "Introduction to Lie Algebras and Representation Theory", Springer-Verlag New York Inc., 1972</li> <li>-J.-P. Serre, "Complex semisimple Lie algebras", Springer-Verlag New York Inc., 1987</li> <li>-B.C. Hall, "Lie Groups, Lie Algebras, and Representations: An Elementary Introduction", Springer-Verlag New York Inc., 2003</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of linear algebra e.g. through the lectures "Lineare Algebra I & II" is assumed. The lecture "Introduction to Lie Groups" is useful but not required to attend this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
401-3058-00L	<b>Kombinatorik I</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	4 KP	2G	N. Hungerbühler
Kurzbeschreibung	Der Kurs Kombinatorik I und II ist eine Einführung in die abzählende Kombinatorik.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, kombinatorische Probleme einzuordnen und die adäquaten Techniken zu deren Lösung anzuwenden.				
Inhalt	Inhalt der Vorlesungen Kombinatorik I und II: Kongruenztransformationen der Ebene, Symmetriegruppen von geometrischen Figuren, Eulersche Funktion, Cayley-Graphen, formale Potenzreihen, Permutationsgruppen, Zyklen, Lemma von Burnside, Zyklenzeiger, Sätze von Polya, Anwendung auf die Graphentheorie und isomere Moleküle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Wer 401-3052-00L Kombinatorik (letztmals im FS 2008 gelesen) für den Bachelor- oder Master-Studiengang Mathematik anrechnen lässt, darf 401-3058-00L Kombinatorik I nur noch fürs Mathematik Lehrdiplom oder fürs Didaktik-Zertifikat Mathematik anrechnen lassen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	

#### ►►► Auswahl: Geometrie, Topologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-4571-22L	Topology of Manifolds	W	4 KP	2V	D. Cekic
Kurzbeschreibung	This will be an introduction to geometric topology, a field of mathematics concerned with topological properties of manifolds. We will study both topological and smooth manifolds, and prove some fundamental results about them (like the Schoenflies theorem, the generalised Poincaré conjecture, the existence of exotic smooth structures), several of which have been awarded with Fields medals.				
Lernziel	At the end of the course students will be able to differentiate between three types of manifolds, give examples showing various phenomena, and prove some classical results. They will understand what kinds of arguments are used in each of the cases, and where the difficulties arise. Moreover, they will become familiar with many open problems that are guiding current research, especially in the peculiar dimension four.				

Inhalt	There are several notions of a manifold -- namely, topological, piecewise-linear, and smooth -- and only in 1956 did it become clear that these objects are in fact distinct, thanks to the construction by J. Milnor of multiple smooth structures on a single topological manifold. In this course we will start with basic definitions and properties of the three types of manifolds, building our way up to cover some fundamental results.				
Literatur	<p>We will first study handle decompositions, transversality and the Whitney trick, the s-cobordism theorem, the Poincaré conjecture, and the Schoenflies theorem. Possible further topics include torus tricks, smoothing theory, exotic spheres, the Rohlin theorem, exotic 4-manifolds.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• See the lecture notes and a reference list at <a href="https://maths.dur.ac.uk/users/mark.a.powell/topological-manifolds.html">https://maths.dur.ac.uk/users/mark.a.powell/topological-manifolds.html</a></li> <li>• Hirsch, M. Differential topology. Graduate Texts in Mathematics, No. 33. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1976.</li> <li>• Kosinski, A. Differential manifolds. Pure and Applied Mathematics, 138. Academic Press, Inc., Boston, MA, 1993.</li> <li>• Scorpan, A. The wild world of 4-manifolds. American Mathematical Society, Providence, RI, 2005.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	We will assume familiarity with point-set topology, the fundamental group (as covered in the course Topology), homology (as covered in Algebraic Topology I), and some basics of differential topology and vector bundles (as covered in Differential Geometry I). Some familiarity with cohomology and Poincaré duality would be useful.				
<b>401-3308-24L</b>	<b>Riemann Surfaces</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Giacchetto</b>
Kurzbeschreibung	The course will be a first introduction to Riemann surfaces. These are beautiful objects that sit at the intersection of algebra, geometry, and analysis. We will aim to cover the theorems of Riemann–Hurwitz and Riemann–Roch, as well as the basics of Hurwitz theory. Time permitting, we may delve into additional subjects such as abelian integrals and the Abel–Jacobi theorem.				
Lernziel	The topics presented in the course will include: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Basic facts about Complex Analysis and Manifold Theory</li> <li>* Topology of Riemann surfaces</li> <li>* Meromorphic functions and divisors</li> <li>* Riemann–Roch theorem</li> <li>* Hurwitz theory</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>* E. Arbarello, M. Cornalba, P. A. Griffiths, J. Harris. Geometry of Algebraic Curves, Volume 1. Springer-Verlag, 1985</li> <li>* R. Cavalieri, E. Miles. Riemann Surfaces and Algebraic Curves. Cambridge University Press, 2016</li> <li>* O. Forster. Lectures on Riemann Surfaces. Springer-Verlag, 1981</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Theory of functions of one complex variable, basics of topology. Familiarity with the theory of smooth manifolds and algebraic topology would be useful, but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
<b>401-3582-24L</b>	<b>Morse Homology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V</b>	<b>I. Datta</b>
Kurzbeschreibung	This is an introductory course on modern Morse theory. We will introduce Morse functions, Morse complex and Morse homology for closed manifolds. We will show invariance properties of the Morse complex and look at applications like Poincaré duality. We will try to follow and cover Part I of "Morse theory and Floer homology" by Michèle Audin and Mihai Damian.				
Lernziel	To gain familiarity about Morse functions and understanding of main steps in developing a homology theory.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morse Theory and Floer Homology, by Michèle Audin and Mihai Damian (Springer)</li> <li>- Morse Theory, by John Milnor (Princeton University Press)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Differential Geometry I</li> <li>- Basic familiarity with manifolds, tangent spaces, and functions and their differentials on manifolds.</li> <li>- Useful but not essential for the course: Algebraic Topology I</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>401-3056-00L</b>	<b>Endliche Geometrien I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	Endliche Geometrien I, II: Endliche Geometrien verbinden Aspekte der Geometrie mit solchen der diskreten Mathematik und der Algebra endlicher Körper. Insbesondere werden Modelle der Inzidenzaxiome konstruiert und Schliessungssätze der Geometrie untersucht. Anwendungen liegen im Bereich der Statistik, der Theorie der Blockpläne und der Konstruktion orthogonaler lateinischer Quadrate.				
Lernziel	Endliche Geometrien I, II: Die Studierenden sind in der Lage, Modelle endlicher Geometrien zu konstruieren und zu analysieren. Sie kennen die Schliessungssätze der Inzidenzgeometrie und können mit Hilfe der Theorie statistische Tests entwerfen sowie orthogonale lateinische Quadrate konstruieren. Sie sind vertraut mit Elementen der Theorie der Blockpläne.				
Inhalt	Endliche Geometrien I, II: Endliche Körper, Polynomringe, endliche affine Ebenen, Axiome der Inzidenzgeometrie, Eulersches Offiziersproblem, statistische Versuchsplanung, orthogonale lateinische Quadrate, Transformationen endlicher Ebenen, Schliessungsfiguren von Desargues und Pappus-Pascal, Hierarchie der Schliessungsfiguren, endliche Koordinatenebenen, Schiefkörper, endliche projektive Ebenen, Dualitätsprinzip, endliche Möbiusebenen, selbstkorrigierende Codes, Blockpläne				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Max Jeger, Endliche Geometrien, ETH Skript 1988</li> <li>- Albrecht Beutelspacher: Einführung in die endliche Geometrie I,II. Bibliographisches Institut 1983</li> <li>- Margaret Lynn Batten: Combinatorics of Finite Geometries. Cambridge University Press</li> <li>- Dembowski: Finite Geometries.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>401-3574-61L</b>	<b>Introduction to Knot Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to the mathematical theory of knots. We will discuss some elementary topics in knot theory and we will repeatedly centre on how this knowledge can be used in secondary school.				
Lernziel	The aim of this lecture course is to give an introduction to knot theory. In the course we will discuss the definition of a knot and what is meant by equivalence. The focus of the course will be on knot invariants. We will consider various knot invariants amongst which we will also find the so called knot polynomials. In doing so we will again and again show how this knowledge can be transferred down to secondary school.				
Inhalt	Definition of a knot and of equivalent knots. Definition of a knot invariant and some elementary examples. Various operations on knots. Knot polynomials (Jones, ev. Alexander.....)				
Literatur	An extensive bibliography will be handed out in the course.				

►►► **Auswahl: Analysis**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3352-09L</b>	<b>An Introduction to Partial Differential Equations</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V</b>	<b>F. Da Lio</b>
Kurzbeschreibung	This course aims at being an introduction to first and second order partial differential equations (in short PDEs). We will present the so called method of characteristics to solve quasilinear PDEs and some basic properties of classical solutions to second order linear PDEs.				
Inhalt	A preliminary plan is the following - Laplace equation, fundamental solution, harmonic functions and main properties, maximum principle. Poisson equation. Green functions. Perron method for the solution of the Dirichlet problem. Regularity of solutions to the Poisson Equation. - Heat equation, fundamental solution, existence of solutions to the Cauchy problem and representation formulas, main properties, uniqueness by maximum principle, regularity. - The Method of characteristics for first order equations, linear and nonlinear, transport equation, Hamilton-Jacobi equation, scalar conservation laws. -Time permitting: Wave equation, existence of the solution, D'Alembert formula, solutions by spherical means, main properties, uniqueness by energy methods.				
Skript	The teacher provides the students with personal notes.				
Literatur	Bibliography - L.Evans Partial Differential Equations, AMS 2010 (2nd edition) - D. Gilbarg, N.S. Trudinger Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer, 1998. - E. Di Benedetto Partial Differential Equations, Birkhauser, 2010 (2nd edition). - W. A. Strauss Partial Differential Equations. An Introduction, Wiley, 1992. -Q. Han, A Basic Course in Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics Volume: 120; 2011.				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential and integral calculus for functions of several variables; elementary theory of ordinary differential equations, basic facts of measure theory.				
<b>401-3422-24L</b>	<b>Euclidean Harmonic Analysis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>S. Becker</b>
Inhalt	In this lecture we study the basic properties of Fourier series, convergence and summability, conjugate functions, Calderon-Zygmund theory, Hardy spaces, boundary behavior of analytic and harmonic functions.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Functional Analysis I.				
<b>401-2374-24L</b>	<b>Dynamical Systems and Ergodic Theory</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Einsiedler</b>
	<i>Be aware that there is a big overlap with 401-3374-23L Dynamical Systems and Ergodic Theory (University of Zurich). Only one of the two course units may be recognised for credits. More precisely, it is also not allowed to have recognised one course unit for the Bachelor's and the other course unit for the Master's degree.</i>				
Kurzbeschreibung	Dynamical systems is an exciting and very active field in pure (and applied) mathematics, that involves tools and techniques from many areas such as analysis, geometry and number theory. This introductory course will focus on discrete time dynamical systems, which can be obtained by iterating a function.				
Lernziel	By the end of the unit the student: will have developed a good background in the area of dynamical systems; will be familiar with the basic concepts, results, and techniques relevant to the area; will have detailed knowledge of a number of fundamental examples that help clarify and motivate the main concepts in the theory; will understand the proofs of the fundamental theorems in the area; will have mastered the application of dynamical systems techniques for solving a range of standard problems; will have a firm foundation for further study in the area.				
Inhalt	Dynamical systems is an exciting and very active field in pure (and applied) mathematics, that involves tools and techniques from many areas such as analysis, geometry and number theory. This introductory course will focus on discrete time dynamical systems, which can be obtained by iterating a function. Even if the rule of evolution is deterministic, the long term behavior of the system is often chaotic. Different branches of dynamical systems, in particular ergodic theory, provide tools to quantify this chaotic behaviour and predict it on average. We will give a strong emphasis on presenting many fundamental examples of dynamical systems. Driven by the examples, we will first introduce some of the phenomena and main concepts which one is interested in studying. We will then formalize these concepts and cover the basic definitions and some fundamental theorems and results in topological dynamics, in symbolic dynamics and in particular in ergodic theory. During the course we will also mention some applications for example to number theory and information theory. Topics which will be covered include: -Basic examples of dynamical systems (e.g. rotations and doubling map; baker's map, CAT map and hyperbolic toral automorphisms; the Gauss map and continued fractions); -Elements of topological dynamics (minimality; topological conjugacy; topological mixing; topological entropy); -Elements of symbolic dynamics (shifts and subshifts spaces; topological Markov chains and their topological dynamical properties; symbolic coding); -Introduction to ergodic theory: invariant measures; Poincare' recurrence; ergodicity; mixing; the Birkhoff Ergodic Theorem and applications; Markov measures; the ergodic theorem for Markov chains and applications to Internet Search; measure theoretic entropy; -Selected topics (time permitting): Shannon-McMillan-Breiman theorem; continuous time dynamical systems, dynamics on hyperbolic surfaces.				
Literatur	Textbooks which can be used as additional reference for some of the topics include: -M. Einsiedler and T. Ward, Ergodic Theory with a view towards Number Theory - M.Einsiedler and K. Schmidt, Dynamische Systeme (Ergodentheorie und topologische Dynamik) - B. Hasselblatt and A. Katok, Dynamics: A first course. (Cambridge University Press, 2003) – Chapters 7,8,10 and 15 -M. Brin and G. Stuck, Introduction to Dynamical Systems. (Cambridge University Press, 2002) – Chapters 1-4 -Omri Sarig, Lectures Notes on Ergodic Theory (Available Online), Topics from Chapter 1 and 2				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of analysis on metric spaces, measure theory and integration is required. We will also need Fourier series and some functional analysis, but it suffices if students learn these topics simultaneously or a bit later.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

### ►►► Auswahl: Weitere Gebiete sowie einige Kurse der UZH

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-3502-22L	<b>Reading Course ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	W	2 KP	4A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
401-3503-22L	<b>Reading Course ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	W	3 KP	6A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
401-3504-22L	<b>Reading Course ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	W	4 KP	9A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
401-3504-02L	<b>Reading Course (No. 2) ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	W	4 KP	9A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
401-3504-03L	<b>Reading Course (No. 3) ■</b> <i>To start an individual reading course, contact an authorised supervisor</i> <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	W	4 KP	9A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				
401-8146-24L	<b>Hodge Theory and Algebraic Cycles, part 2 (University W of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: MAT714  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a>		9 KP	4V+2U	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Hodge theory is a powerful tool to study the cohomology of algebraic varieties. In this course, we will review the existence of the Hodge decomposition on the cohomology of smooth projective varieties. Following Deligne, we will explain how to generalise this to arbitrary varieties, using the notion of mixed Hodge structures. We then give several applications to the study of algebraic cycles.				
Inhalt	Hodge theory is a powerful tool to study the cohomology of algebraic varieties. In this course, we will review the existence of the Hodge decomposition on the cohomology of smooth projective varieties. Following Deligne, we will explain how to generalise this to arbitrary varieties, using the notion of mixed Hodge structures. We then give several applications to the study of algebraic cycles. In particular, we explain Griffiths' construction of cycles which are homologically trivial but not algebraically trivial. We will also prove Nori's connectivity theorem and give some of its applications.				
Literatur	Hodge Theory and Complex Algebraic Geometry, I & II, by Claire Voisin				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with algebraic geometry and homological algebra will be assumed.				

### ►► Wahlfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik ...

vollständiger Titel:

Wahlfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik und weiteren anwendungsorientierten Gebieten

### ►►► Auswahl: Numerische Mathematik



Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-4661-72L	<b>Robustness of Deep Neural Networks</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt. Was planned to take place in the Autumn Semester 2024, but it won't take place then.</i>	W	5 KP	2G+1A	R. Alaifari
Kurzbeschreibung	While deep neural networks have been very successfully employed in classification problems, their stability properties remain still unclear. In particular, the presence of adversarial examples has demonstrated that state-of-the-art networks are vulnerable to small perturbations in the data. This course serves as an introduction to adversarial attacks and defenses for deep neural network algorithms.				
Lernziel	1. Theory: in this course, we will discuss the trade-off between accuracy and stability of classification algorithms and study the state-of-the-art for robust image classification, adversarial attacks and adversarial training. 2. Practice: students will train and attack deep neural networks themselves, to get a hands-on experience.				
Voraussetzungen / Besonderes	Courses on linear algebra, optimization and machine learning. Basic programming skills in Python and experience with PyTorch.				
401-4658-00L	<b>Numerical Methods for Finance</b>	W	6 KP	3V+1U	C. Schwab
Kurzbeschreibung	Introduction to principal methods of option pricing. Emphasis on PDE-based methods. Prerequisite MATLAB and Python programming and knowledge of numerical mathematics at ETH BSc level.				
Lernziel	Introduce the main methods for efficient numerical valuation of derivative contracts in a Black Scholes as well as in incomplete markets due Levy processes or due to stochastic volatility models. Develop implementation of pricing methods in MATLAB and Python. Finite-Difference/ Finite Element based methods for the solution of the pricing integrodifferential equation.				
Inhalt	1. Review of option pricing. Wiener and Levy price process models. Deterministic, local and stochastic volatility models. 2. Finite Difference Methods for option pricing. Relation to bi- and multinomial trees. European contracts. 3. Finite Difference methods for Asian, American and Barrier type contracts. 4. Finite element methods for European and American style contracts. 5. Pricing under local and stochastic volatility in Black-Scholes Markets. 6. Finite Element Methods for option pricing under Levy processes. Treatment of integrodifferential operators. 7. Stochastic volatility models for Levy processes. 8. Techniques for multidimensional problems. Baskets in a Black-Scholes setting and stochastic volatility models in Black Scholes and Levy markets. 9. Introduction to sparse grid option pricing techniques.				
Skript	There will be english lecture notes as well as MATLAB or Python software for registered participants in the course.				
Literatur	Main reference (course text): N. Hilber, O. Reichmann, Ch. Schwab and Ch. Winter: Computational Methods for Quantitative Finance, Springer Finance, Springer, 2013.  Supplementary texts: R. Cont and P. Tankov : Financial Modelling with Jump Processes, Chapman and Hall Publ. 2004.  Y. Achdou and O. Pironneau : Computational Methods for Option Pricing, SIAM Frontiers in Applied Mathematics, SIAM Publishers, Philadelphia 2005.  D. Lamberton and B. Lapeyre : Introduction to stochastic calculus Applied to Finance (second edition), Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series, Taylor & Francis Publ. Boca Raton, London, New York 2008.  J.-P. Fouque, G. Papanicolaou and K.-R. Sircar : Derivatives in financial markets with stochastic volatility, Cambridge Univeristy Press, Cambridge, 2000.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of Numerical Analysis/ Scientific Computing Techniques corresponding roughly to BSc MATH or BSc RW/CSE at ETH is expected. Basic programming skills in MATLAB or Python are required for the exercises, and are <code>_not_</code> taught in this course.				
401-4656-21L	<b>AI in the Sciences and Engineering</b> <i>Aimed at students in a Master's Programme in Mathematics, Engineering and Physics.</i>	W	8 KP	3V+2U	S. Mishra, B. Moseley
Kurzbeschreibung	AI is having a profound impact on science by accelerating discoveries across physics, chemistry, biology, and engineering. This course aims to present a highly topical selection of AI applications across these fields. Emphasis will be placed on using AI, particularly deep learning, to understand systems modelled by PDEs, and key scientific machine learning concepts and themes will be discussed.				
Lernziel	Learning objectives:  - Aware of advanced applications of AI in the sciences and engineering - Familiar with the design, implementation, and theory of these algorithms - Understand the pros/cons of using AI and deep learning for science - Understand key scientific machine learning concepts and themes				
Inhalt	A selection of the following topics will be presented in the lectures:  1. Key scientific tasks common to many scientific domains, such as simulation, inverse problems, equation discovery, design, and control problems, and issues with traditional methods for solving them 2. Physics-informed neural networks for solving forward, inverse and equation discovery problems related to PDEs 3. Neural operators, including Fourier neural operators and DeepONets, for learning efficient surrogate models, and their theoretical foundations 4. Differentiable scientific algorithms, neural differential equations, and the benefits of hybrid workflows 5. AI for symbolic regression and equation discovery 6. Applications of graph neural networks in science 7. Guest lectures on AI for chemistry and biology 8. Large language models and other Foundation models for scientific discovery  Applications using these techniques will be illustrated across fluid dynamics, wave physics, medical physics, molecular design, and computational biology. Several examples where AI algorithms outperform traditional scientific workflows will be shown.				
Skript	Lecture slides, recordings, and tutorials will be available on Moodle.				
Literatur	All the material in the course is based on research articles written in last 1-3 years. The relevant references will be provided.				

Voraussetzungen / Besonderes	- An understanding of basic ML concepts including supervised learning, overfitting/underfitting, optimisation, and neural networks is required; you should understand the main concepts in the ETH 252-0220-00L Introduction to Machine Learning course (but note, completing this course is not a formal requirement)		
	- Familiar with PDEs and numerical methods for solving them		
	- Basic competence in Python and some practical familiarity with deep learning frameworks (e.g. PyTorch, TensorFlow, or Keras)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert

### ►►► Auswahl: Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-4614-24L</b>	<b>Condensation Phenomena in Random Trees</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Kortchemski</b>
Kurzbeschreibung	Limit theorems for random walks and random trees				
Lernziel	Consider a population that undergoes asexual and homogeneous reproduction over time, originating from a single individual and eventually ceasing to exist after producing a total of $n$ individuals. What is the order of magnitude of the maximum number of children of an individual in this population when $n$ tends to infinity? This question is equivalent to studying the largest degree of a large Bienaymé-Galton-Watson random tree. The goal of the course is to identify a regime where a condensation phenomenon occurs, in which the second greatest degree is negligible compared to the greatest degree. The use of the "one-big jump principle" of certain random walks will be a key tool for studying this phenomenon. Finally, we shall discuss applications of these results to other combinatorial models.				
Skript	will be available in electronic form				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>401-4634-24L</b>	<b>Diffusion Models, Sampling and Stochastic Localization</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>Y. Chen</b>
Kurzbeschreibung	This is a master/PhD level course to prepare students for academic research in Markov chain Monte Carlo sampling algorithms, diffusion generative models and the associated theory. We cover basic sampling algorithms, provide geometric intuitions and show frameworks for proving results in log-concave sampling.				
Lernziel	The main objective is to learn about the basic sampling algorithms such as ball walk, Langevin algorithms and Hamiltonian Monte Carlo. From these classic sampling algorithms, we make connections with the diffusion generative models, which are the state-of-the-art models for generating natural images. Additionally, we cover theoretical frameworks to prove convergence guarantees of sampling algorithms, including the stochastic localization technique.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
Anpassung und Flexibilität				gefördert	
Kreatives Denken				gefördert	
	Kritisches Denken			gefördert	
<b>401-4637-67L</b>	<b>On Hypothesis Testing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Balabdaoui</b>
Kurzbeschreibung	This course is a review of the main results in decision theory.				
Lernziel	The goal of this course is to present a review for the most fundamental results in statistical testing. This entails reviewing the Neyman-Pearson Lemma for simple hypotheses and the Karlin-Rubin Theorem for monotone likelihood ratio parametric families. The students will also encounter the important concept of p-values and their use in some multiple testing situations. Further methods for constructing tests will be also presented including likelihood ratio and chi-square tests. Some non-parametric tests will be reviewed such as the Kolmogorov goodness-of-fit test and the two sample Wilcoxon rank test. The most important theoretical results will be proved and also illustrated via different examples. Four sessions of exercises will be scheduled (the students will be handed in an exercise sheet a week before discussing solutions in class).				
Literatur	- Statistical Inference (Casella & Berger) - Testing Statistical Hypotheses (Lehmann and Romano)				

### ►►► Auswahl: Finanz- und Versicherungsmathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3629-00L</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				

Inhalt	1. Introduction 2. Basic Concepts in Risk Management 3. Empirical Properties of Financial Data 4. Financial Time Series 5. Extreme Value Theory 6. Multivariate Models 7. Copulas and Dependence 8. Backtesting 9. Operational Risk				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools AJ McNeil, R Frey and P Embrechts Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition) <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.  The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-3923-00L</b>	<b>Selected Topics in Life Insurance Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Koller</b>
Kurzbeschreibung	Stochastic Models for Life insurance 1) Markov chains 2) Stochastic Processes for demography and interest rates 3) Cash flow streams and reserves 4) Mathematical Reserves and Thiele's differential equation 5) Theorem of Hattendorff 6) Unit linked policies				
<b>401-3917-00L</b>	<b>Stochastic Loss Reserving Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Dahms</b>
Kurzbeschreibung	Loss Reserving is one of the central topics in non-life insurance. Mathematicians and actuaries need to estimate adequate reserves for liabilities caused by claims. These claims reserves have influence all financial statements, future premiums and solvency margins. We present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate those loss reserves.				
Lernziel	Our goal is to present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate claim reserves. These methods enable us to set adequate reserves for liabilities caused by claims and to determine prediction errors of these predictions.				
Inhalt	We will present the following stochastic claims reserving methods/models: - Stochastic Chain-Ladder Method - Bayesian Methods, Bornhuetter-Ferguson Method, Credibility Methods - Distributional Models - Linear Stochastic Reserving Models, inclusive one practice lesson - Bootstrap Methods - inflation, large claims, mid year reserving - Claims Development Result (solvency view) - Coupling of portfolios				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination periods.  This course will be held in English and counts towards the diploma "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .				
Kompetenzen	Basic knowledge in probability theory is assumed, in particular conditional expectations.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-3956-00L</b>	<b>Economic Theory of Financial Markets</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This lecture provides an introduction to the economic theory of financial markets. It presents the basic financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries.				
Lernziel	This lecture aims at providing the fundamental financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries. It focuses on portfolio theory, cash flow valuation and deflator techniques.				

Inhalt	We treat the following topics: - Fundamental concepts in economics - Portfolio theory - Mean variance analysis, capital asset pricing model - Arbitrage pricing theory - Cash flow theory - Valuation principles - Stochastic discounting, deflator techniques - Interest rate modeling - Utility theory				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .  Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
<b>401-3936-00L</b>	<b>Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, C. M. Buser</b>
Kurzbeschreibung	We study statistical methods in supervised learning for non-life insurance pricing such as generalized linear models, generalized additive models, Bayesian models, neural networks, classification and regression trees, random forests and gradient boosting machines.				
Lernziel	The student is familiar with classical actuarial pricing methods as well as with modern machine learning methods for insurance pricing and prediction.				
Inhalt	We present the following chapters: - generalized linear models (GLMs) - generalized additive models (GAMs) - neural networks - credibility theory - classification and regression trees (CARTs) - bagging, random forests and boosting				
Skript	The lecture notes are available from: M.V. Wüthrich, C. Buser. Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing <a href="http://ssrn.com/abstract=2870308">http://ssrn.com/abstract=2870308</a>				
Literatur	M.V. Wüthrich, M. Merz. Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications <a href="http://ssrn.com/abstract=3822407">http://ssrn.com/abstract=3822407</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).  This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .  Good knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
<b>401-4920-00L</b>	<b>Market-Consistent Actuarial Valuation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, H. Furrer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to market-consistent actuarial valuation. Topics: Stochastic discounting, full balance sheet approach, valuation portfolio in life and non-life insurance, technical and financial risks, risk management for insurance companies.				
Lernziel	Goal is to give the basic mathematical tools for describing insurance products within a financial market and economic environment and provide the basics of solvency considerations.				
Inhalt	In this lecture we give a full balance sheet approach to the task of actuarial valuation of an insurance company. Therefore we introduce a multidimensional valuation portfolio (VaPo) on the liability side of the balance sheet. The basis of this multidimensional VaPo is a set of financial instruments. This approach makes the liability side of the balance sheet directly comparable to its asset side.  The lecture is based on four sections: 1) Stochastic discounting 2) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for life insurance products (with guarantees) 3) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for a run-off portfolio of a non-life insurance company 4) Measuring financial risks in a full balance sheet approach (ALM risks)				
Literatur	Market-Consistent Actuarial Valuation, 3rd edition. Wüthrich, M.V. EAA Series, Springer 2016. ISBN: 978-3-319-46635-4  Wüthrich, M.V., Merz, M. Claims run-off uncertainty: the full picture. SSRN Manuscript ID 2524352 (2015).  England, P.D, Verrall, R.J., Wüthrich, M.V. On the lifetime and one-year views of reserve risk, with application to IFRS 17 and Solvency II risk margins. Insurance: Mathematics and Economics 85 (2019), 74-88.  Wüthrich, M.V., Embrechts, P., Tsanakas, A. Risk margin for a non-life insurance run-off. Statistics & Risk Modeling 28 (2011), no. 4, 299--317.  Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance. Wüthrich, M.V., Merz, M. Springer Finance 2013. ISBN: 978-3-642-31391-2  Cheridito, P., Ery, J., Wüthrich, M.V. Assessing asset-liability risk with neural networks. Risks 8/1 (2020), article 16.				

Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).				
	This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .				
	Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				
<b>401-3888-00L</b>	<b>Introduction to Mathematical Finance</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Acciaio</b>
Kurzbeschreibung	<i>Ein verwandter Kurs ist 401-3913-01L Mathematical Foundations for Finance (3V+2U, 4 ECTS-KP). Obwohl beide Kurse unabhängig voneinander belegt werden können, darf nur einer ans gesamte Mathematik-Studium (Bachelor und Master) angerechnet werden.</i> Introductory course on mathematics for investment, hedging, portfolio management, asset pricing and financial derivatives in discrete-time financial markets. Topics: arbitrage, completeness, risk-neutral pricing, utility maximisation, and maybe others. Fundamental theorem of asset pricing, hedging duality theorems in discrete time, convex duality in utility maximisation.				
Lernziel	This is an introductory course on the mathematics for investment, hedging, portfolio management, asset pricing and financial derivatives in discrete-time financial markets. We discuss arbitrage, completeness, risk-neutral pricing and utility maximisation, and maybe other topics. We prove the fundamental theorem of asset pricing and the hedging duality theorems in discrete time, and we also study convex duality in utility maximization.				
Inhalt	This course focuses on discrete-time financial markets. It presumes a knowledge of measure-theoretic probability theory (as taught e.g. in the course "Probability Theory"). The course is offered every year in the Spring semester.  This course is the first of a sequence of two courses on mathematical finance. The second course "Mathematical Finance" (MF II), 401-4889-00, focuses on continuous-time models. It is advisable that the present course, MF I, is taken prior to MF II.				
Skript Literatur	For a (not fully up-to-date) overview of courses offered in the area of mathematical finance, see <a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html</a> . The course is based on different parts from different textbooks as well as on original research literature. Lecture notes will not be available. Literature:  Michael U. Dothan, "Prices in Financial Markets", Oxford University Press  Hans Föllmer and Alexander Schied, "Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time", de Gruyter  Marek Capinski and Ekkehard Kopp, "Discrete Models of Financial Markets", Cambridge University Press  Robert J. Elliott and P. Ekkehard Kopp, "Mathematics of Financial Markets", Springer  Dmitry Kramkov and Walter Schachermayer, "The asymptotic elasticity of utility functions and optimal investment in incomplete markets", Annals of Applied Probability 9 (1999), 904-950				
Voraussetzungen / Besonderes	A related course is "Mathematical Foundations for Finance" (MFF), 401-3913-01. Although both courses can be taken independently of each other, only one will be given credit points for the Bachelor and the Master degree. In particular, it is not possible to earn credit points with one course for the Bachelor and with the other course for the Master degree.  This course is the first of a sequence of two courses on mathematical finance. The second course "Mathematical Finance" (MF II), 401-4889-00, focuses on continuous-time models. It is advisable that the present course, MF I, is taken prior to MF II.				
Kompetenzen	For an overview of courses offered in the area of mathematical finance, see <a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/education/education-in-stochastic-finance/overview-of-courses.html</a> .				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>401-3932-19L</b>	<b>Mathematics for New Technologies in Finance</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>J. Teichmann, P. Harms</b>
Kurzbeschreibung	<i>formerly until FS22: Machine Learning in Finance</i> The course will deal with the following topics with rigorous proofs and many coding excursions: Universal approximation theorems, Stochastic gradient Descent, Deep networks and wavelet analysis, Deep Hedging, Deep calibration, Different network architectures, Reservoir Computing, Time series analysis by machine learning, Reinforcement learning, generative adversarial networks, Economic games.				
Inhalt	CATALOGUE DATA TO BE ADJUSTED				
Voraussetzungen / Besonderes	Bachelor in mathematics, physics, economics or computer science.				
<b>401-3928-00L</b>	<b>Reinsurance Analytics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Arbenz</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and models for extreme events such as natural or man-made catastrophes. The lecture covers reinsurance contracts, Experience and Exposure pricing, natural catastrophe modelling, solvency regulation, and insurance linked securities				

Lernziel	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds
Inhalt	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds
Skript	Slides and lecture notes will be made available.

Voraussetzungen / Besonderes: An excerpt of last year's lecture notes is available here: <https://sites.google.com/site/philippbarbenz/reinsuranceanalytics>

Besonderes: Basic knowledge in statistics, probability theory, and actuarial techniques

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►►► Auswahl: Mathematische Physik, Theoretische Physik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0206-00L	<b>Quantum Mechanics II</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0206-10L Quantum Mechanics II" belegen.</i>	W	8 KP	3V+2U	M. Krstic Marinkovic
Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.				
Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.				
Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.				

Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics

<b>402-0844-00L</b>	<b>Quantum Field Theory II</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>C. Anastasiou</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY552 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	The subject of the course is modern applications of quantum field theory with emphasis on the quantization of non-abelian gauge theories.				
Lernziel	The goal of this course is to lay down the path integral formulation of quantum field theories and in particular to provide a solid basis for the study of non-abelian gauge theories and of the Standard Model				
Inhalt	The following topics will be covered: - path integral quantization - non-abelian gauge theories and their quantization - systematics of renormalization, including BRST symmetries, Slavnov-Taylor Identities and the Callan-Symanzik equation - the Goldstone theorem and the Higgs mechanism - gauge theories with spontaneous symmetry breaking and their quantization - renormalization of spontaneously broken gauge theories and quantum effective actions				
Literatur	M.E. Peskin and D.V. Schroeder, "An introduction to Quantum Field Theory", Perseus (1995). S. Pokorski, "Gauge Field Theories" (2nd Edition), Cambridge Univ. Press (2000) P. Ramond, "Field Theory: A Modern Primer" (2nd Edition), Westview Press (1990) S. Weinberg, "The Quantum Theory of Fields" (Volume 2), CUP (1996).				

### ►►► Auswahl: Mathematische Optimierung, Diskrete Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.				
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
<b>401-4054-24L</b>	<b>Ramsey Theory</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Wigderson</b>
Kurzbeschreibung	Ramsey theory is one of the central topics in modern combinatorics, with applications and relations to many other parts of mathematics. This course introduces many of the fundamental results, techniques, and problems in Ramsey theory, covering both classical results and very recent breakthroughs. Applications to computer science, geometry, number theory, and other fields will also be discussed.				
Lernziel	Students will learn many of the main techniques used in the study of Ramsey theory. They will be expected to understand these techniques, the results they prove, and the significance of these results in other areas of mathematics. We will also expect them to be able to apply these techniques to related problems.				
Inhalt	Ramsey theory refers to a wide body of results and ideas, which can be summarized as "complete disorder is impossible". Indeed, Ramsey-theoretic results imply that, in a very wide range of disparate settings, any sufficiently large system contains a large structured subsystem.  The origins of Ramsey theory can be traced back more than a century, and it has been studied as a central part of combinatorics since at least the 1940s. Yet despite decades of intense research and tremendous achievements, there remain fundamental questions which are still wide open. Many of these questions have seen remarkable progress in recent years, including a number of spectacular breakthroughs in 2023.  The goal of this class is to introduce students to this beautiful and complex subject, with an equal focus on classical results, recent breakthroughs, widely-applicable techniques, and applications to other fields such as computer science, geometry, and number theory.				
Skript	Lectures will be on the blackboard only, but there will be a set of typeset lecture notes which follow the class closely.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a good familiarity with proof-based mathematics, and be able to write rigorous proofs. It will be helpful, but not strictly necessary, to have previous experience with discrete mathematics (e.g. an undergraduate graph theory course).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
<b>401-3904-22L</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b> <b>5 KP</b> <b>3G</b>	<b>A. A. Kurpisz</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.		
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.		
Inhalt	Key topics include: - Introduction to Convex Optimization. - Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming. - Applications of Convex Optimization in science and engineering. - Algorithms for Convex Optimization.		
Skript	A script will be provided.		
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441		
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert

### ▶▶▶ Auswahl: Theoretische Informatik, diskrete Mathematik

*Im Master-Studiengang Mathematik ist auch 401-3052-05L Graph Theory als Wahlfach anrechenbar, aber nur unter der Bedingung, dass 401-3052-10L Graph Theory nicht angerechnet wird (weder im Bachelor- noch im Master-Studiengang). Wenden Sie sich für die Kategorieuordnung nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-4400-00L</b>	<b>Advanced Graph Algorithms and Optimization</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+3U+3A</b>	<b>R. Kyng, M. Probst</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.				
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.				
	By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.				
	The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory.				
Inhalt	Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.				
	Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.				
	Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.				
	Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.				
<b>252-0408-00L</b>	<b>Cryptographic Protocols</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Hirt</b>
Kurzbeschreibung	In a cryptographic protocol, a set of parties wants to achieve some common goal, while some of the parties are dishonest. Most prominent example of a cryptographic protocol is multi-party computation, where the parties compute an arbitrary (but fixed) function of their inputs, while maintaining the secrecy of the inputs and the correctness of the outputs even if some of the parties try to cheat.				



Lernziel	To know and understand a selection of cryptographic protocols and to be able to analyze and prove their security and efficiency.				
Inhalt	The selection of considered protocols varies. Currently, we consider multi-party computation, secret-sharing, broadcast and Byzantine agreement. We look at both the synchronous and the asynchronous communication model, and focus on simple protocols as well as on highly-efficient protocols.				
Skript	We provide handouts of the slides. For some of the topics, we also provide papers and/or lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic understanding of fundamental cryptographic concepts (as taught for example in the course Information Security) is useful, but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>263-4656-00L</b>	<b>Digital Signatures</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	Digital signatures as one central cryptographic building block. Different security goals and security definitions for digital signatures, followed by a variety of popular and fundamental signature schemes with their security analyses.				
Lernziel	The student knows a variety of techniques to construct and analyze the security of digital signature schemes. This includes modularity as a central tool of constructing secure schemes, and reductions as a central tool to proving the security of schemes.				
Inhalt	We will start with several definitions of security for signature schemes, and investigate the relations among them. We will proceed to generic (but inefficient) constructions of secure signatures, and then move on to a number of efficient schemes based on concrete computational hardness assumptions. On the way, we will get to know paradigms such as hash-then-sign, one-time signatures, and chameleon hashing as central tools to construct secure signatures.				
Literatur	Jonathan Katz, "Digital Signatures."				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have taken the D-INFK Bachelors course "Information Security" or an equivalent course at Bachelors level.				
<b>▶▶▶ Auswahl: Weitere Gebiete sowie einige Kurse der UZH</b>					
<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölskei</b>

Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.				
	We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.				
	H. Bölcskei and A. Bandeira				
<b>252-1424-00L</b>	<b>Models of Computation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>M. Cook</b>
Kurzbeschreibung	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
Lernziel	The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.				
Inhalt	This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.				
<b>263-4509-00L</b>	<b>Complex Network Models</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2A</b>	<b>J. Lengler, R. M. Steiner</b>
Kurzbeschreibung	Complex network models are random graphs that feature one or several properties observed in real-world networks (e.g., social networks, internet graph, www). Depending on the application, different properties are relevant, and different complex network models are useful. This course gives an overview over some relevant models and the properties they do and do not cover.				
Lernziel	The students get familiar with a portfolio of network models, and they know their features and shortcomings. For a given application, they can identify relevant properties for this applications and can select an appropriate network model.				
Inhalt	Network models: Erdős-Renyi random graphs, Chung-Lu graphs, configuration model, Kleinberg model, geometric inhomogeneous random graphs Properties: degree distribution, structure of giant and smaller components, clustering coefficient, small-world properties, community structures, weak ties				
Skript	The script is available in moodle or at <a href="https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf">https://as.inf.ethz.ch/people/members/lenglerj/CompNetScript.pdf</a>				
Literatur	Latora, Nikosia, Russo: "Complex Networks: Principles, Methods and Applications" van der Hofstad: "Random Graphs and Complex Networks. Volume 1"				
Voraussetzungen / Besonderes	The students must be familiar with the basics of graph theory and of probability theory (e.g. linearity of expectation, inequalities of Markov, Chebyshev, Chernoff).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	1. Learning Theory (a) Framework of Learning (b) Hypothesis Spaces and Target Functions (c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces (d) Bias-Variance Tradeoff (e) Estimation of Sample and Approximation Error				
	2. Classification (a) Binary Classifier (b) Support Vector Machines (separable case) (c) Support Vector Machines (nonseparable case) (d) Kernel Trick				
	3. Lossy and Lossless Compression (a) Basics of Compression (b) Compressed Sensing for General Sets and Measures (c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				

Voraussetzungen / Besonderes This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.

<b>401-3502-22L</b>	<b>Reading Course ■</b> To start an individual reading course, contact an authorised supervisor <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				

<b>401-3503-22L</b>	<b>Reading Course ■</b> To start an individual reading course, contact an authorised supervisor <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				

<b>401-3504-22L</b>	<b>Reading Course ■</b> To start an individual reading course, contact an authorised supervisor <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				

<b>401-3504-02L</b>	<b>Reading Course (No. 2) ■</b> To start an individual reading course, contact an authorised supervisor <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				

<b>401-3504-03L</b>	<b>Reading Course (No. 3) ■</b> To start an individual reading course, contact an authorised supervisor <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/department/Intranet/Students/Study_Administration/Theses_Reading_Courses/berechtigungsliste.pdf</a> and register your reading course in myStudies.	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Reading Course wird auf Eigeninitiative und auf individuelle Vereinbarung mit einem Dozenten/einer Dozentin hin ein Stoff durch eigenständiges Literaturstudium erarbeitet.				

►►► **Zählt im FS 2024 (!) für Mathematik Master**

Die Lerneinheit 263-4510-00L Introduction to Topological Data Analysis kann im Frühjahrssemester 2024 für den Master-Studiengang Mathematik angerechnet werden. Zu beachten: Entscheid betrifft nur das FS 2024.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-4510-00L</b>	<b>Introduction to Topological Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	Topological Data Analysis (TDA) is a relatively new subfield of computer sciences, which uses techniques from algebraic topology and computational geometry and topology to analyze and quantify the shape of data. This course will introduce the theoretical foundations of TDA.				
Lernziel	The goal is to make students familiar with the fundamental concepts, techniques and results in TDA. At the end of the course, students should be able to read and understand current research papers and have the necessary background knowledge to apply methods from TDA to other projects.				
Inhalt	Mathematical background (Topology, Simplicial complexes, Homology), Persistent Homology, Complexes on point clouds (Čech complexes, Vietoris-Rips complexes, Delaunay complexes, Witness complexes), the TDA pipeline, Reeb Graphs, Mapper				
Literatur	Main reference:  Tamal K. Dey, Yusu Wang: Computational Topology for Data Analysis, 2021 <a href="https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html">https://www.cs.purdue.edu/homes/tamaldey/book/CTDAbook/CTDAbook.html</a>  Other references:  Herbert Edelsbrunner, John Harer: Computational Topology: An Introduction, American Mathematical Society, 2010 <a href="https://bookstore.ams.org/mbk-69">https://bookstore.ams.org/mbk-69</a>  Gunnar Carlsson, Mikael Vejdemo-Johansson: Topological Data Analysis with Applications, Cambridge University Press, 2021 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12">https://www.cambridge.org/core/books/topological-data-analysis-with-applications/00B93B496EBB97FB6E7A9CA0176F0E12</a>  Robert Ghrist: Elementary Applied Topology, 2014 <a href="https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www2.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>  Allen Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002 <a href="https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html">https://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course assumes knowledge of discrete mathematics, algorithms and data structures and linear algebra, as supplied in the first semesters of Bachelor Studies at ETH.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken	gefördert gefördert

### ► Wahlfächer (nur Fachrichtung Angewandte Mathematik MSc)

*Wahlfächer aus Bereichen der angewandten Mathematik und weiteren anwendungsorientierten Gebieten, welche nur für das Master-Diplom in Angewandter Mathematik anrechenbar sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				

### ► Anwendungsgebiet

*Nur für das Master-Diplom in Angewandter Mathematik erforderlich und anrechenbar.*

*In der Kategorie Anwendungsgebiet für den Master in Angewandter Mathematik muss eines der zur Auswahl stehenden Anwendungsgebiete gewählt werden. Im gewählten Anwendungsgebiet müssen mindestens 8 KP erworben werden. Kreditpunkte aus anderen Anwendungsgebieten sind nicht für weitere Anwendungsgebiete anrechenbar.*

### ►► Atmospheric Physics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				

### ►► Biology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>262-0200-00L</b>	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				
Inhalt	In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> . In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading				

Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .		
Literatur	The following books provide excellent background material: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drummond, A. &amp; Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST.</li> <li>• Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach.</li> <li>• Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies.</li> </ul> More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .		
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

## ►► Control and Automation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.  Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).				
<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>
Kurzbeschreibung	<b>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</b> Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.				
Inhalt	Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.  Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.  During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.  This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.				
Skript	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.				
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.				
	II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.				
	III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications.				
	IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				

<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ►► Economics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0552-00L</b>	<b>Economic Growth and Resource Use</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Komarov</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with the factors that contribute to economic development. Throughout the course theoretical economic modelling will be used to discuss the effects of factors – such as land, human/physical capital, technology, fossil energy resources, and climate change – on economic growth and to draw conclusions for the future.				
Lernziel	The general objective of the course is to provide students tools and intuition to:				
	i) think in a structured way – though economic modelling – about the factors that have lead to the different growth experiences among countries, and still shape our contemporary situation;				
	ii) assess and design policies on the basis of economic development;				
	iii) draw conclusions for the future of economic development, that take into account prevalent issues such as the scarcity of fossil energy resources and climate change.				

Inhalt	<p>Why is economic growth worth studying? Which are the factors behind economic growth? What is the role of natural resources in shaping economic development? Is our finite planet able to support sustainable long-term economic growth? Economics aims at explaining human behaviour; how do we model it and how can we steer it for the better? How do you design an efficient economic policy for a sustainable future? What is sustainable anyway? These are some of the questions you will learn to answer in this course.</p> <p>After spending the first lecture on overviewing the course, and the second lecture on building our mathematical and economic foundation, we begin with the three main modules that comprise this course.</p> <p>The first module – called “Land and Economic Growth” – deals with the historical evolution of the factors behind economic development from the pre-industrial times to our modern growth experiences. By studying the history of economic growth, we understand change and how the society we live in came to be. In this module we will develop economic models that capture the transition from an era of miniscule economic growth that persisted for millennia before the industrial revolution – with land and human labour as the main inputs to economic activity – to our modern growth experience where the continuous improvement in technology and services is our status quo.</p> <p>The second module – called “Non-Renewable Resources and Growth” – deals with the problem of optimal exploitation of non-renewable resources, as well as with the issue of “Resource Curse” – i.e., the observed negative relationship between economic development and resource abundance. Emerging in the 1970s due to two oil crises, the problem of the economy’s extreme dependence on fossil and depletable energy resources sparked a great deal of research to guide our way forward. Some important questions we will formally answer in this module are the following. How do we optimally exploit a given stock of a non-renewable resource? What affects the prices of non-renewable resources? If fossil energy sources – a (so far) important input to production – are getting ever depleted, is long-term growth possible? How do we explain the “Resource Curse” and what are the policies that allow a sustainable future in countries that suffer from such a curse?</p> <p>The third module – called “Climate Change and Growth” – deals with the pressing problem of our changing climate. Greenhouse gas emissions – so far essential for economic activity – accumulate in the atmosphere and alter environmental patterns. This phenomenon – commonly known as climate change – is responsible for the increase in the frequency and the intensity of natural disasters, which damage our stocks of capital and put a drag on economic growth. To derive appropriate policies for a sustainable future, we will incorporate these aspects in workhorse models of the economics and finance literature. Students will learn how to derive and set the “correct” price on the use of polluting energy resources from the perspective of policy-makers. Additionally, pricing of climate change risks for financial markets is important, both for individual investors and central banks, as it is they who provide liquidity to firms to pursue their long-term growth targets. Accordingly, we will close the lecture with the pricing of climate change risks from an investor’s perspective.</p>				
Literatur	<p>The main reference of the course is the set of lecture notes; students will also be encouraged to read some influential academic articles dealing with the issues under study.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course is self-contained and only material that was discussed in the lecture will be relevant for the exam.</p> <p>Knowledge of basic calculus (differentiation - integration) and basic statistics (e.g. what is an expectation; variance-covariance) is considered as a prerequisite. Elementary knowledge of dynamic systems analysis, optimal control theory and economic theory is a plus but not a prerequisite.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert		
<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i></p> <p>An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.</p>				
Lernziel	<p>The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.</p>				
Inhalt	<p>The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.</p> <p>Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.</p> <p>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert gefördert gefördert
<b>364-0576-00L</b>	<b>Advanced Sustainability Economics</b> <i>PhD course, open for MSc students</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Komarov, A. Minabutdinov</b>
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.				
	Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Alekssei Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft
<b>363-0575-00L</b>	<b>Economic Growth, Cycles and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Gersbach</b>
Kurzbeschreibung	This intermediate course focuses on the core thinking devices and foundations in macroeconomics and monetary economics, and uses these devices to understand economic growth, business cycles, crises as well as how to conduct monetary and fiscal policies and policies to foster the stability of financial and economic systems.				
Lernziel	- Fundamental knowledge about the drivers of economic growth in the short and long run, key macroeconomic variables and observed patterns in developed countries				
Inhalt	- Comprehensive understanding of core macroeconomic frameworks and thinking devices This intermediate course focuses on the core thinking devices and foundations in macroeconomics and monetary economics, and uses these devices to understand economic growth, business cycles, crises as well as how to conduct monetary and fiscal policies and policies to foster the stability of financial and economic systems. The course is structured in the following way:				
	Part I: Basics - Introduction - IS-LM Model in Closed Economy (Repetition) - Schools of Thought - Consumption and Investment - The Solow Growth Model				
	Part II: Special Themes - Money Holding, Inflation, and Monetary Policy - Crises in Market Economies - IS-LM Model and Open Economy - Theories of exchange rate determination - Technical Appendix				
Skript	Copies of the slides will be made available.				
Literatur	Chapters in Manfred Gärtner (2009), Macroeconomics, Third Edition, Prentice Hall. and selected chapters in other books and/or papers				
Voraussetzungen / Besonderes	It is required that participants have attended the lecture "Principles of Macroeconomics" (363-0565-00L).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>363-0515-00L</b>	<b>Decisions, Markets, and Games</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Lee, A. Bommier</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to microeconomics. The course emphasizes the conceptual foundations of microeconomics: decisions, markets, and games. The course contains concrete examples of their application.				
Lernziel	The purpose of this course is to provide master students with an introduction to graduate-level microeconomics, particularly for students considering further graduate work in economics, business administration, management science, public policy, or political science. The course provides the fundamental concepts and tools for graduate courses in economics offered at ETH and UZH.				
	After completing this course: - Students will be able to understand and use existing models to make predictions of consumer, firm, and market behavior. - Students will be able to understand and analyze strategic interactions using tools from game theory.				



Inhalt	<p>Microeconomics is the branch of economics which studies the decision-making and strategic behavior by individuals, households, firms, industry, and government. The economic equilibrium is the result of agents' (strategic) interactions and, ultimately, this equilibrium determines the allocation of scarce resources. Microeconomics is an element of nearly every subfield in economic analysis today. This course introduces the fundamental frameworks which form the basis of many economic models, economic analyses, and research.</p> <p>The course is divided into two halves. The first half of the course focuses on the analysis of decisions and markets. The second half of the course focuses on the topic of game theory. The course content will be predominately theoretical, and it will make use of mathematical notation and techniques. However, throughout the course, relevant applications to individuals, business, and politics will also be presented to help illustrate and motivate key theoretical concepts.</p> <p>A broad outline of the content in each half of the course is described below.</p> <p>Decisions and markets:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theory of the consumer and producer (e.g., consumer preferences, budget sets, and optimal choice; demand functions; profit maximization).</li> <li>- Market structure and general equilibrium (e.g., perfectly competitive markets; market equilibrium in an exchange economy).</li> </ul> <p>Game theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normal-form games (e.g., dominated strategies and admissibility; Nash equilibrium in pure strategies; Nash equilibrium in mixed strategies).</li> <li>- Extensive-form games (e.g., backward induction and Subgame Perfect Nash Equilibrium).</li> </ul>		
Skript	The lecture will be based on lecture slides, which will be made available on Moodle.		
Literatur	The first half of the course ("Decisions and markets") is mostly based on the textbook by R. Serrano and A. Feldman: "A Short Course in Intermediate Microeconomics with Calculus" (Cambridge University Press, 2013). Another textbook of interest is "Intermediate Microeconomics: A Modern Approach" by H. Varian (Norton, 2014). Exercises are available in the textbook by R. Serrano and A. Feldman ("A Short Course in Intermediate Microeconomics with Calculus", Cambridge University Press, 2013). More exercises can be found in the book "Workouts in Intermediate Microeconomics" by T. Bergstrom and H. Varian (Norton, 2010). The second half of the course ("Games") is mostly based on the textbook by R. Gibbons "Game Theory for Applied Economists" (Princeton University Press, 1992).		
Voraussetzungen / Besonderes	The course is open to students who have completed an undergraduate course in economics principles and an undergraduate course in multivariate calculus.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

## ►► Finance

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-8905-00L	<b>Financial Engineering (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: 22MO0142  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a>  <i>Höchstens eine der beiden Lerneinheiten</i> 401-8905-00L Financial Engineering (University of Zurich) 401-8908-00L Continuous Time Quantitative Finance (University of Zurich) <i>darf angerechnet werden.</i>	W	6 KP	4G	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	This lecture is intended for students who would like to learn more on equity derivatives modelling and pricing.				
Lernziel	Quantitative models for European option pricing (including stochastic volatility and jump models), volatility and variance derivatives, American and exotic options.				
Inhalt	After introducing fundamental concepts of mathematical finance including no-arbitrage, portfolio replication and risk-neutral measure, we will present the main models that can be used for pricing and hedging European options e.g. Black-Scholes model, stochastic and jump-diffusion models, and highlight their assumptions and limitations. We will cover several types of derivatives such as European and American options, Barrier options and Variance-Swaps. Basic knowledge in probability theory and stochastic calculus is required. Besides attending class, we strongly encourage students to stay informed on financial matters, especially by reading daily financial newspapers such as the Financial Times or the Wall Street Journal.				
Skript	Skript.				

Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of probability theory and stochastic calculus. Asset Pricing.				
<b>401-8915-00L</b>	<b>Advanced Financial Economics (University of Zurich) W</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: 22MO0016	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende	
Kurzbeschreibung	Portfolio Theory, CAPM, Financial Derivatives, Incomplete Markets, Corporate Finance, Behavioural Finance, Evolutionary Finance				
Lernziel	Students should get familiar with the cornerstones of modern financial economics.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course replaces "Advanced Financial Economics" (MFOEC105), which will be discontinued. Students who have taken "Advanced Financial Economics" (MFOEC105) in the past, are not allowed to book this course "Advanced Financial Economics" (MFOEC206). There will be a podcast for this lecture.				
<b>401-8916-00L</b>	<b>Advanced Corporate Finance II (University of Zurich) W</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: 22MO0173	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Uni-Dozierende	
Kurzbeschreibung	To provide the students with good understanding of the problems and issues in corporate finance.				
Lernziel	To provide the students with good understanding of the problems and issues in corporate finance.				
Inhalt	The following topics are covered in this course: the role of information and incentives in determining the forms of financing a firm chooses; hedging; venture capital; initial public offerings; investment in very large projects; the setting up of a "bad" bank; the securitisation of commercial and industrial loans; the transfer of catastrophe risk to financial markets; agency in insurance; and dealing with a run on an insurance company.				
Skript	See: <a href="http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/habib.michel/teaching/">http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/habib.michel/teaching/</a>				
Literatur	See: <a href="http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/habib.michel/teaching/">http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/habib.michel/teaching/</a>				

### ►► Finance (nur unter Zusatzbedingungen anrechenbar)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-8908-00L</b>	<b>Continuous Time Quantitative Finance (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: 22MO0125	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	American Options, Stochastic Volatility, Lévy Processes and Option Pricing, Exotic Options, Transaction Costs and Real Options.				
Lernziel	The course focuses on the theoretical foundations of modern derivative pricing. It aims at deriving and explaining important option pricing models by relying on some mathematical tools of continuous time finance. A particular focus on jump processes is given. The introduction of possible financial crashes is now essential in some models and a clear understanding of Poisson processes is therefore important. A standard background in stochastic calculus is required.				
Inhalt	Stochastic volatility models Itô's formula and Girsanov theorem for jump-diffusion processes The pricing of options in presence of possible discontinuities Exotic options Transaction costs				
Skript	See: <a href="http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/">http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/</a>				
Literatur	See: <a href="http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/">http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course replaces "Continuous Time Quantitative Finance" (MFOEC108), which will be discontinued. Students who have taken "Continuous Time Quantitative Finance" (MFOEC108) in the past, are not allowed to book this course "Continuous Time Quantitative Finance" (MFOEC204).				

### ►► Image Processing and Computer Vision

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0617-01L</b>	<b>Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	I. Hajsek, O. Frey, L. Huang
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to get an overview of several methodologies/algorithms for analysis of different sensor specific information products. It is focused at students that like to deepen their knowledge and understanding of remote sensing for environmental applications.				
Lernziel	The course is divided into two main parts, starting with a brief introduction to remote sensing imaging (4 lectures), and is followed by an introduction to different methodologies (8 lectures) for the quantitative estimation of bio-geo-physical parameters. The main idea is to deepen the knowledge in remote sensing tools in order to be able to understand the information products, with respect to quality and accuracy.				

Inhalt	Each lecture will be composed of two parts: Theory: During the first hour, we go through the main concepts needed to understand the specific algorithm. Practice: During the second hour, the student will test/develop the actual algorithm over some real datasets using Matlab. The student will not be asked to write all the code from scratch (especially during the first lectures), but we will provide some script with missing parts or pseudo-code. However, in the later lectures the student is supposed to build up some working libraries.				
Skript	Handouts for each topic will be provided.				
Literatur	Suggested readings: T. M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Verlag, 2008 J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	At the end of the course (last course day) there will be a written exam.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
	<i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i>				
Kurzbeschreibung	It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.  Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.  The course will be held in English.				
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.  Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i>				
Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.				
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.				
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.				
Skript	Presentation slides, Web links				
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Information and Communication Technology

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				

Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0104-00L</b>	<b>Communication and Detection Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				
Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseband representation of passband signals.</li> <li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li> <li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li> <li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li> <li>- Sampling passband signals.</li> <li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li> <li>- Nyquist Pulses.</li> <li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li> <li>- Hypothesis testing.</li> <li>- The Bhattacharyya Bound.</li> <li>- The multivariate Gaussian distribution</li> <li>- Gaussian stochastic processes.</li> <li>- Detection in white Gaussian noise.</li> </ul>				
Skript	n/a				
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)				
<b>227-0418-00L</b>	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
Skript	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials. Lecture Notes (english)				
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms:				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hidden-Markov models</li> <li>- factor graphs and message passing algorithms</li> <li>- linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares</li> <li>- Gibbs sampling, particle filter</li> <li>- recursive local polynomial fitting for signal analysis</li> <li>- parameter learning by expectation maximization</li> <li>- linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps</li> <li>- binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications</li> </ul>				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0438-00L</b>	<b>Wireless Communications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>C. Studer</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the fundamentals of wireless communication as well as state-of-the-art technologies used in modern wireless systems. The main topics are wireless channels, data detection, multi-antenna and multi-user communication, information theory of wireless systems, and emerging technologies. The exercises cover theoretical aspects as well as modeling of wireless systems using MATLAB.				
Lernziel	After attending the lectures, participating in the exercise sessions, and working on the homework problems (which include MATLAB coding assignments), the students will be able to:				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the key principles and trade-offs of modern wireless system design</li> <li>• analyze wireless channels and existing wireless communication systems</li> <li>• apply the fundamental principles to design new wireless communication systems</li> <li>• create software-based simulation frameworks to model complex wireless systems</li> </ul> <p>This course focuses on the fundamentals of modern wireless communication systems. The course begins with the basics of wireless channels and discusses the main building blocks of modern wireless transceivers. The topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wireless channels, multi-path propagation, and de/modulation</li> <li>• Geometrical and statistical channel models</li> <li>• Delay spread and coherence bandwidth; Doppler spread and coherence time</li> <li>• Diversity techniques (time, frequency, space, and multi-user) and space-time coding</li> <li>• Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)</li> <li>• Multi-antenna and multiple-input multiple-output (MIMO) technologies</li> <li>• MIMO data detection and beamforming</li> <li>• Multi-user (MU) communication</li> <li>• Basic information theory for wireless channels</li> <li>• Basic forward error correction schemes</li> <li>• Emerging topics: millimeter-wave communication and massive MU-MIMO</li> </ul> <p>The exercises cover theoretical aspects as well as the basics of software-based communication-system-modeling in MATLAB and Monte-Carlo simulation techniques.</p>				

Skript	Lecture notes are written in English and will be provided at the beginning of semester.		
Literatur	A set of handouts covering digital communication basics and mathematical preliminaries will be available on Moodle. For further reading, we recommend the following books: <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Tse and P. Viswanath, "Fundamentals of Wireless Communication," Cambridge University Press, 2005</li> <li>• J. G. Proakis and M. Salehi, "Digital Communications," McGraw-Hill, 2008, 5th Ed.</li> <li>• T. M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of Information Theory," Wiley, 1991</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	This class will be taught in English. The oral exam will be in English. The oral exam will include questions on the topics covered in all the lectures, supplementary reading material, and exercises. The prerequisites for this course are basic knowledge of digital communications, random processes, and detection theory.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert geprüft

<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b> <i>Offered in the spring semester from FS24.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				
Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		

## ►► Machine Learning

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>263-4400-00L</b>	<b>Advanced Graph Algorithms and Optimization</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+3U+3A</b>	<b>R. Kyng, M. Probst</b>
Kurzbeschreibung	This course will cover a number of advanced topics in optimization and graph algorithms.				
Lernziel	The course will take students on a deep dive into modern approaches to graph algorithms using convex optimization techniques.  By studying convex optimization through the lens of graph algorithms, students should develop a deeper understanding of fundamental phenomena in optimization.  The course will cover some traditional discrete approaches to various graph problems, especially flow problems, and then contrast these approaches with modern, asymptotically faster methods based on combining convex optimization with spectral and combinatorial graph theory.				
Inhalt	Students should leave the course understanding key concepts in optimization such as first and second-order optimization, convex duality, multiplicative weights and dual-based methods, acceleration, preconditioning, and non-Euclidean optimization.  Students will also be familiarized with central techniques in the development of graph algorithms in the past 15 years, including graph decomposition techniques, sparsification, oblivious routing, and spectral and combinatorial preconditioning.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is targeted toward masters and doctoral students with an interest in theoretical computer science.  Students should be comfortable with design and analysis of algorithms, probability, and linear algebra.  Having passed the course Algorithms, Probability, and Computing (APC) is highly recommended, but not formally required. If you are not sure whether you're ready for this class or not, please consult the instructor.				
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				

Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	<p>After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).</p> <p>The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
	By the end of the course, students will be able to				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms;</li> <li>- Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools;</li> <li>- Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.</li> </ul>				
Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert

---

**263-3710-00L      Machine Perception      W      8 KP      3V+2U+2A      J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann**

**Kurzbeschreibung** Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling.

**Lernziel** This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks. Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.

**Inhalt** The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.

We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:  
 I) Foundations of deep learning.  
 II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, auto-regressive models, invertible neural networks, diffusion models).  
 III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:  
 I) Introduction to Deep Learning:  
 a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)  
 b) Feedforward Networks  
 c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)  
 d) Convolutional Neural Networks  
 II) Advanced topics:  
 a) Latent variable models (VAEs)  
 b) Generative adversarial networks (GANs)  
 c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)  
 d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows  
 e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)  
 f) Diffusion models  
 III) Applications in machine perception and computer vision:  
 a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)  
 b) Pose estimation and other tasks involving human activity  
 c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)  
 d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

**Literatur** Deep Learning  
 Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

**Voraussetzungen / Besonderes** This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:  
 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge  
 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:  
 \* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				

<b>401-4656-21L</b>	<b>AI in the Sciences and Engineering</b> <i>Aimed at students in a Master's Programme in Mathematics, Engineering and Physics.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>S. Mishra, B. Moseley</b>
Kurzbeschreibung	AI is having a profound impact on science by accelerating discoveries across physics, chemistry, biology, and engineering. This course aims to present a highly topical selection of AI applications across these fields. Emphasis will be placed on using AI, particularly deep learning, to understand systems modelled by PDEs, and key scientific machine learning concepts and themes will be discussed.				
Lernziel	Learning objectives:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aware of advanced applications of AI in the sciences and engineering</li> <li>- Familiar with the design, implementation, and theory of these algorithms</li> <li>- Understand the pros/cons of using AI and deep learning for science</li> <li>- Understand key scientific machine learning concepts and themes</li> </ul>				
Inhalt	<p>A selection of the following topics will be presented in the lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Key scientific tasks common to many scientific domains, such as simulation, inverse problems, equation discovery, design, and control problems, and issues with traditional methods for solving them</li> <li>2. Physics-informed neural networks for solving forward, inverse and equation discovery problems related to PDEs</li> <li>3. Neural operators, including Fourier neural operators and DeepONets, for learning efficient surrogate models, and their theoretical foundations</li> <li>4. Differentiable scientific algorithms, neural differential equations, and the benefits of hybrid workflows</li> <li>5. AI for symbolic regression and equation discovery</li> <li>6. Applications of graph neural networks in science</li> <li>7. Guest lectures on AI for chemistry and biology</li> <li>8. Large language models and other Foundation models for scientific discovery</li> </ol> <p>Applications using these techniques will be illustrated across fluid dynamics, wave physics, medical physics, molecular design, and computational biology. Several examples where AI algorithms outperform traditional scientific workflows will be shown.</p>				
Skript	Lecture slides, recordings, and tutorials will be available on Moodle.				
Literatur	All the material in the course is based on research articles written in last 1-3 years. The relevant references will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- An understanding of basic ML concepts including supervised learning, overfitting/underfitting, optimisation, and neural networks is required; you should understand the main concepts in the ETH 252-0220-00L Introduction to Machine Learning course (but note, completing this course is not a formal requirement)</li> <li>- Familiar with PDEs and numerical methods for solving them</li> <li>- Basic competence in Python and some practical familiarity with deep learning frameworks (e.g. PyTorch, TensorFlow, or Keras)</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ►► Material Modelling and Simulation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0515-00L</b>	<b>Continuum Mechanics 2</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Mazza, R. Hopf</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to finite deformation continuum mechanics and nonlinear material behavior. Coverage of basic tensor- manipulations and calculus, descriptions of kinematics, and balance laws . Discussion of invariance principles and mechanical response functions for elastic materials.				
Lernziel	To provide a modern introduction to the foundations of continuum mechanics and prepare students for further studies in solid mechanics and related disciplines.				



Inhalt	1. Tensors: algebra, linear operators 2. Tensors: calculus 3. Kinematics: motion, gradient, polar decomposition 4. Kinematics: strain 5. Kinematics: rates 6. Global Balance: mass, momentum 7. Stress: Cauchy's theorem 8. Stress: alternative measures 9. Invariance: observer 10. Material Response: elasticity
Skript	None.
Literatur	Recommended texts: (1) Nonlinear solid mechanics, G.A. Holzapfel (2000). (2) An introduction to continuum mechanics, M.B. Rubin (2003).

## ►► Quantum Chemistry

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0474-00L</b>	<b>Quantenchemie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Reiher, T. Weymuth</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Konzepte der Elektronenstruktur-Theorie und in die Methoden der numerischen Quantenchemie; begleitende Übungen mit Papier und Bleistift, sowie Anleitungen zu praktischen Berechnungen mit Quantenchemie-Programmen am Computer.				
Lernziel	Chemie kann inzwischen vollständig am Computer betrieben werden, eine intellektuelle Leistung, für die 1998 der Nobelpreis an Pople und Kohn verliehen wurde. Diese Vorlesung zeigt, wie das geht. Erarbeitet wird dabei die Vielteilchen-Quantentheorie von Mehrelektronensystemen (Atome und Moleküle) und ihre Implementierung in Computerprogramme. Es soll ein vollständiges Bild der Quantenchemie vermittelt werden, das alles Rüstzeug zur Verfügung stellt, um selbst solche Berechnungen durchführen zu können (sei es begleitend zum Experiment oder als Start in eine Vertiefung dieser Theorie).				
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Vielteilchen-Quantenmechanik. Entwicklung der Mehrelektronentheorie für Atome und Moleküle; beginnend bei der harmonischen Näherung für das Kern-Problem und bei der Hartree-Fock-Theorie für das elektronische Problem über Moeller-Plesset-Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung zu Coupled-Cluster und Multikonfigurationsverfahren. Dichtefunktionaltheorie. Verwendung quantenchemischer Software und Problemlösungen mit dem Computer.				
Skript	Ein Skript zu allen Vorlesungsstunden wird zur Verfügung gestellt (die aufgearbeitete Theorie wird durch praktische Beispiele kontinuierlich begleitet).				
Literatur	Sämtliche Informationen zur Vorlesung, sowie die links zum Online-Streaming werden auf dieser Webseite bekanntgegeben: <a href="https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html">https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html</a> Lehrbücher: F.L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, Dover Publications I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall  Hartree-Fock in Basisdarstellung: A. Szabo and N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill  Bücher zur Computerchemie: F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, John Wiley & Sons C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, John Wiley & Sons				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: einführende Vorlesung in Quantenmechanik (z.B. Physikalische Chemie III: Quantenmechanik)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ►► Systems Design

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				
<b>363-0543-00L</b>	<b>Agent-Based Modelling of Economic Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Casiraghi, F. Schweitzer, L. Verginer</b>
Kurzbeschreibung	Agent-based modeling is introduced as a bottom-up approach to understand the complex dynamics of social systems. Topics include the growth, entry and exit dynamics of firms, strategic interactions of firms in collaboration networks and the emergence of failure cascades and systemic risk in networks. The role of randomness, heterogeneity and network effects for economic dynamics is pointed out.				

Lernziel	<p>A successful participant of this course is able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the importance of different modeling approaches and their goals</li> <li>- develop and implement different classes of agent-based models</li> <li>- efficiently simulate agent-based models using Python and visualize the output</li> <li>- understand the relation between rules implemented at the firm level and the emerging economic dynamics at the macro level</li> <li>- grasp the influence of randomness and agent heterogeneity on macro phenomena</li> </ul>		
Inhalt	<p>Agent-based modeling is introduced as a bottom-up approach to understand the complex dynamics of economic systems. The course is based on formal models of agents (e.g., firms) and their interactions. Computer simulations using Python allow the quantitative analysis of a wide range of economic dynamics, e.g., growth dynamics of firms, cooperation and competition, strategic interactions in networks, and systemic failure.</p> <p>The course on agent-based modeling of economic systems complements our course on /Economic Dynamics and Complexity/ (offered in the fall), focusing on nonlinear dynamics from a macroeconomic perspective. Here, we take a micro perspective to study the collective interactions of firms.</p> <p>We start by comparing different modeling approaches to highlight the problems and challenges of system modeling. The subsequent lectures then introduce different classes of agent-based models, in particular stochastic growth models, network models of R&amp;D collaborations, and models of systemic risk. Weekly self-study tasks are used to apply the concepts introduced in the lectures. We practice how to simulate agent-based nonlinear models and how to interpret their results.</p>		
Skript	<p>The lecture slides are provided as handouts - including notes and literature sources - to registered students only. All material is to be found on the Moodle platform. More details during the first lecture.</p>		
Literatur	<p>See handouts. Specific literature is provided for download, for registered students only.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students should be familiar with economic concepts and should have basic programming skills. All necessary details to develop and implement agent-based models will be provided in the course.</p> <p>While the lectures focus on the theoretical foundations of agent-based modeling, weekly exercise classes provide practical skills. Using the Python programming language, the participants implement agent-based models in guided and in self-chosen projects, which they present and jointly discuss.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p>	<p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>

## ►► Theoretical Physics

*Im Master-Studiengang Angewandte Mathematik ist auch 402-0204-00L Elektrodynamik als Fach im Vertiefungsgebiet Theoretical Physics anrechenbar, aber nur unter der Bedingung, dass 402-0224-00L Theoretische Physik nicht angerechnet wurde oder wird (weder im Bachelor- noch im Master-Studiengang). Wenden Sie sich für die Kategorieuordnung nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	<p>Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.</p>				
Lernziel	<p>Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.</p>				
Inhalt	<p>Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente.</p>				
Skript	<p>Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.</p>				
Literatur	<p>Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.</p>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>		
<b>402-0810-00L</b>	<b>Computational Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Carrasquilla Alvarez</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY522 direkt an der UZH buchen.</i></p>				

Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to simulation methods for quantum systems. Starting from the one-body problem, a special emphasis is on quantum many-body problems, where we cover both approximate methods (Hartree-Fock, density functional theory) and exact methods (exact diagonalization, matrix product states, and quantum Monte Carlo methods).
Lernziel	Through lectures and practical programming exercises, after this course: Students are able to describe the difficulties of quantum mechanical simulations. Students are able to explain the strengths and weaknesses of the methods covered. Students are able to select an appropriate method for a given problem. Students are able to implement basic versions of all algorithms discussed.
Skript	A script for this lecture will be provided.
Literatur	A list of additional references will be provided in the script.
Voraussetzungen / Besonderes	A basic knowledge of quantum mechanics, numerical tools (numerical differentiation and integration, linear solvers, eigensolvers, root solvers, optimization), and a programming language (for the teaching assignments, you are free to choose your preferred one).

<b>402-0206-00L</b>	<b>Quantum Mechanics II</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0206-10L Quantum Mechanics II" belegen.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Krstic Marinkovic</b>
---------------------	---	----------	-------------	--------------	-----------------------------

Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.
Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.
Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.
Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics

<b>402-0871-00L</b>	<b>Solid State Theory</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY411 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>T. Neupert</b>
---------------------	--	----------	--------------	--------------	-------------------

Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Experimentalphysik und der theoretischen Physik. Sie bietet eine Einführung in wichtige theoretische Konzepte der Festkörperphysik.	
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist die Entwicklung eines theoretischen Rahmens zum Verständnis grundlegender Phänomene der Festkörperphysik. Dazu gehören Symmetrien, Bandstrukturen, Teilchen-Teilchen Wechselwirkung, Landau Fermi-Flüssigkeiten, sowie spezifische Themen wie Transport, Quanten-Hall-Effekt und Magnetismus. Die Übungen unterstützen und illustrieren die Vorlesung durch handwerkliches Lösen spezifischer Probleme. Der Student versteht grundlegende theoretische Konzepte der Festkörperphysik und kann Probleme selbständig lösen. Es werden keine diagrammatischen Techniken verwendet.	
Inhalt	Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Experimentalphysik und der theoretischen Physik. Sie bietet eine Einführung in wichtige theoretische Konzepte der Festkörperphysik. Es werden folgende Themen abgedeckt: Symmetrien und Gruppentheorie, Elektronenstruktur in Kristallen, Isolatoren-Halbleiter-Metalle, Phononen, Wechselwirkungseffekte, (un-)geladene Fermi-Flüssigkeiten, lineare Antworttheorie, kollektive Moden, Abschirmung, Transport in Halbleitern und Metallen, Magnetismus, Mott-Isolatoren, Quanten-Hall-Effekt.	
Skript	in Englisch	
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen
		Medien und digitale Technologien
		Problemlösung
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken
		Kritisches Denken
		Integrität und Arbeitsethik
		Selbststeuerung und Selbstmanagement
		geprüft
		geprüft
		gefördert
		geprüft
		gefördert
		gefördert

<b>402-0844-00L</b>	<b>Quantum Field Theory II</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY552 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>C. Anastasiou</b>
---------------------	---	----------	--------------	--------------	----------------------

Kurzbeschreibung	The subject of the course is modern applications of quantum field theory with emphasis on the quantization of non-abelian gauge theories.
Lernziel	The goal of this course is to lay down the path integral formulation of quantum field theories and in particular to provide a solid basis for the study of non-abelian gauge theories and of the Standard Model
Inhalt	The following topics will be covered: - path integral quantization - non-abelian gauge theories and their quantization - systematics of renormalization, including BRST symmetries, Slavnov-Taylor Identities and the Callan-Symanzik equation - the Goldstone theorem and the Higgs mechanism - gauge theories with spontaneous symmetry breaking and their quantization - renormalization of spontaneously broken gauge theories and quantum effective actions

- Literatur M.E. Peskin and D.V. Schroeder, "An introduction to Quantum Field Theory", Perseus (1995).  
S. Pokorski, "Gauge Field Theories" (2nd Edition), Cambridge Univ. Press (2000)  
P. Ramond, "Field Theory: A Modern Primer" (2nd Edition), Westview Press (1990)  
S. Weinberg, "The Quantum Theory of Fields" (Volume 2), CUP (1996).

<b>402-0394-00L</b>	<b>Theoretical Cosmology</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>L. Senatore</b>
Kurzbeschreibung	This is the second of a two course series which starts with "General Relativity" and continues in the spring with "Theoretical Astrophysics and Cosmology", where the focus will be on applying general relativity to cosmology as well as developing the modern theory of structure formation in a cold dark matter Universe.				
Lernziel	Learning the fundamentals of modern physical cosmology. This entails understanding the physical principles behind the description of the homogeneous Universe on large scales in the first part of the course, and moving on to the inhomogeneous Universe model where perturbation theory is used to study the development of structure through gravitational instability in the second part of the course. Modern notions of dark matter and dark energy will also be introduced and discussed.				
Inhalt	The course will cover the following topics: - Homogeneous cosmology - Thermal history of the universe, recombination, baryogenesis and nucleosynthesis - Dark matter and Dark Energy - Inflation - Perturbation theory: Relativistic and Newtonian - Model of structure formation and initial conditions from Inflation - Cosmic microwave background anisotropies - Spherical collapse and galaxy formation - Large scale structure and cosmological probes				
Skript	In 2021, the lectures will be live-streamed online at ETH from the Room HPV G5 at the lecture hours. The recordings will be available at the ETH website. The detailed information will be provided by the course website and the SLACK channel.				
Literatur	Suggested textbooks: H.Mo, F. Van den Bosch, S. White: Galaxy Formation and Evolution S. Carroll: Space-Time and Geometry: An Introduction to General Relativity S. Dodelson: Modern Cosmology Secondary textbooks: S. Weinberg: Gravitation and Cosmology V. Mukhanov: Physical Foundations of Cosmology E. W. Kolb and M. S. Turner: The Early Universe N. Straumann: General relativity with applications to astrophysics A. Liddle and D. Lyth: Cosmological Inflation and Large Scale Structure				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of General Relativity is recommended.				

*Wahlfächer Theoretische Physik*

## ►► Transportation Science

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				
Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Seminare und Semesterarbeiten

### ►► Seminare

*ZUR BEACHTUNG: Damit die Zuteilung der verfügbaren Seminarplätze sich nicht primär auf den Zeitpunkt des Einschreibens in die Warteliste stützen muss, haben die Mathematik-Seminare ein spezielles Auswahlverfahren. Eine direkte Belegung in myStudies ist nicht möglich, alle kommen zuerst auf die Warteliste.*

*Ausserdem gilt: Die Auswahl an Mathematik-Seminaren wird auf 1 Seminar pro Semester beschränkt. Falls Sie in diesem Semester 2 Seminare absolvieren müssen, melden Sie sich bitte beim Studiensekretariat (E-Mail: studiensekretariat@math.ethz.ch).*

*Beachten Sie auch die Lerneinheit 401-0002-99L Generic Seminar - Second Priority / Third Priority.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0002-99L</b>	<b>Generic Seminar - Second Priority / Third Priority</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		keine Angaben

Hier können Sie angeben, welches Seminar Sie mit zweiter bzw. dritter Priorität besuchen möchten, falls Sie für Ihr bevorzugtes Seminar nicht berücksichtigt werden können. Verwenden Sie dazu die Gruppenwahl in myStudies.  
Überdies geben Sie die Dringlichkeit einer Seminarteilnahme im FS 2024 an.  
ACHTUNG: Die Gruppenwahlen in dieser LE 401-0002-99L bedeuten nicht, dass Sie für das entsprechende Seminar automatisch einen Wartelistenplatz oder sogar eine definitive Belegung erhalten.  
"Spezielles Auswahlverfahren" bedeutet, dass alle zuerst auf die Warteliste kommen und der Platz auf der Warteliste nur eine untergeordnete Bedeutung hat.

<b>401-2110-24L</b>	<b>Elliptic Functions and Modular Forms</b> <i>Number of participants limited to 24.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Schwagenscheidt</b>
Kurzbeschreibung	Seminar about the basic theory of Elliptic Functions and Modular Forms.				
Lernziel	We start with the basic theory of elliptic functions, which are doubly periodic meromorphic functions on the complex plane. As a fundamental example we will construct the Weierstrass $p$ -function, which serves as a building block for all elliptic functions, and which parametrizes complex elliptic curves. We will also discuss the Weierstrass sigma and zeta functions and the Jacobi theta function, which can be used to construct elliptic functions with prescribed zeros and poles.				
	From elliptic functions one is naturally led to the study of modular forms. These are holomorphic functions on the complex upper half-plane that have infinitely many symmetries under Moebius transformations. Using the residue theorem one can show the remarkable fact that the vector spaces of modular forms of fixed weight are finite-dimensional. As examples of modular forms we will study Eisenstein series, the Delta-function, and the $j$ -invariant. By computing the Fourier expansions of modular forms and using the finite-dimensionality of the spaces of modular forms, one obtains interesting applications in number theory. For example, we will prove the fact that every natural number can be written as a sum of four squares. At the end of the seminar we will define Hecke operators and use them to prove that the Fourier coefficients of the Delta-function are multiplicative. Finally, we study the L-functions associated with modular forms and prove their analytic continuation and functional equation.				
Skript	See the list of topics on the website of the seminar				
	<a href="https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms">https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms</a>				
Literatur	See the list of topics on the website of the seminar				
	<a href="https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms">https://people.math.ethz.ch/~mschwagen/ellipticfunctionsmodularforms</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	We require the basic tools from complex analysis, e.g. holomorphic and meromorphic functions, the residue theorem, the complex logarithm, analytic continuation.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-3030-24L</b>	<b>Themen in kombinatorischer Mengenlehre</b> <i>Maximale Teilnehmerzahl: 22</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>L. Halbeisen</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden diverse kombinatorische Resultate der Mengenlehre behandelt. Einige der Resultate sind Konsequenzen des Auswahlaxioms (wie z.B. das Banach-Tarski Paradoxon), andere Resultate sind Konsequenzen der Kontinuumshypothese (wie z.B. die Existenz von "magic sets"), wieder andere Resultate sind bereits in ZF beweisbar.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist, die logischen und mengentheoretischen Grundlagen der Mathematik zu verstehen und Techniken der unendlichen Kombinatorik kennenzulernen.				
Inhalt	In diesem Seminar werden diverse kombinatorische Resultate der Mengenlehre behandelt. Einige der Resultate sind Konsequenzen des Auswahlaxioms (wie z.B. das Banach-Tarski Paradoxon), andere Resultate sind Konsequenzen der Kontinuumshypothese (wie z.B. die Existenz von "magic sets"), wieder andere Resultate sind bereits in ZF beweisbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen sind die Grundlagen der axiomatischen Mengenlehre. Zum Beispiel Seiten 31-48, 50-52, 56-57, 60-69 (ohne Goedels Modell L) aus "Combinatorial Set Theory, with a gentle introduction to forcing", 2nd ed., Springer, 2017.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>401-4530-24L</b>	<b>The Analysis of Yang-Mills Fields</b> <i>Number of participants limited to 25.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>T. Rivière</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Functional Analysis I & II and Differential Geometry I & II. The second parts (FA II and DG II) can be taken in parallel in the Spring Semester 2024.				
<b>401-3350-24L</b>	<b>Introduction to Nonlinear Analysis</b> <i>Number of participants limited to 24.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Becker</b>

Inhalt	<p>This seminar introduces analytic tools for the mathematical study of nonlinear problems arising from mathematical physics such as the nonlinear Schroedinger equation. A particular emphasis will be made on the classical description of fundamental non linear waves discovered in the 19-20th century: solitons or solitary waves such as the nonlinear Schroedinger equation. We will among others discuss classical methods</p> <p>(i) the Lyapounov-Schmidt theorem and the construction of nonlinear bifurcation branches;  (ii) the nonlinear differential equations approach: local solutions, Lyapounov functional and phase portraits;  (iii) the variational approach: minimization of functionals in Hilbert and Banach spaces.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Functional Analysis I				
<b>401-3360-24L</b>	<b>Student Seminar in Analysis: Harmonic Measure</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Mayboroda</b> , weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	In this reading course, we will explore harmonic measure and its connections to harmonic analysis, rough geometry, and probability. If time permits, we will also explore analogues of harmonic measure to domains with higher co-dimensional boundaries.				
Lernziel	This purpose of this reading course is to rigorously develop the theory of harmonic measure in dimensions three and higher, and study its relationship to geometric regularity of domains. If time permits, we will pursue topics related to harmonic measure in modern research.				
Voraussetzungen / Besonderes	An understanding of elliptic PDE and probability will be helpful.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-3530-24L</b>	<b>Quasimorphisms and Symplectic Geometry</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Biran</b> , weitere Referent/innen
Kurzbeschreibung	In this seminar, we will define quasimorphisms and use them as an algebraic tool to study various automorphism groups of manifolds. After a short introduction to symplectic geometry, we will mainly focus on the group of Hamiltonian diffeomorphisms and Calabi quasimorphisms.				
Lernziel	By giving two half-hour talks, typing short summaries for those talks and participating in talks by others, each participant will get familiar with the concept of quasimorphisms, learn about some concrete examples in and outside the world of symplectic geometry, as well as develop presentation and collaboration skills.				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I, Background in Symplectic Geometry (as the course HS2023 in Symplectic Geometry) is very helpful but not strictly necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-3370-24L</b>	<b>Furstenberg's Correspondence Principle</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Machado</b>
Kurzbeschreibung	Furstenberg's correspondence principle connects ergodic theory (the study of statistical properties of dynamical systems equipped with a measure) with number theory. We study how abstract dynamical methods can help with the "concrete" problem of finding arithmetic progressions in sets of integers - proving Roth's famous theorem. We start from the ground up with an introduction to ergodic theory.				
Lernziel	During the semester students will have to give presentations on topics around Furstenberg's principle.				
	These presentations will be based on material from lecture notes and textbooks that will be provided.				
	The emphasis will be on learning how to give a crystal clear presentation of a statement and a proof.				
Voraussetzungen / Besonderes	A good understanding of the material of the first two years of undergraduate at ETH. In particular, good command of topology, measure theory (and $L^p$ spaces).				
	Functional Analysis I is a plus but not necessary. Taking the course on dynamical systems and ergodic theory which will run in parallel is also a plus but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>401-2370-24L</b>	<b>Topics in Dynamical Systems</b> <i>Number of participants limited to 13.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Only students taking the course <a href="https://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?lerneinheitId=181218&amp;semkez=2024S&amp;ansicht=LEHRVERANSTALTUNG&amp;lang=de">https://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?lerneinheitId=181218&amp;semkez=2024S&amp;ansicht=LEHRVERANSTALTUNG&amp;lang=de</a> will be allowed to participate.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft

<b>401-3650-23L</b>	<b>Numerical Analysis Seminar: Deep Neural Network Methods for PDEs</b> <i>Number of participants limited to 7. Participation by consent of instructor. Physical presence required for participation.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Schwab</b>
Kurzbeschreibung	The Seminar will review recent research papers and research results on the mathematical analysis (convergence rates, error vs. work, expression rate bounds, etc.) of deep learning based numerical methods for partial differential equations (PDEs). Particular attention is on high-dimensional PDEs as arise in financial modelling, physics, etc.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: completed exams for BSc MATH ETH, completed courses Functional Analysis I, Num. PDE for MSc MATH, Probability Theory				
<b>401-3940-24L</b>	<b>Student Seminar in Mathematics and Data: Statistical Learning Theory</b> <i>Number of participants limited to 14.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Kur</b>
Lernziel	The main goal of this seminar is to understand the statistical aspects of statistical learning theory with a focus on M-Estimation over rich models.				
Inhalt	The main goal of this seminar is to understand the statistical aspects of statistical learning theory with a focus on M-Estimation over rich models. Examples include non-parametric least squares and the new phenomenon of benign overfitting. To this end, the first part of the seminar is dedicated to some background on the concentration of measure phenomena, metric entropy, Gaussian processes, and Rademacher complexity. Next, we discuss its connection to statistics in basic models. Finally, we use these ideas to understand the optimality or sub-optimality of Empirical Risk Minimization in the fundamental task of regression, mainly in non-linear models.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical maturity mainly on basic and advanced probability, background on high dimensional statistics, analysis and geometry is recommended.				
Kompetenzen	The following references may be found useful:  1) High-Dimensional Probability: An Introduction with Applications in Data Science  2) High-dimensional statistics: a non-asymptotic viewpoint  3) Concentration Inequalities: A Non-asymptotic Theory of Independence				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>401-3600-24L</b>	<b>Student Seminar in Probability Theory</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>I. Kortchemski, V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Random graphs.				
Lernziel	The subject of the Seminar will be: random graphs. They are a fascinating subject at the cross-road of probability, statistical physics, combinatorics and applications. Indeed, random graphs are instrumental in the study of real-world networks. Random graphs pose many beautiful and challenging questions, which we shall explore in the seminar.				
Kompetenzen	See the course webpage <a href="https://metaphor.ethz.ch/x/2024/fs/401-3600-24L/">https://metaphor.ethz.ch/x/2024/fs/401-3600-24L/</a> for further information.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
<b>401-3620-24L</b>	<b>Student Seminar in Statistics: E-Values and Anytime-Valid Inference</b> <i>Number of participants limited to 36.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Ziegel</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Mainly for students from the Mathematics Bachelor and Master Programmes who, in addition to the introductory course unit 401-2604-00L Probability and Statistics, have heard at least one core or elective course in statistics. Also offered in the Master Programmes Statistics resp. Data Science.				
<b>401-3900-16L</b>	<b>Advanced Topics in Discrete Optimization</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Zenklusen, E. Bamas, R. Santiago Torres</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar we will discuss selected topics in discrete optimization. The main focus is on mostly recent research papers in the field of Combinatorial Optimization.				
Lernziel	The goal of the seminar is twofold. First, we aim at improving students' presentation and communication skills. In particular, students are to present a research paper to their peers and the instructors in a clear and understandable way. Second, students learn a selection of recent cutting-edge approaches in the field of Combinatorial Optimization by attending the other students' talks. A very active participation in the seminar helps students to build up the necessary skills for parsing and digesting advanced technical texts on a significantly higher complexity level than usual textbooks.				
	A key goal is that students prepare their presentations in a concise and accessible way to make sure that other participants get a clear idea of the presented results and techniques.				
	Students intending to do a project in optimization are strongly encouraged to participate.				

Inhalt	The selected topics will cover various classical and modern results in Combinatorial Optimization.				
	Contrary to prior years, a very significant component of the seminar will be interactive discussions where active participation of the students is required.				
Literatur	The learning material will be in the form of scientific papers.				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: We expect students to have a thorough understanding of topics covered in the course "Linear & Combinatorial Optimization".				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
<b>401-4910-24L</b>	<b>Topics in Mathematical Finance</b> <i>Number of participants limited to 12.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	This seminar will treat advanced topics in the area of mathematical finance.				
Lernziel	Students will learn to read, digest and present advanced mathematical results in the area of mathematical finance.				
Inhalt	The core of the seminar is the paper "A compactness principle for bounded sequences of martingales with applications" by F. Delbaen and W. Schachermayer. The goal is to go through that paper in detail and understand and present its results, in the form of a reading group with a presentation each week. One highlight is an application which gives a proof of the optional decomposition theorem in full generality, for general (not locally bounded) semimartingales.				
Literatur	F. Delbaen and W. Schachermayer (1999), A compactness principle for bounded sequences of martingales with applications, in: R. C. Dalang, M. Dozzi and F. Russo (eds.), Seminar on Stochastic Analysis, Random Fields and Applications, Progress in Probability 45, Birkhäuser, pp. 137-173				
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are expected to have good foundations in stochastic calculus and mathematical finance, at the level of the course "Mathematical Finance" taught at ETHZ in HS 23.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>263-4203-00L</b>	<b>Geometry: Combinatorics and Algorithms</b> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the second week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not attend the seminar, will officially fail the seminar.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Gärtner, M. Hoffmann, P. Schnider</b>
Kurzbeschreibung	This seminar complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent.				
Lernziel	Each student is expected to read, understand, and elaborate on a selected research paper. To this end, (s)he should give a 45-min. presentation about the paper. The process includes				
	* getting an overview of the related literature;				
	* understanding and working out the background/motivation: why and where are the questions addressed relevant?				
	* understanding the contents of the paper in all details;				
	* selecting parts suitable for the presentation;				
	* presenting the selected parts in such a way that an audience with some basic background in geometry and graph theory can easily understand and appreciate it.				
Inhalt	This seminar is held once a year and complements the course Geometry: Combinatorics & Algorithms. Students of the seminar will present original research papers, some classic and some of them very recent. The seminar is a good preparation for a master, diploma, or semester thesis in the area.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: Successful participation in the course "Geometry: Combinatorics & Algorithms" (takes place every HS) is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ►► Semesterarbeiten

*Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3750-01L</b>	<b>Semesterarbeit ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics Weitere Angaben unter <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a></i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>11A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden den Studierenden zur individuellen Auswahl angeboten. Semesterarbeiten sollen die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger mathematischer Tätigkeit und zur schriftlichen Darstellung mathematischer Ergebnisse fördern.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.				
<b>401-3750-02L</b>	<b>Semesterarbeit (Nr. 2) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>11A</b>	Betreuer/innen



	<i>Weitere Angaben unter</i> <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a>				
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden den Studierenden zur individuellen Auswahl angeboten. Semesterarbeiten sollen die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger mathematischer Tätigkeit und zur schriftlichen Darstellung mathematischer Ergebnisse fördern.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.				
<b>401-3750-03L</b>	<b>Semesterarbeit (Nr. 3) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit</i> <i>401-2000-00L Scientific Works in Mathematics</i> <i>Weitere Angaben unter</i> <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>11A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden den Studierenden zur individuellen Auswahl angeboten. Semesterarbeiten sollen die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger mathematischer Tätigkeit und zur schriftlichen Darstellung mathematischer Ergebnisse fördern.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.				

### ► Wissenschaft im Kontext

*Wer für den Bachelor-Abschluss bereits 3 KP an Sprachkursen anrechnen liess, benötigt auf Master-Stufe 2 KP aus dem "Wissenschaft im Kontext"-Programm ohne Sprachkurse.*  
vgl. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wissenschaft-im-kontext.pdf> (Aus dem Kursprogramm müssen grundsätzlich acht Kreditpunkte (KP) erworben werden – im Rahmen des Bachelor-Studiums in der Regel sechs KP, im Rahmen des Master-Studiums in der Regel zwei KP. Sprachkurse des Sprachenzentrums UZH-ETH können im Umfang von maximal drei KP angerechnet werden. Es gelten überdies folgende Einschränkungen: Im Falle der europäischen Sprachen Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch werden nur fortgeschrittene Sprachkurse ab Niveau B2 angerechnet. Deutsche Sprachkurse werden ab Niveau C2 angerechnet.)

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MATH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2000-00L</b>	<b>Scientific Works in Mathematics</b> <i>Zielpublikum:</i> <i>Bachelor-Studierende im dritten Jahr;</i> <i>Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>		<b>D. Possamaï</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to scientific writing for students with focus on publication standards and ethical issues, especially in the case of citations (references to works of others.)				
Lernziel	Learn the basic standards of scientific works in mathematics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Types of mathematical works</li> <li>- Publication standards in pure and applied mathematics</li> <li>- Data handling</li> <li>- Ethical issues</li> <li>- Citation guidelines</li> </ul>				
Skript	Moodle of the Mathematics Library: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Directive <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf</a>				
<b>401-2000-01L</b>	<b>Lunch Sessions – Thesis Basics for Mathematics Students</b> <i>Für Details und zur Registrierung für den freiwilligen MathBib-Schulungskurs:</i> <a href="https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen">https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen</a>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>		Referent/innen
Kurzbeschreibung	Freiwilliger Kurs "Recherchieren in der Mathematik" angeboten von der Mathematikbibliothek.				
<b>401-4990-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>57D</b>	Betreuer/innen
	<i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit</i> <i>401-2000-00L Scientific Works in Mathematics</i> <i>Weitere Angaben unter</i> <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Studiengangs. In der Master-Arbeit wird eine grössere mathematische Aufgabe selbständig behandelt. Sie umfasst in der Regel das Studium vorhandener Fachliteratur, die Lösung weiterer damit verbundener Fragen sowie die schriftliche Darstellung der Ergebnisse.				

### ► Zusätzliche Veranstaltungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-5000-00L</b>	<b>Zurich Colloquium in Mathematics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		<b>M. Iacobelli, A. Bandeira, S. Mishra, R. Pandharipande, T. Rivière, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	The lectures try to give an overview of "what is going on" in important areas of contemporary mathematics, to a wider non-specialised audience of mathematicians.				
<b>401-5990-00L</b>	<b>Zurich Graduate Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>0.5K</b>	Uni-Dozierende, weitere Referent/innen

Kurzbeschreibung	The Graduate Colloquium is an informal seminar aimed at graduate students and postdocs whose purpose is to provide a forum for communicating one's interests and thoughts in mathematics.				
<b>401-4530-00L</b>	<b>Geometry Graduate Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	Referent/innen
Kurzbeschreibung	Talks by doctoral students in the broad area of geometry for doctoral students and master students.				
<b>401-5110-00L</b>	<b>Number Theory Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>Ö. Imamoglu, E. Kowalski, R. Pink, G. Wüstholtz, S. Zerbse</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Vorträge über neue Themen aus der Forschung.				
Inhalt	Forschungsseminar in Algebra, Zahlentheorie und Geometrie, richtet sich insbesondere an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Doktorandinnen und Doktoranden.				
<b>401-5350-00L</b>	<b>Analysis Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	F. Da Lio, A. Figalli, N. Hungerbühler, M. Iacobelli, T. Ilmanen, L. Kobel-Keller, S. Mayboroda, T. Rivière, J. Serra, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Inhalt	Research seminar in Analysis				
<b>401-5370-00L</b>	<b>Ergodic Theory and Dynamical Systems</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Akka Ginosar, M. Einsiedler, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5530-00L</b>	<b>Geometry Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. Feller, M. Burger, M. Einsiedler, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5580-00L</b>	<b>Symplectic Geometry Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. Biran, A. Cannas da Silva</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5330-00L</b>	<b>Talks in Mathematical Physics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Gaberdiel, G. M. Graf, P. Hintz, T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Inhalt	Forschungsseminar mit wechselnden Themen aus dem Gebiet der mathematischen Physik.				
<b>401-5650-00L</b>	<b>Zurich Colloquium in Applied and Computational Mathematics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>R. Abgrall, R. Alaifari, H. Ammari, R. Hiptmair, S. Mishra, S. Sauter, C. Schwab</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5600-00L</b>	<b>Seminar on Stochastic Processes</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Nikeghbali, B. D. Schlein, V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5620-00L</b>	<b>Research Seminar on Statistics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>P. L. Bühlmann, Y. Chen, N. Meinshausen, J. Peters, J. Ziegel, A. Bandeira, R. Furrer, T. Hothorn, D. Kozbur</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
<b>401-5640-00L</b>	<b>ZüKoSt: Seminar on Applied Statistics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Kalisch, F. Balabdaoui, A. Bandeira, P. L. Bühlmann, Y. Chen, R. Furrer, T. Hothorn, L. Meier, N. Meinshausen, J. Peters, M. Robinson, F. Sigrüst, C. Strobl, J. Ziegel</b>
Kurzbeschreibung	5 bis 6 Vorträge zur angewandten Statistik.				
Lernziel	Kennenlernen von statistischen Methoden in ihrer Anwendung in verschiedenen Gebieten, besonders in Naturwissenschaft, Technik und Medizin.				
Inhalt	In 5-6 Einzelvorträgen pro Semester werden Methoden der Statistik einzeln oder überblicksartig vorgestellt, oder es werden Probleme und Problemtypen aus einzelnen Anwendungsgebieten besprochen. 3 bis 4 der Vorträge stehen in der Regel unter einem Semesterthema.				
Skript	Bei manchen Vorträgen werden Unterlagen verteilt. Eine Zusammenfassung ist kurz vor den Vorträgen im Internet unter <a href="http://stat.ethz.ch/talks/zukost">http://stat.ethz.ch/talks/zukost</a> abrufbar. Ankündigungen der Vorträge werden auf Wunsch zugesandt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dies ist keine Vorlesung. Es wird keine Prüfung durchgeführt, und es werden keine Kreditpunkte vergeben. Nach besonderem Programm. Koordinator M. Kalisch, Tel. 044 632 3435 Lehrsprache ist Englisch oder Deutsch je nach ReferentIn. Course language is English or German and may depend on the speaker.				
<b>401-5680-00L</b>	<b>Foundations of Data Science Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>		<b>P. L. Bühlmann, A. Bandeira, H. Bölskei, J. Peters, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5660-00L</b>	<b>DACO Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>A. Bandeira, R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5910-00L</b>	<b>Talks in Financial and Insurance Mathematics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>B. Acciaio, P. Cheridito, D. Possamai, M. Schweizer, J. Teichmann, M. V. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Einführung in aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich "Insurance Mathematics and Stochastic Finance".				
Inhalt	<a href="https://www.math.ethz.ch/imsf/courses/talks-in-imsf.html">https://www.math.ethz.ch/imsf/courses/talks-in-imsf.html</a>				
<b>402-0101-00L</b>	<b>The Zurich Physics Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	S. Huber, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Research colloquium				

Lernziel	The goal of this event is to bring you closer to current day research in all fields of physics. In each semester we have a set of distinguished speakers covering the full range of topics in physics. As a participating student should learn how to follow a research talk. In particular, you should be able to extract key points from a colloquium where you don't necessarily understand every detail that is presented.				
<b>251-0100-00L</b>	<b>Kolloquium für Informatik</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2K</b>	<b>Dozent/innen</b>
Kurzbeschreibung	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Informatik, zu denen auch Auswärtige kostenlos eingeladen sind. Zu Semesterbeginn erscheint jeweils ein ausführliches Programm.				
Lernziel	Das Kolloquium des Departements Informatik bietet die Gelegenheit, international renommierte Wissenschaftler zu aktuellen Themen der Informatik zu hören. Die Veranstaltungsreihe wird jedes Semester gehalten und umfasst auch Antritts- und Abschiedsvorlesungen der Professorinnen und Professoren des Departements. Das Kolloquium ist öffentlich und Besucher sind sehr willkommen.				
Inhalt	Eingeladene Vorträge aus dem gesamten Bereich der Informatik, zu denen auch Auswärtige kostenlos eingeladen sind. Zu Semesterbeginn erscheint jeweils ein ausführliches Programm.				
<b>252-4202-00L</b>	<b>Seminar in Theoretical Computer Science</b>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Steger, B. Gärtner, M. Hoffmann, J. Lengler, D. Steurer, B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Presentation of recent publications in theoretical computer science, including results by diploma, masters and doctoral candidates.				
Lernziel	To get an overview of current research in the areas covered by the involved research groups. To present results from the literature.				
Voraussetzungen / Besonderes	This seminar takes place as part of the joint research seminar of several theory groups. Intended participation is for students with excellent performance only. Formal restriction is: prior successful participation in a master level seminar in theoretical computer science.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>406-2303-AAL</b>	<b>Complex Analysis</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>Ö. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	Complex functions of one variable, Cauchy-Riemann equations, Cauchy theorem and integral formula, singularities, residue theorem, index of closed curves, analytic continuation, conformal mappings, Riemann mapping theorem.				
Literatur	L. Ahlfors: "Complex analysis. An introduction to the theory of analytic functions of one complex variable." International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill Book Co.  B. Palka: "An introduction to complex function theory." Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1991.  R. Remmert: Theory of Complex Functions.. Springer Verlag  E. Hille: Analytic Function Theory. AMS Chelsea Publication				
Voraussetzungen / Besonderes	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.				
<b>401-2003-AAL</b>	<b>Algebra I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>L. Halbeisen</b>
Voraussetzungen / Besonderes	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.				
<b>406-2004-AAL</b>	<b>Algebra II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>Ö. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	Galois theory and related topics.				
Lernziel	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.				
Inhalt	Introduction to fundamentals of field extensions, Galois theory, and related topics.  The main topic is Galois Theory. Starting point is the problem of solvability of algebraic equations by radicals. Galois theory solves this problem by making a connection between field extensions and group theory. Galois theory will enable us to prove the theorem of Abel-Ruffini, that there are polynomials of degree 5 that are not solvable by radicals, as well as Galois' theorem characterizing those polynomials which are solvable by radicals.				
Literatur	Joseph J. Rotman, "Advanced Modern Algebra" third edition, part 1, Graduate Studies in Mathematics, Volume 165 American Mathematical Society  Galois Theory is the topic treated in Chapter A5.				

<b>401-2283-AAL</b>	<b>Analysis III (Measure Theory)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben. Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>F. Da Lio</b>
<b>401-2464-AAL</b>	<b>Analysis IV (Fourier Theory and Hilbert Spaces)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben. Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>M. Iacobelli</b>
<b>401-2465-AAL</b>	<b>Analysis III and IV (Measure Theory / Fourier Theory and Hilbert Spaces)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben. Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>12 KP</b>	<b>26R</b>	<b>F. Da Lio, M. Iacobelli</b>
Kurzbeschreibung	Abstrakte Mass- und Integrationstheorie, inklusive: Satz von Caratheodory, Lebesgue-Mass, Radon-Mass, Hausdorff-Mass, Konvergenzsätze, $L^p$ -Räume, Satz von Radon-Nikodym, Produktmasse und Satz von Fubini				
Lernziel	Grundlagen der abstrakten Mass- und Integrationstheorie				
Inhalt	Maßräume (Lebesgue-Maß, Hausdorff-Maß, Radonmessung) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messbare Funktionen: Definition und Eigenschaften</li> <li>• Integration: Definition, Eigenschaften, Konvergenzsätze, <math>L^p</math>-Räume, Lebesgue-<math>L^p</math>-Räume</li> <li>• Produktmaße und multiple Integrale. Fubini und Tonelli-Theoreme, Faltungen</li> <li>• Differenzierung der Maßnahmen (falls zeitlich möglich)</li> </ul>				
Skript	Die Vorlesung folgt dem Skript von der Dozentin ( <a href="https://people.math.ethz.ch/~fdalio/Measuremainfile.pdf">https://people.math.ethz.ch/~fdalio/Measuremainfile.pdf</a> )				
Literatur	1. Lecture notes by Professor Michael Struwe ( <a href="http://www.math.ethz.ch/~struwe/Skripten/AnalysisIII-SS2007-18-4-08.pdf">http://www.math.ethz.ch/~struwe/Skripten/AnalysisIII-SS2007-18-4-08.pdf</a> ) 2. L. Evans and R.F. Gariepy "Measure theory and fine properties of functions" 3. Walter Rudin "Real and complex analysis" 4. R. Bartle The elements of Integration and Lebesgue Measure 5. P. Cannarsa & T. D'Aprile: Lecture notes on Measure Theory and Functional Analysis. <a href="http://www.mat.uniroma2.it/~cannarsa/cam_0607.pdf">http://www.mat.uniroma2.it/~cannarsa/cam_0607.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Analyse 1 & 2 und Grundbegriffe der Topologie				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
<b>406-2554-AAL</b>	<b>Topology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.  Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>E. Kowalski</b>
Kurzbeschreibung	Topics covered include: Topological and metric spaces, continuity, connectedness, compactness, product spaces, separation axioms, quotient spaces, homotopy, fundamental group, covering spaces.				
Lernziel	An introduction to topology i.e. the domain of mathematics that studies how to define the notion of continuity on a mathematical structure, and how to use it to study and classify these structures.				
Skript	See lecture homepage: <a href="https://metaphor.ethz.ch/x/2017/fs/401-2554-00L/">https://metaphor.ethz.ch/x/2017/fs/401-2554-00L/</a>				
Literatur	James Munkres: Topology				
Voraussetzungen / Besonderes	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.				
<b>406-2604-AAL</b>	<b>Probability and Statistics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.  Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>8 KP</b>	<b>17R</b>	<b>V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	- Probability spaces - Discrete models, Random walks - Conditional probabilities, independence - Continuous models - Limit theorems  - Methods of moments - Maximum likelihood estimation - Hypothesis testing - Confidence intervals - Introductory Bayesian statistics - Linear regression model				

Lernziel	The first part of the course gives an overview of the main concepts needed to understand probability theory (sample spaces, discrete models, random walk, continuous models and limit theorems such as the Laws of Large Numbers and the Central limit theorem). It will be based on the German script "Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik".
	The second part covers some fundamental results of mathematical statistics including estimation methods, hypothesis testing as well as the linear regression model. For this part, we will use the script "Statistics for Mathematics". Both scripts are available at
Skript	<a href="https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/">https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/</a> (* ) Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik  (* ) Statistics for Mathematics  Both scripts can be found at  <a href="https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/">https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/</a>
Literatur	A. DasGupta, Fundamentals of Probability: A First Course, Springer (2010)  R. Berger and G. Casella, Statistical Inference, Duxbury Press (1990)  J. A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Wadsworth, second edition (1995)  H.-O. Georgii, Stochastik, de Gruyter, 5. Auflage (2015)  A. Irle, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Teubner (2001)
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Analysis III (Measure Theory)

<b>401-2334-AAL</b>	<b>Mathematical Methods of Physics II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben. Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
<b>406-2005-AAL</b>	<b>Algebra I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben. Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>12 KP</b>	<b>26R</b>	<b>L. Halbeisen, Ö. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	Introduction and development of some basic algebraic structures - groups, rings, fields including Galois theory, representations of finite groups, algebras.				
Inhalt	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material. Basic notions and examples of groups; Subgroups, Quotient groups and Homomorphisms, Group actions and applications  Basic notions and examples of rings; Ring Homomorphisms, ideals, and quotient rings, rings of fractions Euclidean domains, Principal ideal domains, Unique factorization domains  Basic notions and examples of fields; Field extensions, Algebraic extensions, Classical straight edge and compass constructions  Fundamentals of Galois theory Representation theory of finite groups and algebras				
Literatur	Joseph J. Rotman, "Advanced Modern Algebra" third edition, part 1, Graduate Studies in Mathematics, Volume 165 American Mathematical Society				

### Mathematik Master - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch
Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Mikro- und Nanosysteme Master

## ► Kernfächer

### ►► Empfohlene Kernfächer

#### ►►► Devices and Systems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	<p>During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs.</p> <p>Transducer fundamentals and test structures            Pressure sensors and accelerometers            Resonators and gyroscopes            RF MEMS            Acoustic transducers and energy harvesters            Thermal transducers and energy harvesters            Optical and magnetic transducers            Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS            Nanosystem concepts            Basic electronic circuits for sensors and microsystems</p>				
Skript	Handouts (on-line)				
<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	<p>0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)</p> <p>Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).</p> <p>Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).</p> <p>Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).</p>				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	<p>0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)</p> <p>Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).</p> <p>Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).</p> <p>Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).</p>				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				

#### ►►► Energy Conversion and Quantum Phenomena

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.				

Inhalt	I- INTRODUCTORY CONCEPTS 1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics 2. The optical near field 3. Reminders on light-matter interaction 4. Reminders on optical resonators  II- PLASMONICS 1. Surface plasmon polaritons 2. Localized surface plasmons 3. Hot carriers 4. Thermoplasmonics  III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS 1. Mie resonances in subwavelength particles 2. Electric versus magnetic resonances 3. Mode engineering and directional scattering 4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics  IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS 1. Photonic crystals 2. Metamaterials 3. Topological photonics 4. Flat optics, metasurfaces & metalenses  V- APPLICATIONS 1. Renewable energy 2. Biomedicine 3. Information and Communication Technology				
Skript	Class notes and handouts				
Literatur	- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet & Lalanne - Absorption and scattering of light by small particles - Bohren & Huffman - Thermoplasmonics - Baffou - Plasmonics - Maier				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
<b>402-0596-00L</b>	<b>The Physics of Quantum Dot Qubits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. M. Ihn</b>
Kurzbeschreibung	The lecture discusses the basic physics concepts of quantum dot charge and spin qubits from the experimental viewpoint. Among them are the Coulomb and Spin blockade, qubit manipulation techniques including elements of circuit QED, relaxation and decoherence mechanisms as well as qubit read-out techniques.				
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of quantum dot qubits. They can critically reflect published research in this field and explain it to an audience of physicists. Students know and understand the fundamental phenomena related to qubit manipulation as well as decoherence and their significance. They are able to apply their knowledge to practical experiments in a modern research lab.				
Inhalt	1. Coulomb blockade and Constant Interaction Model, Excited State Spectroscopy 2. Rate equation model of state occupation and transport, resonant tunneling and co-tunneling 3. States in double quantum dots 4. Transport in double quantum dots 5. Charge qubit, Charge Noise and Phonon Relaxation 6. Spin States, Spin Blockade 7. Singlet-Triplet Qubit, Hyperfine Interaction 8. Charge detection, T1-time measurement 9. Spin-orbit interaction 10. AC excitation, Rabi oscillations 11. Landau-Zener-Tunneling, Landau-Zener Interference 12. Types of T2-times and their measurement 13. Qubit-Photon Coupling, Elements of Circuit QED 14. Qubit Implementations in Different Materials				
Skript	Parts of the lecture are based on the book: T. Ihn, Semiconductor Nanostructures: Quantum States and Electronic Transport, ISBN 978-0-19-953442-5, Oxford University Press, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid basis in quantum mechanics, electrostatics, quantum statistics and in solid state physics is required. Having passed the lecture Semiconductor Nanostructures (fall semester) may be advantageous, but is not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung		gefördert geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit		gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken		gefördert gefördert	
<b>529-0431-00L</b>	<b>Physikalische Chemie III: Molekulare Quantenmechanik ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Merkt, U. Hollenstein</b>
Kurzbeschreibung	Postulate der Quantenmechanik, Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte, Matrixdarstellung von Operatoren, das Teilchen im Kasten, Tunnelprozess, harmonischer Oszillator, molekulare Schwingungen, Drehimpuls und Spin, verallgemeinertes Pauli Prinzip, Störungstheorie, Variationsprinzip, elektronische Struktur von Atomen und Molekülen, Born-Oppenheimer Näherung.				

Lernziel	Es handelt sich um eine erste Grundvorlesung in Quantenmechanik. Die Vorlesung beginnt mit einem Überblick über die grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und führt den mathematischen Formalismus ein. Im Folgenden werden die Postulate und Theoreme der Quantenmechanik im Kontext der experimentellen und rechnerischen Ermittlung von physikalischen Größen diskutiert. Die Vorlesung vermittelt die notwendigen Werkzeuge für das Verständnis der elementaren Quantenphänomene in Atomen und Molekülen.
Inhalt	Postulate und Theoreme der Quantenmechanik: Operatorenalgebra, Schrödingergleichung, Zustandsfunktionen und Erwartungswerte. Lineare Bewegungen: Das freie Teilchen, das Teilchen im Kasten, quantenmechanisches Tunneln, der harmonische Oszillator und molekulare Schwingungen. Drehimpulse: Spin- und Bahnbewegungen, molekulare Rotationen. Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen: Pauli-Prinzip, Drehimpulskopplung, Born-Oppenheimer Näherung. Grundlagen der Variations- und Störungstheorie. Behandlung grösserer Systeme (Festkörper, Nanostrukturen).
Skript	Ein Vorlesungsskript in Deutsch wird erhältlich sein. Das Skript ersetzt allerdings NICHT persönliche Notizen und deckt nicht alle Aspekte der Vorlesung ab.

### ►►► Modelling and Simulation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
Kompetenzen	Programmierungserfahrung ist hilfreich, aber nicht erforderlich.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

### ►►► Laboratory Course

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0620-00L</b>	<b>Embedded MEMS Lab</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Hierold, A. Güntner, M. Haluska</b>
Kurzbeschreibung	Practical course: Students are introduced to the process steps required for the fabrication of MEMS (Micro Electro Mechanical System) and carry out the fabrication and testing steps in the clean rooms themselves. Additionally, they learn the requirements for working in clean rooms. Processing and characterization will be documented and analyzed in a final report.				
Lernziel	Students learn the individual process steps that are required to make a MEMS (Micro Electro Mechanical System). Students carry out the process steps themselves in laboratories and clean rooms. Furthermore, participants become familiar with the special requirements (cleanliness, safety, operation of equipment and handling hazardous chemicals) of working in the clean rooms and laboratories. The entire production, processing, and characterization of the MEMS is documented and evaluated in a final report.				
Inhalt	With guidance from a tutor, the individual silicon microsystem process steps that are required for the fabrication of an accelerometer are carried out: - Photolithography, dry etching, wet etching, sacrificial layer etching, various cleaning procedures - Packaging and electrical connection of a MEMS device - Testing and characterization of the MEMS device - Written documentation and evaluation of the entire production, processing and characterization				
Skript	A document containing theory, background and practical course content is distributed in the informational meeting.				
Literatur	The document provides sufficient information for the participants to successfully participate in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are required to attend all scheduled lectures and meetings of the course.				
	Participating students are required to provide proof that they have personal accident insurance prior to the start of the laboratory portion of the course.				
	This master's level course is limited to 15 students per semester for safety and efficiency reasons. If there are more than 15 students registered, we regret to restrict access to this course by the following rules:				
	Priority 1: master students of the master's program in "Micro and Nanosystems"				
	Priority 2: master students of the master's program in "Mechanical Engineering" with a specialization in Microsystems and Nanoscale Engineering (MAVT-tutors Profs Hierold, Koumoutsakos, Nelson, Norris, Poulikakos, Pratsinis, Stemmer), who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.				
	Priority 3: master students, who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.				
	Priority 4: all other students (PhD, bachelor, master) with a background in silicon or microsystems process technology.				
	If there are more students in one of these priority groups than places available, we will decide with respect to (in following order) best achieved grade from 151-0621-00L Microsystems Technology, registration to this practicum at previous semester, and by drawing lots. Students will be notified at the first lecture of the course (introductory lecture) as to whether they are able to participate.				
	The course is offered in autumn and spring semester.				

### ►► Wählbare Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0534-00L</b>	<b>Advanced Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Tiso</b>
Kurzbeschreibung	Lagrangian dynamics - Principle of virtual work and virtual power - holonomic and non holonomic constraints - 3D rigid body dynamics - equilibrium - linearization - stability - vibrations - frequency response				



Lernziel	This course provides the students of mechanical engineering with fundamental analytical mechanics for the study of complex mechanical systems .We introduce the powerful techniques of principle of virtual work and virtual power to systematically write the equation of motion of arbitrary systems subjected to holonomic and non-holonomic constraints. The linearisation around equilibrium states is then presented, together with the concept of linearised stability. Linearized models allow the study of small amplitude vibrations for unforced and forced systems. For this, we introduce the concept of vibration modes and frequencies, modal superposition and modal truncation. The case of the vibration of light damped systems is discussed. The kinematics and dynamics of 3D rigid bodies is also extensively treated.				
Skript	Lecture notes are produced in class and are downloadable right after each lecture.				
Literatur	The students will prepare their own notes. A copy of the lecture notes will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics III or equivalent; Analysis I-II, or equivalent; Linear Algebra I-II, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>151-0622-00L</b>	<b>Measuring on the Nanometer Scale</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Stemmer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Lernziel	Introduction to theory and practical application of measuring techniques suitable for the nano domain.				
Inhalt	Conventional techniques to analyze nano structures using photons and electrons: light microscopy with dark field and differential interference contrast; scanning electron microscopy, transmission electron microscopy. Foundations of scanning probe microscopy: tunneling, atomic force, optical near-field. Interactions between specimen and probe. Current trends, including spectroscopy of material parameters.				
Skript	Slides available via Moodle (registered participants only).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0642-00L</b>	<b>Seminar on Micro and Nanosystems</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>C. Hierold</b>
Kurzbeschreibung	Wissenschaftliche Vorträge zu ausgewählten Themen der Mikro- und Nanosystemtechnik Mehr Informationen zu Raum und Inhalt finden sie auf: <a href="https://micro.mavt.ethz.ch/">https://micro.mavt.ethz.ch/</a>				
Lernziel	Die Studierenden erhalten Einblick in den neuesten Stand der Forschung auf dem Gebiet und erhalten die Möglichkeit durch gezielte Fragen eine wissenschaftliche Diskussion mit den Referenten zu führen.				
Inhalt	Ausgewählte und aktuelle Themen der Mikro- und Nanosystemtechnik, Berichte von laufenden Doktoratsprojekten.				
<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b> <i>Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.				
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.				
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics - Historical Perspective - Schrödinger Equation - Postulates of Quantum Mechanics - Operators - Harmonic Oscillator - Hydrogen atom - Multielectron Atoms - Crystalline Systems - Spectroscopy - Approximation Methods - Applications in Engineering				
Skript	Class Notes and Handouts				
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II				
<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be taught. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, couplers (MMI-couplers,...), Holograms,...				
Inhalt	Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser				

Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emboras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	The following topics will be addressed: - Introduction to quantum transport modeling - Bandstructure representation and effective mass approximation - Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation - Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation - Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations - Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors - Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor - Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...) - Multi-band transport models				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
<b>227-0303-00L</b>	<b>Brain Inspired Computing: Bridging Device Physics to Real-World Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>A. Emboras, G. Indiveri</b>
	<i>Previously named "Advanced Photonics" (up until HS23)</i>				
Kurzbeschreibung	The Lecture offers a thorough understanding of diverse nano-scale brain-inspired devices, covering the foundational physics behind their operation, spanning from classical descriptions to quantum principles. Additionally, it provides an overview of micro/nano-fabrication technologies. The lecture will conclude by exploring real-world applications inspired by the brain's functionality.				
Lernziel	General training in atomic/ionic opto-electronic devices, commonly known as memristors. The students will be equipped with a deep comprehension of theoretical principles and fabrication methods.				
	Participants will gain hands-on experience, reinforcing theoretical knowledge. The curriculum highlights the significance of memristors in various applications, such as communications, digital computing, and neuromorphic computing. This training equips students with insights into the crucial role memristors play in advancing these fields.				
Inhalt	The following topics will be addressed: - Comprehensive insight into the physical mechanisms that govern ionic-atomic brain-inspired devices (memristors). - Introduction to the quantum electronic and atomic structure of materials. These physical principles will then be connected to device-level modeling of memristors developed for neuromorphic computing applications. - Micro/nano-fabrication technologies for advanced brain-inspired devices: introduction and examples of devices. The students will have the opportunity to visit Heidelberg Instruments for an overview of cutting-edge lithography tools, featuring a real-time demonstration. - Presentation of real-world applications in digital and neuromorphic computing.				
Skript	The presentation and the lecture notes will be provided every week.				
Literatur	"Atomic/Ionic Devices": • Resistive Switching: From Fundamentals of Nanoionic Redox Processes to Memristive Device Applications, Daniele Ielmini and Rainer Waser, Wiley-VCH • Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, A. Bard and L. Faulkner, John Wiley & Sons, Inc. • Molecular Electronics: An Introduction to Theory and Experiment, Elke Scheer and Juan Carlos Cuevas				
	"Micro and nano Fabrication": • Prof. H. Gatzel, Prof. Volker Saile, Prof. Juerg Leuthold: Micro and Nano Fabrication, Springer				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor physics, physics of the electromagnetic field and thermodynamics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>227-0330-00L</b>	<b>Energy-Efficient Analog Circuits for IoT Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>T. Jang</b>

Kurzbeschreibung	We are facing a new era of the Internet of things, similarly indicated as Industry 4.0, TSensors, Ubiquitous or The Fog. A miniaturized computer is the key to this innovation that senses, collects and processes information from objects. In this class, based on the recent publications, energy efficient analog IC techniques will be introduced which is the main challenge to reduce the battery size.				
Lernziel	This class introduces key analog building blocks such as energy harvester, frequency generator, data converter, sensor interface, power converter based on the recent publications for IoT systems including wearable electronics, bio-implantable devices, and environmental sensors.				
Inhalt	Ultra-low power circuit design methodology and transistor characteristics; Circuit-level design techniques for amplifier, comparator, voltage reference, on-chip oscillator, switched capacitor; IP-level design techniques for energy harvester, data converter, energy harvester and power converters.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analog Integrated Circuits				
<b>227-0622-00L</b>	<b>Applications of Thermal Modeling: From Hot Atoms to W Heated Tissues</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Neufeld, M. Luisier</b>	
Kurzbeschreibung	How about leveraging heat to cure cancer or to solve today's energy crisis? Computational simulation of heat-related phenomena from the atomic-scale to living organisms is key to achieve these goals and will be at the core of this multidisciplinary course. The necessary physics, modeling, and computing background will be covered, from theory to practical implementations in concrete applications.				
Lernziel	During this course students will:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- learn the physics governing the formation and propagation of heat in solids and living human tissues;</li> <li>- discover how heat can be used in personalised cancer therapies or in thermoelectric applications to produce reusable energy;</li> <li>- develop computational models describing electromagnetically-induced heating;</li> <li>- get familiar with computational simulation techniques across a wide range of spatial scales, incl. methods for simulating in vivo heating, considering thermoregulation and perfusion, or more fundamental approaches that consider heat at the level of atomic vibrations;</li> <li>- implement and apply simulation techniques within a state-of-the-art open-source simulation platform for computational life sciences, and a framework for computer-aided design of nanoscale electronic devices;</li> <li>- learn about practical aspects related to performance-critical coding and numerics for computational simulations;</li> <li>- work on two small projects applying the theoretical concepts presented during the lectures to two specific real-world applications where heat modeling is required;</li> <li>- learn about current challenges of high social relevance associated with heat modeling.</li> </ul>				
Inhalt	The following topics will be covered:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to electromagnetic heating, from its social relevance and history to its application in biology and electronics;</li> <li>- personalised therapies relying on local heating;</li> <li>- thermoelectricity (production of electricity from heat gradients);</li> <li>- microscopic/macrosopic thermal transport including governing equations, numerical methods to solve them, and applications;</li> <li>- numerical algorithms and their implementation, shared and distributed parallelization approaches and pitfalls, use of graphics processing units (GPUs) for hardware acceleration, and solutions for high performance computing;</li> <li>- usage of the Sim4Life simulation platform (therapy planning) and of the OMEN technology computer aided design tool (device simulation) as practical examples;</li> <li>- odel verification and validation.</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is ideal for students who have an interest in computational sciences, a passion for interdisciplinarity, and generally enjoy problem-solving.				
Kompetenzen	The course requires a basic knowledge of Python scripting and C/C++ coding skills, undergraduate entry-level familiarity with electric and magnetic fields/forces, differential equations, calculus, and basic knowledge of biology and physics.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>227-0663-00L</b>	<b>Nano-Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Frimmer, L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Nano-Optics is the study of light-matter interaction at the sub-wavelength scale. It is an flourishing field of fundamental and applied research enabled by the rapid advance of nanotechnology. Nano-optics embraces topics such as plasmonics, optical antennas, optical trapping and manipulation, and high/super-resolution imaging and spectroscopy.				
Lernziel	Understanding concepts of light localization and light-matter interactions on the sub-wavelength scale.				
Inhalt	We start with the angular spectrum representation of fields to understand the classical resolution limit. We continue with the theory of strongly focused light, the point spread function, and resolution criteria of conventional microscopy, before turning to super-resolution techniques, based on near- and far-fields. We introduce the local density of states and approaches to control spontaneous emission rates in inhomogeneous environments, including optical antennas. Finally, we touch upon optical forces and their applications in optical tweezers.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Electromagnetic fields and waves (or equivalent) - Physics I+II				
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>

Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.		
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking. Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.		
Inhalt	Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.		
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.		
<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
			<b>2V+1U</b>
			<b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on the challenging task of extracting robust, quantitative metrics from imaging data and is intended to bridge the gap between pure signal processing and the experimental science of imaging. The course will focus on techniques, scalability, and science-driven analysis.		
Lernziel	1. Introduction of applied image processing for research science covering basic image processing, quantitative methods, and statistics. 2. Understanding of imaging as a means to accomplish a scientific goal. 3. Ability to apply quantitative methods to complex 3D data to determine the validity of a hypothesis		
Inhalt	Imaging is a well established field and is rapidly growing as technological improvements push the limits of resolution in space, time, material and functional sensitivity. These improvements have meant bigger, more diverse datasets being acquired at an ever increasing rate. With methods varying from focused ion beams to X-rays to magnetic resonance, the sources for these images are exceptionally heterogeneous; however, the tools and techniques for processing these images and transforming them into quantitative, biologically or materially meaningful information are similar. The course consists of equal parts theory and practical analysis of first synthetic and then real imaging datasets. Basic aspects of image processing are covered such as filtering, thresholding, and morphology. From these concepts a series of tools will be developed for analyzing arbitrary images in a very generic manner. Specifically a series of methods will be covered, e.g. characterizing shape, thickness, tortuosity, alignment, and spatial distribution of material features like pores. From these metrics the statistics aspect of the course will be developed where reproducibility, robustness, and sensitivity will be investigated in order to accurately determine the precision and accuracy of these quantitative measurements. A major emphasis of the course will be scalability and the tools of the 'Big Data' trend will be discussed and how cluster, cloud, and new high-performance large dataset techniques can be applied to analyze imaging datasets. In addition, given the importance of multi-scale systems, a data-management and analysis approach based on modern databases will be presented for storing complex hierarchical information in a flexible manner. Finally as a concluding project the students will apply the learned methods on real experimental data from the latest 3D experiments taken from either their own work / research or partnered with an experimental imaging group. The course provides the necessary background to perform the quantitative evaluation of complicated 3D imaging data in a minimally subjective or arbitrary manner to answer questions coming from the fields of physics, biology, medicine, material science, and paleontology.		
Skript	Available online. <a href="https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html">https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html</a>		
Literatur	Will be indicated during the lecture.		
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have some familiarity with basic manipulation and programming in languages like Python, Matlab, or R. Interested students who are worried about their skill level in this regard are encouraged to contact Anders Kaestner directly (anders.kaestner@psi.ch).  More advanced students who are familiar with Python, C++, (or in some cases Java) will have to opportunity to develop more of their own tools.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft
<b>402-0447-00L</b>	<b>Quantum Science with Superconducting Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
			<b>2V+1U</b>
			<b>A. Wallraff, J.-C. Besse, C. Hellings</b>
Kurzbeschreibung	Superconducting Circuits provide a versatile experimental platform to explore the most intriguing quantum-physical phenomena and constitute one of the prime contenders to build quantum computers. Students will get a thorough introduction to the underlying physical concepts, the experimental setting, and the state-of-the-art of quantum computing in this emerging research field.		
Lernziel	Based on today's most advanced solid state platform for quantum control, the students will learn how to engineer quantum coherent devices and how to use them to process quantum information. The students will acquire both analytical and numerical methods to model the properties and phenomena observed in these systems. The course is positioned at the intersection between quantum physics and engineering.		
Inhalt	Introduction to Quantum information Processing -- Superconducting Qubits -- Quantum Measurements -- Experimental Setup & Noise Mitigation -- Open Quantum Systems -- Multi-Qubit Systems: Entangling gates & Characterization -- Quantum Error Correction -- Near-term Applications of Quantum Computers		
Voraussetzungen / Besonderes	All students and researchers with a general interest in quantum information science, quantum optics, and quantum engineering are welcome to this course. Basic knowledge of quantum physics is a plus, but not a strict requirement for the successful participation in this course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>529-0059-00L</b>	<b>Nanoscale Molecular Imaging</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Kumar, R. Zenobi</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Lernziel	This course will provide fundamental knowledge about the principal analytical techniques for nanoscale molecular imaging. In addition to the basic concepts, students will also learn the application of advanced molecular characterization tools to solve problems in the chemical, biological and material sciences.				
Inhalt	<p>Nanoscale molecular imaging using fluorescence spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stimulated emission depletion microscopy (STED)</li> <li>- Saturated structured illumination microscopy (SSIM)</li> <li>- Direct stochastic optical reconstruction microscopy (dSTORM)</li> <li>- Photoactivated localization microscopy (PALM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using Raman spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning near-field optical microscopy (aperture SNOM)</li> <li>- Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS): Based on atomic force microscopy (AFM) &amp; scanning tunnelling microscopy (STM)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using infra-red (IR) spectroscopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale Fourier-transform infrared spectroscopy (Nano-FTIR)</li> <li>- Photo-induced force microscopy (AFM-IR)</li> </ul> <p>Nanoscale molecular imaging using ions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanoscale secondary ion mass spectrometry (NanoSIMS)</li> </ul> <p>Single molecule imaging techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scanning probe microscopy: STM &amp; AFM</li> <li>- Ultrahigh vacuum (UHV)-TERS</li> <li>- Cryogenic electron microscopy (Cryo-EM)</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available online.				
Literatur	Information about relevant literature will be available in the lecture & in the lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>529-0625-00L</b>	<b>Chemieingenieurwissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>W. J. Stark</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Chemieingenieurwissenschaften vermittelt die Grundlagen zur Produktions- und Prozessplanung. Neben Reaktorenwahl, Reaktionsführung und Skalierung werden aktuelle Probleme grosstechnischer Prozesse und neue Syntheseverfahren behandelt. Heterogene Katalyse und Transport von Impuls, Masse und Energie verbindet den erarbeiteten Stoff mit der chemisch/biologischen Grundausbildung.				
Lernziel	Die Vorlesung Chemie und Bio-Ingenieurwissenschaften im 4. Semester vermittelt Chemikern, Chemieingenieuren, Biochemikern und Biologen die Grundlagen zur Produktions- und Prozessplanung. Zuerst werden verschiedene Reaktoren, einzelne Prozess- und Verfahrensschritte sowie grosstechnische Aspekte von Chemikalien und Reagenzien eingeführt und anhand von aktuellen Produktionsbeispielen zusammengefügt. Betrachtungen im Bezug auf Materialverbrauch, Energiekosten und Nebenproduktbildung zeigen, wo modernes Engineering einen grossen Beitrag zur umweltfreundlichen Produktion leisten kann. In einem zweiten Teil werden chemische und biologische Vorgänge in Reaktoren, Zellen oder Lebewesen aus einer neuen Sichtweise behandelt. Transport von Impuls, Masse und Energie werden zusammen eingeführt und bilden eine Basis zum Verständnis von Strömungen, Diffusionsvorgängen und Wärmetransport. Mittels dimensionsloser Kennzahlen werden diese Transportvorgänge in die Planung der Produktion eingeführt und ein Ueberblick in die Grundoperationen der chemischen und biochemischen Industrie gegeben. Eine Einführung in heterogene Katalyse verbindet den erarbeiteten Stoff mit der chemisch/biologischen Basis und illustriert wie durch enges Zusammenspiel von Transport und Chemie/Biologie neue, sehr leistungsfähige Prozesse entwickelt werden können.				
Inhalt	Elemente einer chemischen Umsetzung: Vorbereitung der Ausgangsstoffe, Reaktionsführung, Aufarbeitung/Rückführung, Produktreinigung; Kontinuierliche, halbkontinuierliche und diskontinuierliche Prozesse; Materialbilanzen: Chemische Reaktoren und Trennprozesse, zusammengesetzte und mehrstufige Systeme; Energiebilanzen: Chemische Reaktoren und Trennprozesse, Enthalpieänderungen, gekoppelte Material- und Energiebilanzen; Zusammengesetzte Reaktionen: Optimierung der Reaktorleistung, Ausbeute und Selektivität; Stofftransport und chemische Reaktion: Mischungseffekte in homogenen und heterogenen Systemen, Diffusion und Reaktion in porösen Materialien; Wärmeaustausch und chemische Reaktion: Adiabatische Reaktoren, optimale Betriebsweise bei exothermen und endothermen Gleichgewichtsreaktionen, thermischer Runaway, Reaktordimensionierung und Massstabvergrößerung (scale up).				
Skript	Vorlesungsunterlagen können über die Homepage ( <a href="http://www.fml.ethz.ch">www.fml.ethz.ch</a> ) bezogen werden.				
Literatur	Literatur und Lehrbücher werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.				
<b>701-1244-00L</b>	<b>Aerosols II: Applications in Environment and Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Gysel Beer, D. Bell, J. Slowik</b>
Kurzbeschreibung	The life-cycle of atmospheric aerosols, the evolution of their physical and chemical properties, and their impacts on climate, atmospheric chemistry and health are studied in detail using examples from current research.				
Lernziel	The students achieve a profound knowledge of atmospheric aerosols and their climate and health impacts including the underlying physical and chemical processes. The students know and understand advanced experimental methods and are able to design experiments to study aforementioned impacts and processes.				
Inhalt	Atmospheric aerosols: important sources and sinks, wet and dry deposition, chemical composition and transformation processes, importance for men and environment, interaction with the gas phase, influence on health and climate.				
Skript	Information is distributed during the lectures				
Literatur	Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds up on the lecture "Aerosols I: Physical and Chemical Principles"				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

**752-3000-00L Lebensmittel-Verfahrenstechnik I W 4 KP 3V J. Dümpler**

**Kurzbeschreibung** Die Vorlesung vermittelt die physikalischen Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik, insbesondere die thermodynamischen und mechanischen Eigenschaften von Lebensmittelsystemen. Es werden die Grundprinzipien des Energie- und Stofftransports, der klassischen Mechanik, der Thermodynamik, der Fluidodynamik und der Dimensionsanalyse zur technischen Auslegung von Verarbeitungsprozessen eingeführt.

**Lernziel** 1. Verständnis der Grundprinzipien der Mechanik, Thermodynamik, Fluidodynamik und ingenieurtechnischen Apparateauslegung. 2. Anwendung dieser Prinzipien auf Prozesse der Lebensmittelverfahrenstechnik.

**Inhalt** 1. Einführung 2. Grundlagen des Stoff- und Energietransports 3. Grundlagen der Fluidodynamik 4. Grundlagen der Thermodynamik 5. Grundlagen der Mechanik 6. Austausch und Transportvorgänge 7. Grundlagen der ingenieurtechnischen Apparateauslegung 8. Grundlagen der Rheologie 9. Charakterisierung von Pulvern und Schüttgütern

**Skript** Vorlesungsskriptum wird vor der ersten Vorlesung und Folien jeweils vor der Vorlesung bereitgestellt.

**Literatur** P. Grassmann: Einführung in die thermische Verfahrenstechnik, deGruyter Berlin, 1997  
H.D. Baehr: Thermodynamik, Springer Verlag, Berlin, 1984  
H.-G. Kessler: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik – Molkereitechnologie, 1996, Kessler, A. (Verlag)

[1] Grassmann, P. (1997) Einführung in die thermische Verfahrenstechnik. de Gruyter, Berlin

[2] Baehr, H. D. (1996) Thermodynamik. Springer, Berlin

[3] Weipert, D., Tscheuschner, H. D., Windhab, E. J. (1993) Rheologie der Lebensmittel. Behr's Verlag, Hamburg, ISBN 3-86022-161-2

[4] Schulze, D. (2019) Pulver und Schüttgüter - Fließeigenschaften und Handhabung, 4. Auflage. Springer Vieweg, ISBN: 978-3-662-58775-1

[5] Czichos, H., Habig K.-H. (2010) Tribologie-Handbuch - Tribometrie, Tribomaterialien, Tribotechnik, 3. Auflage. Vieweg+Teubner Verlag, Springer Fachmedien Wiesbaden, ISBN: 978-3-8348-9660-5

[6] Fellows, P. J. (2016) Food Processing Technology - Principles and Practice, 4. Auflage. Woodhead Publishing, Sawston, UK, Hardcover ISBN: 9780081019078

**Voraussetzungen / Besonderes** Die Vorlesung erfordert während des Semesters wöchentliche Vor-/Nachbereitung. Im Unterricht wird aktive Mitarbeit erwartet.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

► **Multidisziplinärer**

Den Studierenden stehen sämtliche Master-Kurse der Vorlesungsverzeichnisse der ETH Zürich, der ETH Lausanne sowie der Universitäten Zürich (<https://www.uzh.ch/cmssl/de/studies/application/chmobilityin.html>) und St. Gallen zur individuellen Auswahl offen.

Gesamtes Lehrangebot der ETH Zürich

► **Wissenschaft im Kontext**

Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MAVT

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten

► **Studienarbeit**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1007-00L	<b>Semester Project Micro- and Nanosystems</b> <i>The subject of the Semester Project and the choice of the supervisor (ETH-professor) are to be approved in advance by the tutor.</i>	O	8 KP	17A	Professor/innen
<b>Kurzbeschreibung</b>	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				
<b>Lernziel</b>	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln.				

► **Industrie-Praxis**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1090-00L	<b>Industrial Internship</b> <i>Access to the company list and request for recognition under <a href="http://www.mavt.ethz.ch/praxis">www.mavt.ethz.ch/praxis</a>.</i>	O	8 KP		externe Veranstalter
	<i>No registration required via myStudies.</i>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	The main objective of the minimum twelve-week internship is to expose Master's students to the industrial work environment. The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				
<b>Lernziel</b>	The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				

## ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1006-00L	<b>Master's Thesis Micro- and Nanosystems ■</b> <i>Students who fulfill the following criteria are allowed to begin with their Master's Thesis:</i> <i>a. successful completion of the bachelor program;</i> <i>b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme;</i> <i>c. successful completion of the semester project;</i> <i>d. achievement of 32 ECTS in the category "Core Courses".</i>  <i>The Master's Thesis must be approved in advance by the tutor and is supervised by a professor of ETH Zurich.</i>	O	30 KP	64D	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit schliesst das Master-Studium ab. Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems. Thema und Projektplan werden vom Tutor vorgeschlagen und zusammen mit den Studierenden ausgearbeitet.				
Lernziel	Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems.				

### Mikro- und Nanosysteme Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Mobilitätsstudierende

## ► Lerneinheiten für Mobilitätsstudierende

*Stundenplan erstellen*

*Sollte das Vorlesungsverzeichnis des kommenden Semesters noch nicht online abrufbar sein, stützen Sie sich bitte auf dasjenige des Vorjahres. Als Mobilitätsstudierende können Sie 1-2 Semester an der ETH Zürich studieren. Studienbeginn ist möglich im Herbst- oder im Frühjahrssemester. Sie können Kurse aus verschiedenen Studiengängen und Studienjahren auswählen. Mindestens zwei Drittel aller Kurse müssen Sie jedoch im Fach, in dem Sie an der ETH Zürich eingeschrieben sind, belegen. Wichtig ist, dass Sie die Auswahl mit dem Studienplan Ihrer Heimuniversität koordinieren.*

*Prüfungssession und Semesterendprüfungen*

*Mobilitätsstudierende sind wie die Studierenden der ETH Zürich an die offiziellen Prüfungstermine gebunden. Sie müssen während der Prüfungsperioden an der ETH Zürich anwesend sein. Bitte planen Sie daher entsprechend Ihre Studien, Praktika, Erwerbstätigkeiten und finanziellen Mittel.*

## ►► Projektarbeiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für Mobilitätsstudierende.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
900-0005-00L	<b>5 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>11A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 1 month, supervised by a professor				
900-0010-00L	<b>10 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 2 months, supervised by a professor				
900-0015-00L	<b>15 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>15 KP</b>	<b>32A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 3 months, supervised by a professor				
900-0020-00L	<b>20 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>20 KP</b>	<b>43A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 4 months, supervised by a professor				
900-0025-00L	<b>25 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>25 KP</b>	<b>54A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 5 months, supervised by a professor				
900-0030-00L	<b>30 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>30 KP</b>	<b>64A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 6 months, supervised by a professor				
900-0060-00L	<b>60 Credit Project</b> <i>ONLY for mobility students.</i>	<b>W</b>	<b>60 KP</b>	<b>129A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Any other students (e.g.BSc, MSc, doctoral students) CANNOT enrol for this course unit.</i> Independent project of 1 year, supervised by a professor				

## ►► Zusätzliches Lehrangebot

*nach individueller Absprache*

### Mobilitätsstudierende - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch
Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Neural Systems and Computation Master

## ► Kernfächer

### ►► Obligatorische Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1031-00L	<b>Journal Club (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI702  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	O	2 KP	1S	G. Indiveri
Kurzbeschreibung	The Neuroinformatics Journal club is a weekly meeting during which students present current research papers. The presentation last from 30 to 60 Minutes and is followed by a general discussion.				
Lernziel	The Neuroinformatics Journal club aims to train students to present cutting-edge research clearly and efficiently. It leads students to learn about current topics in neurosciences and neuroinformatics, to search the relevant literature and to critically and scholarly appraise published papers. The students learn to present complex concepts and answer critical questions.				
Inhalt	Relevant current papers in neurosciences and neuroinformatics are covered.				
227-1043-00L	<b>Neuroinformatics - Colloquia (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI701  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	W	0 KP	1K	S.-C. Liu, R. Hahnloser, V. Mantel
Kurzbeschreibung	The colloquium in Neuroinformatics is a series of lectures given by invited experts. The lecture topics reflect the current themes in neurobiology and neuromorphic engineering that are relevant for our Institute.				
Lernziel	The goal of these talks is to provide insight into recent research results. The talks are not meant for the general public, but really aimed at specialists in the field.				
Inhalt	The topics depend heavily on the invited speakers, and thus change from week to week. All topics concern neural computation and their implementation in biological or artificial systems.				

### ►► Wählbare Kernfächer

#### ►►► Systemneurowissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0395-00L	<b>Neural Systems</b>	W	6 KP	2V+1U+1A	R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
Lernziel	This course introduces <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>				
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).  As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				
227-1034-00L	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI402  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	W	6 KP	2V+1U+1A	D. Kiper
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				

Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.

## ▶▶▶ Theoretische und Computergestützte Neurowissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0395-00L</b>	<b>Neural Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
Lernziel	This course introduces <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>				
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).  As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				
<b>227-0973-00L</b>	<b>Translational Neuromodeling</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+1A</b>	<b>K. Stephan</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.				
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.				
Inhalt	This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.  Lecture topics include: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics</li> <li>2. Psychiatric nosology</li> <li>3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms</li> <li>4. Principles of Bayesian inference and generative modeling</li> <li>5. Variational Bayes (VB)</li> <li>6. Bayesian model selection</li> <li>7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)</li> <li>8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases</li> <li>9. Generative models of fMRI data</li> <li>10. Generative models of electrophysiological data</li> <li>11. Generative models of behavioural data</li> <li>12. Computational concepts of schizophrenia and depression</li> <li>13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients</li> </ol>				
	Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.				
Literatur	PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of *both* MATLAB and Julia is required. See TNU website: <a href="https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching">https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching</a>				

Voraussetzungen / Good knowledge of principles of statistics, programming skills in \*both\* MATLAB and Julia.

Besonderes

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen

Konzepte und Theorien

geprüft

Methodenspezifische Kompetenzen

Verfahren und Technologien

geprüft

Analytische Kompetenzen

geprüft

Entscheidungsfindung

gefördert

Medien und digitale Technologien

geprüft

Problemlösung

geprüft

Projektmanagement

gefördert

Soziale Kompetenzen

Kommunikation

gefördert

Kooperation und Teamarbeit

gefördert

Menschenführung und Verantwortung

gefördert

Sensibilität für Vielfalt

gefördert

Persönliche Kompetenzen

Anpassung und Flexibilität

gefördert

Kreatives Denken

geprüft

Kritisches Denken

geprüft

Integrität und Arbeitsethik

gefördert

Selbstbewusstsein und Selbstreflexion

gefördert

Selbststeuerung und Selbstmanagement

gefördert

252-1424-00L

**Models of Computation**

**W**

**6 KP**

**2V+2U+1A**

**M. Cook**

Kurzbeschreibung

This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.

Lernziel

The goal of this course is to become acquainted with a wide variety of models of computation, to understand how models help us to understand the modeled systems, and to be able to develop and analyze models appropriate for new systems.

Inhalt

This course surveys many different models of computation: Turing Machines, Cellular Automata, Finite State Machines, Graph Automata, Circuits, Tilings, Lambda Calculus, Fractran, Chemical Reaction Networks, Hopfield Networks, String Rewriting Systems, Tag Systems, Diophantine Equations, Register Machines, Primitive Recursive Functions, and more.

## ►►► Neurotechnologie und Neuromorphe Ingenieurwissenschaften

**Nummer**

**Titel**

**Typ**

**ECTS**

**Umfang**

**Dozierende**

227-1032-00L

**Neuromorphic Engineering II**

**W**

**6 KP**

**5G**

**T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand**

*Information für UZH Studierende:*

*Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.*

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html>*

Kurzbeschreibung

This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".

Lernziel

Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.

Inhalt

This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".

The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.

Literatur

S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.

Voraussetzungen /  
Besonderes

Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen

Konzepte und Theorien

geprüft

Methodenspezifische Kompetenzen

Verfahren und Technologien

geprüft

Problemlösung

gefördert

Projektmanagement

gefördert

Soziale Kompetenzen

Kommunikation

gefördert

Kooperation und Teamarbeit

gefördert

Menschenführung und Verantwortung

gefördert

Persönliche Kompetenzen

Anpassung und Flexibilität

gefördert

Kreatives Denken

gefördert

Kritisches Denken

gefördert

227-1048-00L

**Neuromorphic Intelligence (University of Zurich)**

**W**

**6 KP**

**2V+3U**

**G. Indiveri, E. Donati**

*No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.*

*UZH Module Code: INI508*

*Mind the enrolment deadlines at UZH:*

*<https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.htm>*

Kurzbeschreibung

In this course we will study the computational properties of spiking neural networks implemented using analog "neuromorphic" electronic circuits. We will present network architectures and computational primitives that can use the dynamics of these circuits to exhibit intelligent behaviors. We will characterize these networks and validate them using full custom chips in laboratory experiments.

Lernziel	The objective of this course is to introduce students to the field of "neuromorphic intelligence" with lectures on spiking neural network architectures implemented using mixed-signal silicon neuron and synapse circuits, and with laboratory sessions using neuromorphic chips to measure the computational properties of different spiking neural network architectures. Class projects will be proposed to validate the models presented in the lectures and carry out real-time signal processing and pattern recognition tasks on real-world sensory data.		
Inhalt	Students will learn about the dynamical properties of adaptive integrate and fire neurons connected with each other via dynamic synapses. They will explore different neural circuits configured to implement computational primitives such as normalization, winner-take-all computation, selective amplification, and pattern discrimination. The experiments will consist of measuring the properties of real silicon neurons using full-custom neuromorphic processors, and configuring them to create neural architectures that can robustly process sensory signals and perform pattern discrimination despite, or thanks to, the limited resolution and large variability of their individual processing element		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft

### ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	<p>The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> <p>Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.</p>				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
Literatur	All written documents in English. H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p>Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p>Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: <ul style="list-style-type: none"> <li>- hidden-Markov models</li> <li>- factor graphs and message passing algorithms</li> <li>- linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares</li> <li>- Gibbs sampling, particle filter</li> <li>- recursive local polynomial fitting for signal analysis</li> <li>- parameter learning by expectation maximization</li> <li>- linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps</li> <li>- binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications</li> </ul>				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0395-00L</b>	<b>Neural Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				

Lernziel	<p>This course introduces</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons</li> <li>- Methods for dissecting animal behavior</li> <li>- Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles</li> <li>- Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types</li> <li>- Neuromodulatory systems and their computational roles</li> <li>- Reward circuits and reinforcement learning</li> <li>- Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons</li> <li>- Birdsong and language</li> <li>- Neurobiological principles for machine learning.</li> </ul>				
Inhalt	<p>From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).</p> <p>As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.</p>				
<b>227-1032-00L</b>	<b>Neuromorphic Engineering II</b> <i>Information für UZH Studierende: Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i></p> <p>This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".</p>				
Lernziel	<p>Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.</p>				
Inhalt	<p>This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".</p> <p>The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.</p>				
Literatur	<p>S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>227-1048-00L</b>	<b>Neuromorphic Intelligence (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student. UZH Module Code: INI508</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3U</b>	<b>G. Indiveri, E. Donati</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.htm">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.htm</a></i></p> <p>In this course we will study the computational properties of spiking neural networks implemented using analog "neuromorphic" electronic circuits. We will present network architectures and computational primitives that can use the dynamics of these circuits to exhibit intelligent behaviors. We will characterize these networks and validate them using full custom chips in laboratory experiments.</p>				
Lernziel	<p>The objective of this course is to introduce students to the field of "neuromorphic intelligence" with lectures on spiking neural network architectures implemented using mixed-signal silicon neuron and synapse circuits, and with laboratory sessions using neuromorphic chips to measure the computational properties of different spiking neural network architectures. Class projects will be proposed to validate the models presented in the lectures and carry out real-time signal processing and pattern recognition tasks on real-world sensory data.</p>				
Inhalt	<p>Students will learn about the dynamical properties of adaptive integrate and fire neurons connected with each other via dynamic synapses. They will explore different neural circuits configured to implement computational primitives such as normalization, winner-take-all computation, selective amplification, and pattern discrimination. The experiments will consist of measuring the properties of real silicon neurons using full-custom neuromorphic processors, and configuring them to create neural architectures that can robustly process sensory signals and perform pattern discrimination despite, or thanks to, the limited resolution and large variability of their individual processing element</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	<p>The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.</p>				

Lernziel	<p>The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.</p> <p>In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.</p> <p>Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.</p> <p>Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.</p> <p>For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.</p>				
Inhalt	<p>The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.</p> <p>Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  How to compare the performance of laboratory-based tomography  Physical approaches in medicine and medical imaging  Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  Shape memory alloy-based medical implants  From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  Artificial muscles for treating severe incontinence  Applying physics in medicine: Benefitting patients</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.  No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	<p>Dieser Kurs ist eine praktische Einführung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.</p>				
Lernziel	<p>Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugänglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.</p>				
Inhalt	<p>siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a></p>				
Skript	<p>Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugänglich, und enthaelt weitere relevante Informationen.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nuetzlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nützlich, aber keine Voraussetzung.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Wissenschaft im Kontext

Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ITET

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten

## ► Master-Arbeit und Seminararbeiten/Seminare

### ►► Option 1: lange Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1041-01L	<b>NSC Master's Thesis (long) and Exam (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI503  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>  <i>Only students who fulfil the following criteria are allowed to begin with their master thesis:</i> a. successful completion of the bachelor programme; b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme.	W	45 KP	96D	M. F. Yanik
Kurzbeschreibung	The Master thesis concludes the study programme. Thesis work should prove the students' ability to independent, structured and scientific working.				
Lernziel	see above				
Voraussetzungen / Besonderes	Application forms can be downloaded at <a href="http://www.nsc.uzh.ch/?id=21602&amp;master=10511&amp;top=10532">http://www.nsc.uzh.ch/?id=21602&amp;master=10511&amp;top=10532</a> . Note: the oral part of the exam must be completed before the written part.				

### ►► Option 2: kurze Master-Arbeit und Semesterarbeiten/Seminare

#### ►►► Kurze Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1041-02L	<b>NSC Master's Thesis (short) and Exam (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI504  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>  <i>Only students who fulfil the following criteria are allowed to begin with their master thesis:</i> a. successful completion of the bachelor programme; b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme.	W	29 KP	62D	M. F. Yanik
Kurzbeschreibung	The Master thesis concludes the study programme. Thesis work should prove the students' ability to independent, structured and scientific working.				
Lernziel	see above				
Voraussetzungen / Besonderes	Application forms can be downloaded at <a href="http://www.nsc.uzh.ch/?id=21602&amp;master=10511&amp;top=10532">http://www.nsc.uzh.ch/?id=21602&amp;master=10511&amp;top=10532</a> . Note: the oral part of the exam must be completed before the written part.				

#### ►►► Semesterarbeiten/Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-1036-01L	<b>NSC Master Short Project I (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI505  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	W	8 KP	17A	M. F. Yanik
Kurzbeschreibung	Usually a student selects the topic of a Master Short Project in consultation with his or her mentor.				
Lernziel	see above				
227-1036-02L	<b>NSC Master Short Project II (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: INI506  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	W	8 KP	17A	M. F. Yanik



Kurzbeschreibung Usually a student selects the topic of a Master Short Project in consultation with his or her mentor.  
Lernziel see above

---

#### Neural Systems and Computation Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

---

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Nuclear Engineering Master

MSc Nuclear Engineering is a joint program of EPF Lausanne and ETH Zurich. The first semester takes place in Lausanne. Students therefore have to enroll at EPFL.

For more information about the curriculum and courses see: <https://www.epfl.ch/education/master/programs/nuclear-engineering/>

## ► Kernfächer

### ►► 2. Semester

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0156-00L</b>	<b>Technology and Safety of Nuclear Power Plants</b> <i>Note: The previous course title until FS22 "Safety of Nuclear Power Plants".</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>A. Manera</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about safety concepts and requirements of nuclear power plants and their implementation in deterministic safety concepts and safety systems. Knowledge about behavior under accident conditions and about the methods of probabilistic risk analysis and how to handle results. Introduction into key elements of the enhanced safety of nuclear systems for the future.				
Lernziel	Deep understanding of safety requirements, concepts and system of nuclear power plants, knowledge of deterministic and probabilistic methods for safety analysis, aspects of nuclear safety research, licensing of nuclear power plant operation. Overview on key elements of the enhanced safety of nuclear systems for the future.				
Inhalt	(1) Introduction into the specific safety issues of nuclear power plants, main facts of health effects of ionizing radiation, defense in depth approach. (2) Reactor protection and reactivity control, reactivity induced accidents (RIA). (3) Loss-of-coolant accidents (LOCA), emergency core cooling systems. (4) Short introduction into severe accidents (Beyond Design Base Accidents, BDBA). (5) Probabilistic risk analysis (PRA level 1,2,3). (6) Passive safety systems. (7) Safety of innovative reactor concepts.				
Skript	Script: Hand-outs of lecture slides will be distributed Script "Short introduction into basics of nuclear power"				
Literatur	S. Glasston & A. Sesonke: Nuclear Reactor Engineering, Reactor System Engineering, Ed. 4, Vol. 2., Chapman & Hall, NY, 1994				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recommended in advance (not binding): 151-0163-00L Nuclear Energy Conversion				
<b>151-0160-00L</b>	<b>Fuel Cycle and Waste Management</b> <i>Note: The previous course title until FS22 "Nuclear Energy Systems".</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Eichler, S. Churakov, O. Leupin, L. Robers</b>
Kurzbeschreibung	Physikalische und chemische Aspekte der Entstehung und Verteilung von Uran, radioaktiver Zerfall und seine Detektion, Urangewinnung, Urananreicherung, Kernbrennstoffherstellung, Wiederaufarbeitung ausgedienter Brennelemente, Entsorgung von radioaktivem Abfall und tiefengeologische Endlagerung				
Lernziel	Die Studenten erhalten einen Überblick über die physikalischen und chemischen Grundlagen, die technologischen Prozesse und die Entwicklungstrends in Bereich der gesamten nuklearen Energieumwandlungskette inklusive Endlagerung				
Inhalt	(1-5) Überblick über den kosmischen und geologischen Ursprung von Uranvorkommen, (radio-)chemische Grundlagen mit Relevanz zur Urananwendung, Radioaktiver Zerfall und dessen Detektion, (6-9) Methoden des Uranbergbaus, der Urangewinnung aus dem Erz, (6-9) Urananreicherung (Diffusionszellen, Ultrazentrifugen, alternative Methoden), chemische Konvertierung Uranoxid - Fluorid - Oxid, Brennelementfertigung, Abbrand im Reaktor, Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (hydro- und pyrochemisch) einschliesslich der modernen Verfahren der Tiefentrennung hochaktiver Abfälle, Methoden der Minimierung von Menge und Radiotoxizität des nuklearen Abfalls, (10-13) Entsorgung von Nuklearabfall, Abfallkategorien und -herkunft, geologische und künstliche Barrieren in Tiefenlagern und deren Eigenschaften, Projekt für ein geologisches Tiefenlager für radioaktive Abfälle in der Schweiz				
Skript	Vorlesungsfolien werden verteilt und in digitaler Form bereit gestellt.				
<b>151-2017-00L</b>	<b>Nuclear Fuels and Materials</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. A. Pouchon, P. J.-P. Spätig</b>
Kurzbeschreibung	Materials for nuclear power plants and fuel are discussed. The course is a basic introduction into this topic and it is mainly concerned with light water reactors. Structural materials for pressure boundaries (reactor pressure vessel, pipings) and reactor internals are introduced. Fuel and fuel claddings are also discussed. Main emphasize is on damage and degradation mechanisms during service.				
Lernziel	The students know the most important structural materials in nuclear reactors know fuel and its behaviour in a reactor know important ageing and degradation mechanisms in nuclear power plants				
Inhalt	Rappels des bases de la science des matériaux LWRs et leurs matériaux de structure, mécanismes d'endommagement Matériaux de gainage, corrosion, types de défaillance Composants sous pression, vieillissement et dégradation Intégrité structurelle, surveillance, gestion de la durée de vie Matériaux structurels pour réacteurs avancés du futur Description générale des combustibles nucléaires, introduction à l'endommagement par radiation Performance thermique du combustible Comportement thermomécanique du combustible Production, évolution des produits de fission Mécanismes du relâchement des gaz de fission Limitations de sécurité liées au combustible Combustibles avancés pour les centrales futures				
Literatur	Distributed documents, recommended book chapters				
Voraussetzungen / Besonderes	Préparation pour : Advanced Topics in Nuclear Reactor Materials (2ème sem.)				
<b>151-2020-00L</b>	<b>Reliability Engineering and Quantitative Risk Analysis</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Sansavini, V. Dang, L. Podofilini</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of reliability and risk analysis, from basic probability concepts to advanced computational techniques, for a variety of industrial application fields. The overall aim is to provide students with a package of methods for systematic and comprehensive system analyses to inform reliability, safety, and resilience.				
Lernziel	At the end of the course, the students will be able to: • Develop risk analysis models for industrial systems (scenarios, undesired events, consequences) • Apply representative tools for quantitative risk analysis (Fault trees and event trees) • Use appropriate measures to understand the contributors (events, components) to system risk • Analyze risk contribution for human factors and incorporate in risk model • Characterize and propagate uncertainties in the risk model parameters - Apply methods to design reliability-, safety-, and resilience-enhancing solutions				

Inhalt	Risk definitions and risk/consequence diagrams; Fault trees and event trees; Boolean logic; risk importance measures; component models; reliability data; human reliability analysis; dependent failures and common causes of failure; Bayesian probability theory; uncertainty modeling and propagation; resilience analysis.				
<b>151-0166-00L</b>	<b>Physics of Nuclear Reactor II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Mikityuk</b>
Kurzbeschreibung	Reactor physics calculations for assessing the performance and safety of nuclear power plants are, in practice, carried out using large computer codes simulating different key phenomena. This course provides a basis for understanding state-of-the-art calculational methodologies in the above context.				
Lernziel	Students are introduced to advanced methods of reactor physics analysis for nuclear power plants.				
Inhalt	Cross-sections preparation. Slowing down theory. Differential form of the neutron transport equation and method of discrete ordinates (Sn). Integral form of the neutron transport equation and method of characteristics. Method of Monte-Carlo. Modeling of fuel depletion. Lattice calculations and cross-section parametrization. Modeling of full core neutronics using nodal methods. Modeling of feedbacks from fuel behavior and thermal hydraulics. Point and spatial reactor kinetics. Uncertainty and sensitivity analysis.				
Skript	Hand-outs will be provided on the website.				
Literatur	Chapters from various text books on Reactor Theory, etc.				
<b>151-0170-00L</b>	<b>Computational Multiphase Thermal Fluid Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Coletti, A. Dehbi, Y. Sato</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with fundamentals of the application of Computational Fluid Dynamics to gas-liquid flows as well as particle laden gas flows including aerosols. The course will present the current state of art in the field. Challenging examples, mainly from the fluid-machinery and plant, are discussed in detail.				
Lernziel	Fundamentals of 3D multiphase flows (Definitions, Averages, Flow regimes), mathematical models (two-fluid model, Euler-Euler and Euler-Lagrange techniques), modeling of dispersed bubble flows (inter-phase forces, population balance and multi-bubble size class models), turbulence modeling, stratified and free-surface flows (interface tracking techniques such as VOF, level-sets and variants, modeling of surface tension), particulate and aerosol flows, particle tracking, one and two way coupling, random walk techniques to couple particle tracking with turbulence models, numerical methods and tools, industrial applications.				
<b>151-0280-00L</b>	<b>Advanced Techniques for the Risk Analysis of Technical Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Sansavini, B. Gjorgiev</b>
Kurzbeschreibung	The course provides advanced tools for the risk/vulnerability analysis and engineering of complex technical systems and critical infrastructures. It covers application of modeling techniques and design management concepts for strengthening the performance and robustness of such systems, with reference to energy, communication and transportation systems.				
Lernziel	Students will be able to model complex technical systems and critical infrastructures including their dependencies and interdependencies. They will learn how to select and apply appropriate numerical techniques to quantify the technical risk and vulnerability in different contexts (Monte Carlo simulation, Markov chains, complex network theory). Students will be able to evaluate which method for quantification and propagation of the uncertainty of the vulnerability is more appropriate for various complex technical systems. At the end of the course, they will be able to propose design improvements and protection/mitigation strategies to reduce risks and vulnerabilities of these systems.				
Inhalt	Modern technical systems and critical infrastructures are complex, highly integrated and interdependent. Examples of these are highly integrated energy supply, energy supply with high penetrations of renewable energy sources, communication, transport, and other physically networked critical infrastructures that provide vital social services. As a result, standard risk-assessment tools are insufficient in evaluating the levels of vulnerability, reliability, and risk. This course offers suitable analytical models and computational methods to tackle this issue with scientific accuracy. Students will develop competencies which are typically requested for the formation of experts in reliability design, safety and protection of complex technical systems and critical infrastructures. Specific topics include: - Introduction to complex technical systems and critical infrastructures - Basics of the Markov approach to system modeling for reliability and availability analysis - Monte Carlo simulation for reliability and availability analysis - Markov Chain Monte Carlo for applications to reliability and availability analysis - Dependent, common cause and cascading failures - Complex network theory for the vulnerability analysis of complex technical systems and critical infrastructures - Basic concepts of uncertainty and sensitivity analysis in support to the analysis of the reliability and risk of complex systems under incomplete knowledge of their behavior Practical exercitations and computational problems will be carried out and solved both during classroom tutorials and as homework.				
Skript	Slides and other materials will be available online				
Literatur	The class will be largely based on the books: - "Computational Methods For Reliability And Risk Analysis" by E. Zio, World Scientific Publishing Company - "Vulnerable Systems" by W. Kröger and E. Zio, Springer - additional recommendations for text books will be covered in the class				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Probability				
<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.				
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.				
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics - Historical Perspective - Schrödinger Equation - Postulates of Quantum Mechanics - Operators - Harmonic Oscillator - Hydrogen atom - Multielectron Atoms - Crystalline Systems - Spectroscopy - Approximation Methods - Applications in Engineering				
Skript	Class Notes and Handouts				
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II				

<b>151-1906-00L</b>	<b>Multiphase Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Coletti</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fluid flows with multiple interacting phases. The emphasis is on regimes where a dispersed phase is carried by a continuous one: e.g., particles, bubbles and droplets suspended in gas or liquid flows, laminar or turbulent. The flow physics is put in the context of natural, biological, and industrial problems.				
Lernziel	The main learning objectives are: - identify multiphase flow regimes and relevant non-dimensional parameters - distinguish spatio-temporal scales at play for each phase - quantify mutual coupling between different phases - apply fundamental principles in complex real-world flows - combine insight from theory, experiments, and numerics				
Inhalt	Single particle and multi-particle dynamics in laminar and turbulent flows; basics of suspension rheology; effects of surface tension on the formation, evolution and motion of bubbles and droplets; free-surface flows and wind-wave interaction; imaging techniques and modeling approaches.				
Skript	Lecture slides are made available.				
Literatur	Suggested readings are provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamental knowledge of fluid dynamics is essential.				
<b>151-2005-00L</b>	<b>Elective Project Nuclear Engineering</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>17A</b>	<b>Professor/innen</b>
	<i>The subject of the Elective Project and the choice of the supervisor (ETH or EPFL professor) are to be approved in advance by the tutor.</i>				
Kurzbeschreibung	The elective project has the purpose to train the students in the solution of specific engineering problems related to nuclear technology. This makes use of the technical and social skills acquired during the master's program. Tutors propose the subject of the project, elaborate the project plan, and define the roadmap together with their students, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The elective project is designed to train the students in the solution of specific engineering problems. This makes use of the technical and social skills acquired during the master's programme.				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				
<b>227-0968-00L</b>	<b>Monte Carlo in Medical Physics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, M. K. Fix</b>
Kurzbeschreibung	Introduction in basics of Monte Carlo simulations in the field of medical radiation physics. General recipe for Monte Carlo simulations in medical physics from code selection to fine-tuning the implementation. Characterization of radiation by means of Monte Carlo simulations.				
Lernziel	Understanding the concept of the Monte Carlo method. Getting familiar with the Monte Carlo technique, knowing different codes and several applications of this method. Learn how to use Monte Carlo in the field of applied medical radiation physics. Understand the usage of Monte Carlo to characterize the physical behaviour of ionizing radiation in medical physics. Share the enthusiasm about the potential of the Monte Carlo technique and its usefulness in an interdisciplinary environment.				
Inhalt	The lecture provides the basic principles of the Monte Carlo method in medical radiation physics. Some fundamental concepts on applications of ionizing radiation in clinical medical physics will be reviewed. Several techniques in order to increase the simulation efficiency of Monte Carlo will be discussed. A general recipe for performing Monte Carlo simulations will be compiled. This recipe will be demonstrated for typical clinical devices generating ionizing radiation, which will help to understand implementation of a Monte Carlo model. Next, more patient related effects including the estimation of the dose distribution in the patient, patient movements and imaging of the patient's anatomy. A further part of the lecture covers the simulation of radioactive sources as well as heavy ion treatment modalities. The field of verification and quality assurance procedures from the perspective of Monte Carlo simulations will be discussed. To complete the course potential future applications of Monte Carlo methods in the evolving field of treating patients with ionizing radiation.				
Skript	A script will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>402-0342-00L</b>	<b>Medical Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Manser</b>
Kurzbeschreibung	Applications of ionizing radiation in medicine such as radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostics. Theory of dosimetry based on cavity theory and clinical consequences. Fundamentals of dose calculation, optimization and evaluation. Concepts of external beam radiation therapy and brachytherapy. Recent and future developments: IMRT, IGRT, SRS/SBRT, particle therapy.				
Lernziel	Getting familiar with the different medical applications of ionizing radiation in the fields of radiation therapy, nuclear medicine, and radiation diagnostics. Dealing with concepts such as external beam radiation therapy as well as brachytherapy for the treatment of cancer patients. Understanding the fundamental cavity theory for dose measurements and its consequences on clinical practice. Understanding different delivery techniques such as IMRT, IGRT, SRS/SBRT, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. Understanding the principles of dose calculation, optimization and evaluation for radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostic applications. Finally, the lecture aims to demonstrate that medical physics is a fascinating and evolving discipline where physics can directly be used for the benefits of patients and the society.				
Inhalt	In this lecture, the use of ionizing radiation in different clinical applications is discussed. Primarily, we will concentrate on radiation therapy and will cover applications such as external beam radiotherapy with photons and electrons, intensity modulated radiotherapy (IMRT), image guided radiotherapy (IGRT), stereotactic radiotherapy and radiosurgery, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. In addition, dosimetric methods based on cavity theory are reviewed and principles of treatment planning (dose calculation, optimization and evaluation) are discussed. Next to these topics, applications in nuclear medicine and radiation diagnostics are explained with the clear focus on dosimetric concepts and behaviour.				
Skript	A script will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended that the students have taken the lecture Medical Physics I in advance.  For students of the MAS in Medical Physics (Specialization A) the performance assessment is offered at the earliest in the second year of the studies.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft	geprüft
<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.				
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.				
Inhalt	The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomotherapy) approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.				
<b>402-0604-00L</b>	<b>Materials Analysis by Nuclear Techniques</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>C. Vockenhuber, A. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Materials analysis by MeV ion beams. Nuclear techniques are presented which allow to quantitatively investigate the composition, structure and trace element content of solids.				
Lernziel	Students learn the basic concepts of ion beam analysis and its different analytical techniques. They understand how experimental data is taken and interpreted. They are able to choose the appropriate method of analysis to solve a given problem.				
Inhalt	The course treats applications of nuclear methods in other fields of research. Materials analysis by ion beam analysis is emphasized. Techniques are presented which allow the quantitative investigation of composition, structure, and trace element content of solids: - elastic nuclear scattering (Rutherford Backscattering, Recoil detection) - nuclear (resonant) reaction analysis - activation analysis - ion beam channeling (investigation of crystal defects) - neutron sources - MeV ion microprobes, imaging surface analysis  The course is also suited for graduate students.				
Skript	Lecture notes will be distributed in pdf.				
Literatur	'Ion Beam Analysis: Fundamentals and Applications', M. Nastasi, J.W. Mayer, Y. Wang, CRC Press 2014, ISBN 9781439846384				
Voraussetzungen / Besonderes	A practical lab demonstration is organized as part of lectures and exercises.  The course is also well suited for graduate students. It can be held in German or English, depending on participants.				
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				
<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trubesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				

Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

### ► Wahlfächer

Course from the catalogue of Master courses ETH Zurich and EPFL. At least 4 credit points must be collected from the offer of Science in Perspective (SiP) compulsory electives at ETH Zurich or Management of Technology and Entrepreneurship at EPFL.

### ► Industrie-Praxis

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1090-00L	<b>Industrial Internship</b> <i>Access to the company list and request for recognition under <a href="http://www.mavt.ethz.ch/praxis">www.mavt.ethz.ch/praxis</a>.</i>	O	8 KP		externe Veranstalter
	<i>No registration required via myStudies.</i>				
Kurzbeschreibung	The main objective of the minimum twelve-week internship is to expose Master's students to the industrial work environment. The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				
Lernziel	The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				

### ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1020-00L	<b>Semester Project Nuclear Engineering</b> <i>The subject of the Semester Project and the choice of the supervisor (ETH or EPFL professor) are to be approved in advance by the tutor.</i>	O	8 KP	17A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				
Lernziel	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln.				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1009-00L	<b>Master's Thesis Nuclear Engineering ■</b> <i>Students who fulfill the following criteria are allowed to begin with their Master's Thesis:</i> <i>a. successful completion of the bachelor programme;</i> <i>b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme.</i> <i>c. successful completion of the semester project.</i> <i>d. completion of minimum 72 ECTS in the categories "Core Courses" and "Electives" in the Master studies and completion of 8 ECTS in the "Semester Project"</i>	O	30 KP	64D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit schliesst das Master-Studium ab. Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems. Thema und Projektplan werden vom Tutor vorgeschlagen und zusammen mit den Studierenden ausgearbeitet.				
Lernziel	Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems.				

#### Nuclear Engineering Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Pharmaceutical Sciences Master

## ► Kernfächer

### ►► Kernfächer II

#### ►►► Pharmaceutical Skills Training

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>511-0013-00L</b>	<b>Ethics in Research and Drug Development ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>E. Kut Bacs, A. Blasimme</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction into the concepts and tools of ethics with a special emphasis on ethical dilemmas in biomedicine and drug development.				
Lernziel	Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to elaborate on basic concepts and tools of ethics, specifically medical ethics and bioethics</li> <li>• know about key ethical questions in biomedical research and drug development</li> <li>• are able to critically reflect on experiments and studies in animals and humans taking into account core ethical values</li> <li>• know where to find more information on international ethical declarations and Swiss ordinances on human and animal research (e.g. swissethics, SAMW)</li> <li>• are able to weigh conflicting ethical values and to develop and take a stance in an ethical debate</li> <li>• know about the conflicting interests in the pharmaceutical industry from a global perspective on drug development (i.e. economization vs. solidarity with less economically developed countries)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students will perform an ethical analysis of current scientific developments in biomedical research and present and debate their results with their peers (1). During the course students will be actively involved in interdisciplinary discussions with the lecturer in ethics and philosophy and with the scientific experts (2).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>511-0010-00L</b>	<b>Scientific Concepts and Methods ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Kut Bacs, V. I. Otto, N. Sieroka</b>
Kurzbeschreibung	The module is an introductory course fostering critical thinking about scientific concepts and methods in the natural sciences, particularly in pharmaceutical and biomedical research.				
Lernziel	Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• have the ability to explain and reflect upon core themes in philosophy of science and cutting edge methods that are relevant in modern pharmaceutical and biomedical research.</li> <li>• are able to explain the role experiments, models, images, and quantification play in the formation of a theory, and the constitution and illustration of a scientific fact.</li> <li>• are able to actively engage in a critical discussion about scientific concepts, methods and approaches in the field of biomedical research and philosophy of science.</li> <li>• are able to critically evaluate the basic scientific assumptions, concepts and approaches underlying their own research project.</li> <li>• have learned to be "responsible scientists" in the sense of explaining their own research project to an audience that is not expert in the research field and to adequately respond to its critical questions.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is best suited for students who have recently performed a research project of their own. Students will be asked to be prepared to explain their research project to an audience that is not expert in the research field on the first and second day of the course (1). This will serve as a basis for individual critical reflections and discussions with other students on the scientific assumptions, concepts and approaches underlying the research project (2). The reflections and insights gained will be summarized by the discussion groups in a short presentation to be given and discussed on the last day of the course (3). All students will be actively involved in interdisciplinary discussions with the lecturers in philosophy of science and with the scientific experts (4). All these elements (1-4) are required for successful completion of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>511-0014-00L</b>	<b>Process &amp; Project Management ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Walter</b>
Kurzbeschreibung	This course provides knowledge about the core of the Process Excellence (PE) methodology as a data-driven, systematic approach to problem solving, with a focus on customer impact. With the help of this tool box, students learn basic project management tools and are prepared to run process improvement projects successfully.				
Lernziel	Students are able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and apply effectively the basic methodologies of project management and Process Excellence;</li> <li>• evaluate systematically processes and identify, visualize, measure, and analyze problems;</li> <li>• create and formulate recommended solutions to identified and analyzed problems.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Process Excellence (PE) is used to improve existing processes. PE aims at sustainable results and satisfied customers. It removes the waste in the organization and improves the flow in the processes. It makes the process outcomes predictable and reliable. PE helps to take the right decision based on facts and figures and to set the right priorities. The successful management of both, processes and projects, is important for sustainable growth in the pharmaceutical industry and requires varying technical skills and soft skills.</p> <p>Process Excellence is also referred to DMAIC, which stands for Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. DMAIC encompasses the following steps: Define the process improvement goals that are consistent with customer demands and enterprise strategy (business case, project charter, voice of the customer); Measure the current process and collect relevant data for future comparison (process mapping, data collection); Analyze relationship and causality of factors, determine what the relationship is, and attempt to ensure that all factors have been considered (process analysis); Improve or optimize the process based upon the analysis using rational and creative techniques (generation and implementation of solutions); Control to ensure that any variances are corrected before they result in defects. Set up pilot runs to establish process capability, move to production, monitor the process, and install control mechanisms. Problem-solving and prioritization: priority matrix; cause &amp; effect diagram; failure mode &amp; effect analysis (FMEA).</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Course prepares the ground for process and project management. Active participation and teamwork are required and assessed. Topics are illustrated with concrete examples. Case study and a business game are used to practice the tools explored during the course		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert

<b>511-0012-00L</b>	<b>Pharmaceutical Biostatistics ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>K. Grosch</b>
Kurzbeschreibung	The course conveys skills necessary to understand, plan, and conduct statistical analyses. This includes a short recapitulation of statistical basics and extends to statistical methods applied in Industry. The student can apply their knowledge to practical examples using the statistical software R and R Studio.				
Lernziel	Know the most frequently used statistics of exploratory data analysis (EDA) and be able to derive these from real data. Know how to create important graphical visualizations in R how to explore data. Understand concepts of probability theory and statistics, including point estimation, statistical tests, interval estimation, and sample size calculation. Understand the origin of multiplicity issues and its avoidance. Understand, and apply different statistical methods, such as ANOVA, linear regressions with the statistical software R. Explain their assumptions and limitations, and be able to run these analyses in R including diagnostic checks based on real data. Be able to plan, analyze experiments, and be able to interpret results of respective statistical analyses.				
Inhalt	Exploratory Data Analysis (EDA) Probability & Statistics ANOVA & linear regression Methods to adjust for multiplicity				
Skript	Presentations (pdf or similar format) will be sent to students prior to course. R scripts will be shared after each course day.				
Literatur	As a preparation for the course, please, review your basic statistic course or use books that were recommended during your basic statistic course (e.g. Stahel, W. 2008, Statistische Datenanalyse, Eine Einführung für Naturwissenschaftler, Springer Vieweg Verlag or other basic text books). It is expected that the student has an understanding of basic statistical concepts.				
Voraussetzungen / Besonderes	As this course IS NOT an introductory course to R or R Studio, the student is expected to be familiar with the use of R and R Studio.  During the course R Studio will be used as a statistical tool. The student is requested to install latest version of R and R Studio on the laptop which should be brought to the course. As a preparation, the student is expected to conduct the following on-line courses on R prior to the start of the course to be adequately prepared:  {Swirl} Learn R in R  You can get directions under the following link: <a href="https://swirlstats.com/students.html">https://swirlstats.com/students.html</a>  Please, conduct the first 9 chapters (chapter 1 to 9) of the training module "R Programming: The basics of programming in R" Total training time is approximately 5h  As we will use latest graphical applications, please, make sure you installed the following libraries prior to the start of the course: Datasets, grDevices, methods, stats, utils, ggplot2, scales, dplyr, tidyr, stringr, vcd, aplpack, lattice, openintro Important other links: <a href="https://cran.r-project.org/">https://cran.r-project.org/</a> <a href="https://www.rstudio.com/">https://www.rstudio.com/</a> <a href="https://www.rstudio.com/wp-content/uploads/2015/03/ggplot2-cheatsheet.pdf">https://www.rstudio.com/wp-content/uploads/2015/03/ggplot2-cheatsheet.pdf</a>  Data sets which will be used during the course will be delivered prior to or during the course.				

## ▶▶▶ Industry-Specific Training

Please consult schedule on the website of the study programme <https://www.chab.ethz.ch/en/studies/master/pharmsciences/documents.html>

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>511-0015-00L</b>	<b>Technical Drug Product Development / CMC ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Schneider</b>
Kurzbeschreibung	This course offers a training to understand the context (big picture), risks and opportunities of Drug Product Development and its interfaces. Experienced professionals from industry present and discuss development concepts and how development has to cooperate with surrounding functions to bring innovative and high quality products as fast as possible to patients.				



Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Students are familiar with the general principles of drug product development for main dosage forms and can explain potential critical parameters enabling the development of high quality products (solid dosage forms, liquid/sterile/aseptically manufactured products; primary and secondary packed,...)</li> <li>- Students can describe a freeze drying process, how formulation development of lyophilizates works, how to develop a freeze drying process, how process controls are to be implemented and data are to be interpreted. Modules of freeze dryers are well known.</li> <li>- Students can describe technical enablers for optimized drug product development/manufacturing processes are knowledgeable about the variety of drug delivering systems and are able to set up a stability program to define shelf life for a new product.</li> <li>- Students are familiar with drug device development, packaging development and human factor engineering</li> <li>- Students understand the principles of Cell &amp; Gene Therapies development</li> <li>- Students can explain how important good definition and management of interfaces are to be agil, efficient, save costs and shorten time lines to supply products as fast as possible to patients (markets).</li> <li>- Students do understand the big picture what is important to bring drug product to patients and what role drug product development plays.</li> </ul>
Inhalt	<p>Main focus is on sterile -liquids and lyophilized products-, solid dosage forms, as well as on devices, packaging and stability.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Working in groups on specific technical items to educate each other</li> <li>- Active work on case studies/exercises/items during lectures and as pre-work for lectures</li> <li>- Development of a drug product and its manufacturing process, general principals. Critical parameters to be considered for high quality products</li> <li>- Development areas and their surrounding partners / Management of Interfaces/Behaviors as success factors</li> </ul>
Skript	Handouts are available at beginning of each lecture.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klüglich M. Arzneimittelentwicklung , Editio Cantor Verlag, Aulendorf, 2018</li> <li>- Eckstein N. Arzneimittel-Entwicklung und Zulassung, 2. Auflage, Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart 2018</li> <li>- Voigt R. Pharmazeutische Technologie, 10. Auflage, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 2006</li> <li>- Remington: Essentials of Pharmaceutics, edited by Linda Felton, Pharmaceutical Press 2012</li> <li>- Herzfeldt C.D. und Kreuter J. (Hrsg.) Grundlagen der Arzneiformenlehre, Springer Verlag, Berlin 1999</li> <li>- Leuenberger (Hrsg.) Martin - Physikalische Pharmazie, 4. Auflage Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 2002</li> <li>- Bauer K.H., Frömming K.-H., Führer C., Lehrbuch der Pharmazeutischen Technologie, 8. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 2006</li> <li>- relevant publications for each area of interest</li> </ul>

<b>511-0016-00L</b>	<b>Quality Management and Production ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Herzog</b>
Kurzbeschreibung	Quality Management and Production in the pharmaceutical industry integrates design, planning, execution, and control of manufacturing processes to release products of a predetermined quality. The module offers introductory lectures and workshop-like teaching of case studies on quality in the pharmaceutical production.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students can explain the pharmaceutical quality system considering plants, processes, and personnel based on international quality related guidelines.</li> <li>2. Students can explain the role, responsibilities, and competencies of a qualified person with special focus on release requirements for a pharmaceutical product.</li> <li>3. Students can describe the validation of a manufacturing process based on 'quality-by-design' principles.</li> <li>4. Students can describe quality aspects of packaging and stability.</li> <li>5. Students can explain quality risk management measures.</li> </ol>				
Inhalt	The following areas will be covered: quality culture and organization, regulatory requirements, quality risk management, qualification and validation, quality-by-design, process development, manufacturing, documentation.				
Skript	Handouts as electronic files				
<b>511-0018-00L</b>	<b>Clinical Development ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>C. Winnips</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction into the clinical development process of drug products. Underlying principles of medical science, ethics and the legal framework are covered. Next to the theoretical background there is a strong focus on applying the gained knowledge through interactively designing a clinical study, analyzing study data and dealing with operational issues.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the basic principles of clinical trials in modern medicine.</li> <li>• Students can summarise the ethical- and legal framework around clinical studies. In particular, they understand how the rights of patients participating in clinical studies are protected.</li> <li>• Students can explain the clinical development process, the different phases thereof and the role of clinical development in overall product development.</li> <li>• Students can summarise the operational aspects of executing a clinical study.</li> <li>• Students can explain statistical principles of clinical trials and the role of data management.</li> <li>• The students can apply their gained knowledge in clinical development in simulated exercises around clinical trial design and execution</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevant principles of modern medicine</li> <li>• Overview of Clinical Development: basic scientific principles, translation from pre-clinical data, study phases I-IV, study operations, logistics</li> <li>• Regulatory/Ethical Framework</li> <li>• Patient safety: control procedures, reporting of side effects</li> <li>• Clinical trial design and reporting/publishing of results</li> <li>• Study Documentation: overview and explanation of relevant documents including Trial Master File with contents, Standard Operating Procedures.</li> <li>• Quality Aspects: monitoring, audits, issue management</li> </ul>				
Skript	Handouts and relevant publications will be made available				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>511-0019-00L</b>	<b>Pharmacovigilance ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>O. Hellstern</b>
Kurzbeschreibung	The course in Pharmacovigilance (PV) provides basic knowledge and solid practical foundations for those who are seeking to work in PV and it will benefit those who are starting their career in other areas in the pharmaceutical industry. The course covers the principles of PV, its regulations, the principles of risk management, Quality Management, and inspections by Health Authorities.				

Lernziel	Students - have a profound understanding of the importance of Pharmacovigilance and can explain the basic principles. - can define the relevant terms used in Pharmacovigilance. - know how to comply with the regulatory requirements. - can describe the requirements for safety reporting. - can show the different phases of the Signal Management process. - are familiar with measures to manage and minimize risks. - can demonstrate the relevance of a Quality Management System. - can describe the principles of Pharmacovigilance Inspections. - are able to identify Adverse Effects associated with a drug and can demonstrate the necessary actions.		
Inhalt	- General introduction, terms and definitions of Pharmacovigilance - Regulatory environment: Legal requirements (with main focus on the EU and Switzerland) - Reporting requirements in clinical trials - Reporting requirements post-marketing - Periodic Safety Reports: PSUR / PBRER; DSUR - Risk Management Plans (RMP) - Signal Detection and Management - Risk Management and Risk Communication (e.g. Warning Letter) - Quality Management System: SOPs and KPI's - Pharmacovigilance Inspections and Audits - Corrective and Preventive Actions (CAPA) - Automation and Artificial Intelligence in PV		
Skript	Will be published on «mystudies».		
Literatur	Information is available on the official websites of the Health Authorities, e.g. European Medicines Agency (EMA), US Food and Drug Administration (FDA), Swissmedic, and other national Health Authorities. Additional information can be also found on the websites of institutions, e.g. the International Council for Harmonisation (ICH).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Kooperation und Teamarbeit Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>511-0020-00L</b>	<b>Pharmacoeconomics ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>A.-K. Gonschior</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of pharmacoeconomics, pricing, and post-approval market access principles.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students can describe the core principles and basic techniques of pharmacoeconomics.</li> <li>Students can describe the complexity of product value definition from different customer perspectives and explain how this is linked to new product planning and development strategies.</li> <li>Students can apply basic pharmacoeconomic tools and identify critical issues and limitations of selected pharmacoeconomic evaluations</li> <li>Students can develop a basic budget impact model for a pharmaceutical product</li> </ul>				
Inhalt	Pharmacoeconomic methodologies; QoL measurement, cost-effectiveness and budget impact analysis; benefits and limitations of pharmacoeconomic assessments. Principles of pricing, reimbursement and market access processes in major healthcare systems.				
Skript	Lecture notes are provided in course documentation. Literature for case studies is distributed before each exercise. Recommendation of further literature is provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	No specific requirements. Knowledge of the pharmaceutical product development process is helpful.				

<b>511-0017-00L</b>	<b>Regulatory Affairs ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Jud</b>
Kurzbeschreibung	The module "Drug Regulatory Affairs" provides an overview of current regulations and legislation and their practical application to the development and commercialization of pharmaceutical products in the EU and CH. The module offers insight into regulatory strategies and intelligence and emphasises the increasing importance of regulatory thinking in the pharmaceutical industry.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>The student is able to explain the role played by regulatory affairs during the development and in obtaining and maintaining marketing authorisations for pharmaceutical products.</li> <li>The student is able to anticipate problems, analyse complex situations, and to identify an optimal strategy for achieving marketing authorisation approvals in a timely manner and maintain marketing authorisations over the whole life-cycle of a medicinal product.</li> <li>The student knows how to comply with the current regulatory requirements, how to follow different regulatory steps and how to identify the chemical/ pharmaceutical, preclinical and clinical data required for the marketing authorisation application, taking into account the interaction between the various parts of a dossier.</li> <li>The student can define interactions between the company and the competent health authority as well as interactions between different stakeholders and regulated fields within the company.</li> <li>The student knows how and where to get drug regulatory affairs relevant information.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevance of drug regulatory affairs in the development and commercialization process of pharmaceutical products in industry.</li> <li>Overview of the pharmaceutical legislation, industry issues of large as well as small and medium-sized enterprises (SMEs) and obligation of health authorities.</li> <li>Overview of different pharmaceutical products (e.g. borderline products, generics, biotechnological products) and their different regulatory issues.</li> <li>Overview of processes and applications for marketing authorisation with emphasis on EU and Switzerland.</li> <li>Introduction to regulatory intelligence.</li> <li>Content management and critical evaluation of scientific issues and implications in the documentation for drug development, chemistry, preclinical and clinic for new marketing authorisations of a medicinal product as well as maintaining marketing authorisations during its life-cycle.</li> <li>Strategic planning of the regulatory process and interaction with internal and external stakeholders.</li> </ul>				
Skript	Will be published on «mystudies»				
Literatur	All information is available via the official homepages of the competent health authorities.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge about patents and supplementary protection certificates is required. Course requires active participation.				

## ► Wahlfächer

### ►► Wahlfächer II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
511-0004-00L	Research Project ■	W	15 KP	39A	Dozent/innen

Kurzbeschreibung	Research projects familiarise students with scientific procedures and operational methodologies through supervised participation in current research work.			
<b>511-0005-00L</b>	<b>Internship ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>31A</b> Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The internship takes place outside universities, the main locations being: pharmaceutical industry, consultancy, health and regulatory authorities and hospitals. Students experience the professional handling of questions in the field of pharmaceutical sciences through their own practical activities			
Lernziel	In an internship the students experience the professional handling of questions in the field of pharmaceutical sciences through their own practical activities and be able to implement the knowledge gained, by <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysing problems in their complexity and developing solutions in a conceptual way,</li> <li>• experiencing the aspects of an everyday working environment,</li> <li>• acquiring key skills,</li> <li>• establishing contacts for prospective careers.</li> </ul>			
Inhalt	Work experience outside of university, duration of at least 12 weeks.  An Internship agreement is set up between the student, the company and a member of the teaching staff of the Institute of Pharmaceutical Sciences.  At the end of the internship, the student draws up a formal report.			
<b>511-0006-00L</b>	<b>Consolidation Work ■</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>14A</b> Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The Consolidation Work consists of a literature work and provides an opportunity for the students to deeply investigate and consolidate their knowledge in a scientific or technical field of relevance to pharmaceutical sciences / the pharmaceutical industry.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• students develop their scientific reflection ("Critical Thinking") and independent working skills on a topic relevant to pharmaceutical sciences / the pharmaceutical industry</li> <li>• students gain in-depth knowledge of the topic investigated</li> <li>• students train their scientific writing skills</li> </ul>			
Inhalt	The Consolidation Work consists of a literature work and provides an opportunity for the students to deeply investigate and consolidate their knowledge in a scientific or technical field of relevance to pharmaceutical sciences / the pharmaceutical industry. Students work alone on a topic of their choice over a time period of maximally 12 weeks and elaborate a written review article. Over this time, the student is loosely supervised by a lecturer of the Master Study Program.			
<b>511-0030-00L</b>	<b>Drug Metabolism and Pharmacokinetics in Drug Product Development ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b> <b>P. Langguth</b>
Kurzbeschreibung	The course illustrates the eminent role Drug Metabolism and Pharmacokinetics (DMPK) play all along the Research & Development Value Chain in the pharmaceutical industry: DMPK data guide lead compound optimization as well as formulation and clinical developments. Furthermore, the importance of DMPK for the comparison of generic and biosimilar drug products is elaborated.			
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain compound selection and lead optimization with respect to biopharmaceutic and pharmacokinetic drug properties, including biological, physicochemical and computational strategies; the properties include, e.g., gastrointestinal absorption, protein binding, brain permeation, and metabolic profiling.</li> <li>• Students can apply biopharmaceutic and pharmacokinetic concepts in the evaluation of the biopharmaceutic quality of dosage forms, the design and optimization of controlled-release dosage forms, and the drug product registration process.</li> <li>• Students can understand and discuss the principles of biopharmaceutic characterization and evaluation of candidate drugs and dosage forms; they can integrate their knowledge of computational, in vitro, in situ, and in vivo tools in drug and dosage form development and evaluation processes.</li> </ul>			
Inhalt	<p>DMPK is one of the three core team functions of the lead optimization projects besides Pharmacology and Medicinal Chemistry that together optimize, select and profile drug development candidates. Another key contribution is the prediction of the PK behavior of drug candidates in animals and in humans, and the estimation of the human efficacious dose and the therapeutic range in patients. This is of relevance to any discipline working along the R&amp;D value chain in the pharmaceutical industry which is why DMPK plays such a central role in drug discovery and development. Similarly, without proper biopharmaceutic characterization of the formulated drugs, i.e. the finished dosage form, formulation development would be inefficient and result in poorly performing drug products in humans.</p> <p>The following topics are addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biopharmaceutics, Metabolism and Pharmacokinetics in Industrial Drug Discovery and Drug Product Development – an overview;</li> <li>• Early drug candidate pharmaceutic and biopharmaceutic profiling – in vitro tools including physiological barriers to drug input, distribution and excretion and transporter mediated processes and in silico tools;</li> <li>• DMPK support in drug discovery including PK analysis in drug discovery, physiologically-based pharmacokinetic (PBPK) modeling, prediction of PK in animals and human and simulation and modelling in Drug Discovery and Development, Allometric scaling: From animals to man; Pharmacokinetics as a predictor of drug effect: PK/PD relationships and models;</li> <li>• Biopharmaceutic properties and molecular structure optimization including in silico predictions of biopharmaceutic properties from molecular structure (e.g. clogP, ADMET predictor), BCS, Rule of five, BDDCS;</li> <li>• Biopharmaceutic drug product comparison, including bioavailability and bioequivalence, biorelevant in vitro dissolution methods, in vitro / In vivo correlation, bioassays;</li> <li>• Hands-on computer demonstrations and exercises (GastroPlus®, Deconvolution, Wagner-Nelson, Loo-Riegelman, Mean time analysis, DDDPlus®, Analysis of given problem sets);</li> <li>• Computer demonstrations (ADMET predictor®, clogP and Modern Biopharmaceutics CD).</li> </ul> <p>The seminars consist of (i) interactive lectures, (ii) individual hands-on exercises, and (iii) simulated project team meetings that together illustrate the variety of contributions and the strong impact that the biopharmaceutic function is making on the research and early/late development phase, with practical examples, case studies and anecdotes to bring basic science to life.</p>			
Skript	Handouts will be uploaded on the "learning materials" repository before the beginning of the module.			
Literatur	Recommended reading materials:  Reichel A and Lienau P. Pharmacokinetics in Drug Discovery: An Exposure-Centred Approach to Optimising and Predicting Drug Efficacy and Safety. Handbook Experimental Pharmacology Series Vol. 232, Springer (2016) pp.235-260 Zhang D. and Surapaneni S. ADME-Enabling Technologies in Drug Design and Development. John Wiley & Sons, Inc. (2012) Loftsson T. Essential Pharmacokinetics - A Primer for Pharmaceutical Scientists. Elsevier (2015)			
Voraussetzungen / Besonderes	This course combines lectures and exercises by working on hands-on problems. Pharmacokinetic and biopharmaceutic knowledge is applied to pharmaceutical discovery and development problems. The practical focus shows how drug development can be optimized using biopharmaceutic and pharmacokinetic principles. Attendance is restricted to students with solid knowledge of biopharmacy.			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken	gefördert				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				
<b>511-0031-00L</b>	<b>Pharmaceutical Profiling to Product Design ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>V. Koradia</b>
Kurzbeschreibung	This module summarizes early pharmaceutical profiling, formulation design and market product development with content that is complementary to Drug Product Development and Industrial Drug Development courses. The recent trends in pharmaceutical field and real-life practical case studies from industry experts are of focus in this interactive course.				
Lernziel	Student learn subject specific aspects of: - understand technical development stages through the journey from molecule to pharmaceutical product - can define critical scientific and strategic attributes fitting to the nuances of early and late stages of drug development - can determine the product concept in relation to the given molecule properties in perspective of the clinical and patients needs - can apply reflective thinking utilizing real life experience based case studies				
Inhalt	Along with building allied competencies to foster career development: - strategic and critical thinking, problem-solving, decision making, team work, Adaptability and flexibility This module is complementary and brings in early product development aspects leading to the full "Drug Product Development" topics that are covered in the compulsory course. Overall, it will provide both thematic overview and key considerations to make a drug molecule to a pharmaceutical product. Pharmaceutical development operates in a dynamic but fragmented environment wherein close inter-relation and collaboration of different skills & steps is the major driver for success. The following topics are covered: - Molecule profiling and evolving pipeline needs - Physico-chemical and biopharmaceutic principles - Pharmaceutical product development phases and its clinical interface - Target product profile in response to patient and market needs				
Skript	Handouts will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
		Soziale Kompetenzen		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
Verhandlung	gefördert				
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert	
Persönliche Kompetenzen				Kreatives Denken	geprüft
				Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
		<b>511-0034-00L</b>	<b>Applied Project Management ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>
Kurzbeschreibung	This course further builds on knowledge and skills acquired in the compulsory course on Process & Project Management. Students apply project management tools in a very practical manner and develop basic skills for running projects successfully. They produce typical project management deliverables by using a representative industry example on drug development.				
Lernziel	Students are able to: • Systematically apply the basic skills acquired in the course on Process & Project Management on producing project management deliverables for typical drug development projects. • Effectively debate the project strategy and decide on the project scope and objectives • Create ways to obtain support for a project, to manage and satisfy stakeholders • Methodically prepare project plans and understand how to control projects effectively. • Systematically produce a risk management plan and understand how to do change management. • Successfully prepare for rational decisions. • Manage teams and meetings, debate the right approach in the team and apply appropriate communication strategies.				
Inhalt	Project Management is the discipline of organizing and managing resources in such way that the project is completed within defined scope, quality, time and cost constraints. A project is a temporary and one-time endeavor undertaken to create a unique product or service, which brings about beneficial change or added value. This property of being a temporary and one-time undertaking contrasts with processes, which are permanent or semi-permanent ongoing functional work to create the same product or service over and over again. Project Management: winning support for the project, stakeholder management; setting goals; effective planning and controlling; risk management; decision making; change management; managing teams; communication strategies.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course requires basic methodologies of the Process & Project Management course. Active participation and teamwork are required and assessed. Applying basic project management methodologies is practiced and intensified by working through a case study on actual drug development.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

**511-0035-00L Vaccines ■ W 1 KP 1G T. Sprang**

Kurzbeschreibung	The course on Vaccines covers different steps in the development of vaccines from the selection of target infection through to post-approval surveillance. Specific aspects in production of viral and bacterial antigens and the final vaccine, in clinical development of the vaccine, the regulatory requirements and pharmacovigilance will be discussed. Aspects of therapeutic vaccines will be discussed		
Lernziel	Students acquire the ability to anticipate problems, analyse complex situations, and offer a strategy for the development of vaccines. Students understand the complexity of vaccine development and production. Students can define interaction with different partners involved in the development/production of a vaccine and with the competent authority during the approval procedure. Students understand possibility of vaccines against medical diseases.		
Inhalt	<p>Production of antigen and final vaccine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bacterial and viral antigens: Isolation, purification, research&amp;development production</li> <li>- Modification of antigen: Toxin to toxoid, polysaccharide-protein complex (conjugation - Formulation and stability</li> <li>- Manufacturing of final vaccine</li> <li>- Requirements regarding manufacturing suites, gowning, hygiene, etc.</li> </ul> <p>Regulatory specifics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differences between pharmaceuticals and biologicals</li> <li>- The manufacturing process in biologicals</li> <li>- Batch release</li> <li>- Variations /Changes</li> <li>- Stability testing</li> </ul> <p>Vaccine Safety Basics &amp; Vaccine Pharmacovigilance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaccine Safety Basics(What is a vaccine &amp; how does it work? What side effects are to be expected following vaccination? Historical vaccination incidents vs challenge of vaccine safety today)</li> <li>- Vaccine Pharmacovigilance (Regulatory framework, Adverse Event (AE)/ Adverse Event Following Immunisation (AEFI), Clinical trials, spontaneous and literature reports, Pharmacovigilance Principles)</li> <li>- Applying Pharmacovigilance in Day-to-Day practice (Case study: Interactions between PV and Quality)</li> </ul> <p>Therapeutic Vaccines</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prophylactic vs. Therapeutic Vaccines</li> <li>- Immunological Background and Vaccine Design.</li> <li>- Virus Like Particles: Nature's Nanoparticles</li> <li>- Case studies; Preclinical and Clinical development of vaccine for Alzheimer's disease, Hypertension and Fertility management.</li> </ul>		
Skript	Handouts will be distributed electronically before the course.		

---

**511-0036-00L Medical Devices ■ W 2 KP 2G T. Imwinkelried**

Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The course provides an overview of the most relevant classes of medical devices such as orthopaedic, dental and cardiovascular implants.</li> <li>- Distinction between medical devices, drug products, and combination products is made, particularly with respect to regulatory requirements.</li> </ul>		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of medical devices, their fabrication, properties and application.</li> <li>• Understanding the specificities of medical devices and their regulation.</li> <li>• Present the life cycle of a medical device including treatment options, market environment, device design and regulatory aspects.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Mechanical function, material properties and surface conditions are key issues of most medical devices. The mechanical function will be a focus of the lectures on artificial joint replacement, dental implants and the treatment of bone fractures. The different classes of materials used in medical devices - ranging from permanent metals to degradable ceramics and polymers - will be presented. The importance of surface conditions for implant-related infections will be discussed.</p> <p>The market and regulatory environment for medical devices will be compared to the pharmaceutical field.</p>		
Skript	Copies of the ppt-presentations will be made available. No script will be distributed.		
Literatur	<p>The biomedical engineering handbook. Ed. by Joseph D. Bronzino, Boca Raton: CRC Press 2015, fourth edition. ISBN 978-1-4398-2533-4</p> <p>Medical instruments and devices: principles and practices. Ed. By Steven Schreiner et al., Boca Raton: CRC Press 2016. ISBN 978-1-4398-7147-8 (E-Book)</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Schutzkonzept: <a href="https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html">https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität

---

**511-0037-00L Communication Skills - Social Competence ■ W 1 KP 1G U. Thibaut**

Kurzbeschreibung	Introduction to various communication fields using real life examples from pharmaceutical and medical device industries. Organizational and cultural specificities, social competence, personality, thinking styles, emotions, conflict management, negotiation & intervention techniques, difficult conversations. The course allows students to apply soft skills in their professional careers.
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can describe and apply some basic principles of different communication theories and thinking preferences (e.g. Transactional analysis, Non-violent communication, Hermann Brain Dominance Instrument).</li> <li>• Students can apply communication and presentation skills and are able to communicate more effectively after the course.</li> <li>• Students will be aware of success factors when working in organizational hierarchies and complex matrix organizations.</li> <li>• Students demonstrate self-reflection and awareness about the importance of personal values, cultural specificities, languages, social competence and individual personality.</li> <li>• Students demonstrate self-reflection, especially in difficult interpersonal situations and can propose solutions to overcome them. They can explain the importance of emotions; they can apply conflict management strategies, know about how to build and lead teams and are able to constructively use the diversity of individuals in the management of teams.</li> <li>• Students can explain the roles of stakeholders, leaders and teams and the typical communication patterns in a pharmaceutical or medical device company.</li> </ul>
Inhalt	This course introduces a variety of communication fields using mainly examples from the pharmaceutical and medical device industry. It requires openness for self-reflection and involves students' active participation in practical communication exercises. The lecturer will provide an introduction to Eric Berne's and Thomas A. Harris' works on "Games People Play" and "I'm OK, You're OK", verbal/nonverbal communication, and presentation skills (Structuring, Body Language, Self-confidence, Language, Speaking with Microphones, Visualization, etc.). The course also offers an introduction to socio-cultural specificities, successful negotiation techniques and conflict management, and to the principles of non-violent communication.
Literatur	Thomas A. Harris, I'm ok – you're ok. Transactional analysis, ISBN-0-06-072427-7 Marshall B. Rosenberg, Gewaltfreie Kommunikation – Eine Sprache des Lebens, 12th Ed, Junfermann, Paderborn, 2016, ISBN 3-87387-454-7 Eric Berne, Games People Play: The Psychology of Human Relationships. New York: Grove Press (1964). ISBN 0-14-002768-8
Voraussetzungen / Besonderes	The course will be split into several parts: (i) Social competence basics, (ii) Communications models e.g. Transactional analysis, Non-violent communication; (iii) Social Competence and Conflict Management; Business Organization and Business Communications, Personal and technical Presentation Skills; Students will do several practical exercises and give short presentations to the audience. Between the lectures students will - read one pagers on business structures - prepare for job interviews: How to write a motivation letter; Critical success factors during and after the interview.

<b>511-0038-00L</b>	<b>Pharmamarketing ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of strategic product marketing and financial planning.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can describe the core principles and basic techniques of product marketing.</li> <li>• Students can apply selected strategic marketing planning tools.</li> <li>• Students can describe the basic techniques of financial portfolio assessments and explain how this is linked to new product planning and development strategies.</li> </ul>				
Inhalt	Strategic product marketing; Market research techniques; Customer segmentation and product positioning; Communication of product features and customer benefits; Market dynamics and competitive reaction; Principles of project finance, forecasting and portfolio strategies.				
Skript	Lecture notes are provided in course documentation. Literature for case studies is distributed before each exercise. Recommendation of further literature is provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	No specific requirements. Knowledge of the pharmaceutical product development process is helpful.				

### ► Praktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>511-0003-00L</b>	<b>Practical Methods in Pharmaceutical Sciences ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Practical Methods in Pharm. Sciences familiarise students with scientific procedures and operational methodologies through supervised participation in current research work.				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>511-0002-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>40D</b>	Dozent/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
Kurzbeschreibung	During the Master's thesis students prove their ability to independent, structured scientific work. The Master's thesis is usually carried out in a subject area of Pharmaceutical Sciences as chosen by the student.				
Lernziel	In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

### ► Wissenschaft im Kontext

	<i>Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB</i>				
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH</i>				
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten</i>				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>535-0421-AAL</b>	<b>Galenical Pharmacy I+II</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>7R</b>	<b>J.-C. Leroux</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch</i>				

*Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	Principles and technologies for the manufacturing of dosage forms and drug delivery systems. Knowledge of pharmaceutical excipients, materials, containers, liquid, solid and semi-solid dosage forms, their production, function, quality and application.		
Lernziel	Knowledge of the most important pharmaceutical excipients, materials, containers, liquid, solid and semi-solid dosage forms, of their production, function, quality, stability and application. Comprehension of the molecular interactions in solid state, solution and colloidal systems.		
Inhalt	Introduction and overview of important fundamentals, principles and technologies for the development and manufacturing of dosage forms and drug delivery systems. Overview of the most important pharmaceutical excipients and polymers, their structure, properties and processing; importance of materials properties for containers. Pharmaceutical solvents, fundamentals of solubility and solubilization of drugs. Water treatment processes, sterilization techniques and quality requirements of pharmaceutical water. Parenteral dosage forms and liquid ophthalmics. Surfactants, micelle formation and colloidal systems. Liquid suspensions and emulsions. Stabilization measures in dosage forms. Important fundamentals, principles and technologies for the development and manufacturing of solid dosage forms and drug delivery systems. Powder technology. Tablets and tableting. Coating technologies. Drug dissolution and release. Hard and soft gelatin capsules. Introduction to drug delivery and targeting. Drug delivery systems for peroral, transdermal, parenteral and mucosal administration.		
Literatur	M. E. Aulton and K. M. G. Taylor, Aulton's Pharmaceutics: The design and manufacture of medicines, 6th ed, Elsevier, Edinburgh, 2021. (excepting chapters 7, 13, 14, 19, 22, 25, 46, 47 and 48 and 49)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert	
	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
	Kreatives Denken	gefördert	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>535-0521-AAL</b>	<b>Pharmacology and Toxicology I+II</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>7R</b>	<b>U. Quitterer</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is a condition for admission to the Pharmaceutical Sciences Master. By self-directed learning, students acquire knowledge about basic principles in pharmacology and toxicology, mechanisms of drug action and clinical uses of important classes of drugs.				
Lernziel	After the successful completion of this course, students have gained knowledge about basic principles in pharmacology and toxicology, mechanisms of drug action and clinical uses of important classes of drugs.				
Inhalt	Contents of this course are defined by the textbook "Basic and Clinical Pharmacology" by Bertram Katzung. The following sections are exam-relevant. Section-I Basic Principles, No. 1,2,3,4. Section-II, Autonomic Drugs, No. 6,7,8,9,10. Section-III Cardiovascular-Renal Drugs, No. 11,12,13,15. Section-IV Drugs with Important Actions on Smooth Muscle, No. 16,17,18,20. Section-V Drugs that Act in the Central Nervous System, No. 21,22,24,25,26,27,28,29,30,31. Section-VI Drugs Used to Treat Diseases of the Blood, Inflammation and Gout, No. 34,35,36. Section-VII Endocrine Drugs, No. 39,41.				
Skript	Course contents are defined by the textbook "Basic and Clinical Pharmacology" by Bertram Katzung. Exam-relevant sections of this book are listed above in the contents section.				
Literatur	Basic and Clinical Pharmacology Bertram Katzung ISBN-10: 126045231X ISBN-13: 978-1260452310 McGraw-Hill Education/Medical; 15th edition (December 2020) 1328 pages (or 16th edition, December 2023; 1368 pages)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>376-0172-AAL</b>	<b>Anatomy I+II</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>D. P. Wolfer</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				

Kurzbeschreibung	Introduction into the histology and anatomy of the human body, including the musculoskeletal, cardio-respiratory, digestive, endocrine, urinary, reproductive systems, as well as the nervous system and sensory organs.
Lernziel	Students acquire basic knowledge of the micro- and macro structure of the organ systems in the human body. They understand basic concepts of the relationship between structure and function, and - based on examples - of the relationship between structural changes and disease.

<b>376-0173-AAL</b>	<b>Physiology I+II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>C. Spengler</b>
Kurzbeschreibung	Principles of human physiology and clinical pathophysiology.				
Lernziel	Understand the basic principles of human physiology and mechanisms of related clinical pathophysiology.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert

<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]  From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				

#### Pharmaceutical Sciences Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet



## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Pharmazeutische Wissenschaften Bachelor

## ► Obligatorische Fächer des Basisjahres

### ►► Basisprüfung

#### ►►► Basisprüfungsblock 1

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

#### ►►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-0002-00L	<b>Einführung in die Pharmazeutischen Wissenschaften II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Hall, A. Burden, S. Erni, C. Halin Winter, S.-D. Krämer, E. Kut Bacs, C. Müller, C. Steuer</b>
Kurzbeschreibung	Erste Identifizierung mit den Pharmazeutischen Wissenschaften; Motivation für die Profilierung im Bereich der Naturwissenschaften (erste zwei Studienjahre) als Vorbereitung auf das Fachstudium; Sensibilisierung für die Aufgaben und die Verantwortung einer staatlichen anerkannten Medizinalperson (eidg. Apothekerdiplom); Übersicht über verschiedene Berufsbilder und mögliche Betätigungsfelder.				
Lernziel	Erste Identifizierung mit den Pharmazeutischen Wissenschaften; Motivation für die Profilierung im Bereich der Naturwissenschaften (erste zwei Studienjahre) als Vorbereitung auf das Fachstudium; Sensibilisierung für die Aufgaben und die Verantwortung einer staatlichen anerkannten Medizinalperson (eidg. Apothekerdiplom); Übersicht über verschiedene Berufsbilder und mögliche Betätigungsfelder.				
Inhalt	Einführung in die verschiedenen Bereiche der Pharmazeutischen Wissenschaften anhand ausgewählter Meilensteine aus Forschung und Entwicklung. Einblick in die Fachprofessuren und deren Forschungsschwerpunkte innerhalb des Netzwerkes Arzneimittel. Sensibilisierung für die Entwicklung der Fähigkeit zu kommunizieren und Information zu verarbeiten. Aufzeigen der Berufsmöglichkeiten in der öffentlichen Apotheke, im Spital, in der Industrie sowie im Gesundheitswesen.				
Skript	Wird teilweise abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Interaktive Lehrveranstaltung Voraussetzung: Einführung in die Pharmazeutischen Wissenschaften I				
401-0292-00L	<b>Mathematik II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>A. Caspar</b>
Kurzbeschreibung	Mathematik I/II ist eine Einführung in die ein- und mehrdimensionale Analysis und die Lineare Algebra unter besonderer Betonung von Anwendungen in den Naturwissenschaften.				
Lernziel	Die Studierenden				
Inhalt	<p>+ verstehen Mathematik als Sprache zur Modellbildung und als Werkzeug zur Lösung angewandter Probleme in den Naturwissenschaften.                      + können Entwicklungsmodelle analysieren, Lösungen qualitativ beschreiben oder allenfalls explizit berechnen: diskret/kontinuierlich in Zeit, Ebene und Raum.                      + können Beispiele und konkrete arithmetische und geometrische Situationen der Anwendungen interpretieren und bearbeiten, auch mit Hilfe von Computeralgebrasystemen.</p> <p><b>## Komplexe Zahlen ##</b>                      - Kartesische und Polar-Darstellung                      - Rechnen mit komplexen Zahlen                      - Lösungen algebraischer Gleichungen</p> <p><b>## Lineare Algebra - Fortsetzung ##</b>                      - Komplexe Vektoren und Matrizen                      - Weitere Arithmetische Aspekte                      - LGS und Gauss-Verfahren</p> <p><b>## Lineare DGL 2. Ordnung und Systeme 1. Ordnung ##</b>                      - Lösen mit Eigenwerten/-vektoren.                      - Qualitative Lösungsverhalten                      - Ebene und Räumliche (Lösungs-)Kurven</p> <p><b>## Integral- und Differentialrechnung (II) ##</b>                      - Hauptsatz der Differential/Integralrechnung                      - Uneigentliche Integrale                      - Anwendungen                      - Gebiets- und Volumenintegral                      -----                      - Partielle Funktionen und Ableitungen                      - Extrema                      - Tangentialebene                      - Verallgemeinerte Kettenregel</p> <p><b>## Vektoranalysis ##</b>                      - Potentialtheorie                      - Formel von Green                      - Divergenz und Ebener (und Räumlicher) Satz von Gauss</p>				
Skript	In Ergänzung zu den Vorlesungskapiteln der Lehrveranstaltungen fassen wir wichtige Sachverhalte, Formeln und weitere Ausführungen jeweils in einem Vademecum zusammen.  Dabei gilt:  * Die Skripte ersetzen nicht die Vorlesung und/oder die Übungen! * Ohne den Besuch der Lehrveranstaltungen verlieren die Ausführungen ihren Mehrwert. * Details entwickeln wir in den Vorlesungen und den Übungen, um die hier bestehenden Lücken zu schliessen. * Prüfungsrelevant ist, was wir in der Vorlesung und in den Übungen behandeln.				

Literatur	Siehe auch Lernmaterial > Literatur			
	<p><b>**Th. Wihler**</b>  Mathematik für Naturwissenschaften, 2 Bände:  Einführung in die Analysis, Einführung in die Lineare Algebra;  Haupt-Verlag Bern, UTB.</p> <p><b>**H. H. Storrer**</b>  Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften I; Birkhäuser.  Via ETHZ-Bibliothek:  &lt;<a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-8598-0">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-8598-0</a>&gt;</p> <p><b>**Ch. Blatter**</b>  Lineare Algebra; VDF  auch als [pdf] auf der Vorlesungsseite</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p><b>## Voraussetzungen ##</b>  Mathematik I</p> <p><b>## Übungen und Prüfungen ##</b>  + Die Übungsaufgaben (inkl. Multiple-Choice und Khan-Aufgaben) sind ein wichtiger Bestandteil der Lehrveranstaltung.  + Es wird erwartet, dass Sie mindestens 75 % der wöchentlichen Serien bearbeiten und zur Korrektur einreichen.  + Der Prüfungsstoff ist eine Auswahl von Themen aus Vorlesung und Übungen. Für eine erfolgreiche Prüfung ist die konzentrierte Bearbeitung der Aufgaben unerlässlich.</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung		geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt		gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>529-1012-00L</b>	<b>Organische Chemie II (für Biol./Pharm.Wiss./HST)</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>5G</b>
	<b>C. Thilgen</b>			
Kurzbeschreibung	Der zentrale Zusammenhang zwischen Struktur und Reaktivität organischer Moleküle wird anhand grundlegender Reaktionstypen der organischen Chemie aufgezeigt. Damit einhergehend wird ein elementares Syntheserepertoire erarbeitet.			
Lernziel	Erwerben grundlegender Kenntnisse der organischen Stoff-, Struktur- und Reaktionslehre. Besonderer Wert wird auf das Verständnis der Reaktionsmechanismen und den Zusammenhang zwischen Struktur und Reaktivität gelegt. Auf diese Weise wird nach und nach ein elementares Syntheserepertoire für kleine organische Moleküle erarbeitet. Die in der Vorlesung besprochenen Konzepte werden anhand konkreter Beispiele in den Übungen angewandt und vertieft.			

Inhalt	<p>Grundlagen der Reaktionslehre. Fundamentale Reaktionstypen der organischen Chemie und die wichtigsten Verbindungsklassen, insbesondere Carbonylverbindungen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reaktionslehre <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Klassifizierung organisch-chemischer Reaktionen</li> <li>1.2 Mittlere Bindungsenthalpien, Spannung</li> <li>1.3 Einstufige Reaktionen (Synchron-Reaktionen)</li> <li>1.4 Mehrstufige Reaktionen</li> <li>1.5 Reaktive Zwischenstufen</li> <li>1.6 Lösungsmittel, Solvataion, H-Brücken</li> <li>1.7 Elemente der Konformationsanalyse</li> </ol> </li> <li>2 Alkane und Cycloalkane – Radikalische Halogenierung <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Definitionen und physikalische Daten</li> <li>2.2 van-der-Waals-Kräfte, Polarisierbarkeit, Ringspannung</li> <li>2.3 Gewinnung und Verwendung von Alkanen</li> <li>2.4 Radikalische Halogenierung von Alkanen</li> <li>2.5 Verbrennung</li> </ol> </li> <li>3 Halogenalkane – Nukleophile Substitution <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Physikalische Eigenschaften, Herstellungsmethoden</li> <li>3.2 Nukleophile Substitution</li> <li>3.3 Halogenhaltige Naturstoffe</li> </ol> </li> <li>4 Alkene – Eliminierung <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Allgemeines</li> <li>4.2 Herstellung von Alkenen, Eliminierungsreaktionen</li> <li>4.3 Alkene als Naturstoffe</li> </ol> </li> <li>5 Alkene – Elektrophile Addition <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 Elektrophile Addition an Alkene</li> <li>5.2 Diels-Alder-Reaktion</li> <li>5.3 1,3-Dipolare Cycloadditionen</li> </ol> </li> <li>6 Alkine, Cycloalkine <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Physikalische Daten</li> <li>6.2 Struktur und physikalische Eigenschaften</li> <li>6.3 Herstellungsmethoden für Alkine</li> <li>6.4 Reaktionen von Alkinen</li> <li>6.5 Naturstoffe und Wirkstoffe mit Acetylen-Einheiten</li> </ol> </li> <li>7 Aromatische Verbindungen – Elektrophile Substitution am Aromaten <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1 Benzol und die Hückel-Regel</li> <li>7.2 Weitere Aspekte der Aromatizität</li> <li>7.3 Wichtige aromatische Carbo- und Heterocyclen</li> <li>7.4 Einteilung der Aromaten nach ihrer Reaktivität bzgl. SEAr</li> <li>7.5 Elektrophile Substitution am Aromaten (SEAr)</li> <li>7.6 Beispiele elektrophiler Substitutionen am Aromaten</li> <li>7.7 Zweitsubstitution am Aromaten</li> <li>7.8 Nitroverbindungen als vielseitige Synthesezwischenprodukte</li> </ol> </li> <li>8 Die Carbonylgruppe I – Aldehyde und Ketone <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1 Allgemeines</li> <li>8.2 Nukleophile Addition von Grignard-Verbindungen und Organolithiumverbindungen an die Carbonylgruppe</li> <li>8.3 Oxidationen und Reduktionen</li> <li>8.4 Amine, Alkohole und Thiole</li> <li>8.5 Umsetzung von Aldehyden und Ketonen mit Wasser und Alkoholen: Hydrate und Acetale</li> <li>8.6 Umsetzung von Aldehyden und Ketonen mit Stickstoffverbindungen: Imine, Iminium-Ionen und Enamine</li> </ol> </li> <li>9 Die Carbonylgruppe II – Carbonsäuren und ihre Derivate <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1 Allgemeines</li> <li>9.2 Säurekatalysierte Veresterung von Carbonsäuren</li> <li>9.3 Alternative Methoden für die Veresterung</li> <li>9.4 Basenvermittelte Verseifung von Carbonsäurederivaten</li> <li>9.5 Carbonsäureanhydride</li> <li>9.6 Carbonsäurechloride</li> <li>9.7 Konzept der Gruppenübertragungspotentiale von Carbonsäurederivaten</li> <li>9.8 Herstellung von Carbonsäureamiden</li> <li>9.9 Derivate der Kohlensäure</li> </ol> </li> <li>10 Die Carbonylgruppe III: Enolate von Carbonylverbindungen als Nukleophile – Aldolreaktion und verwandte Umsetzungen <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1 Allgemeines</li> <li>10.2 Darstellung von Enolaten und Enolat-Analoga</li> <li>10.3 Regioselektivität bei der Deprotonierung von Ketonen</li> <li>10.4 1,3-Dicarbonylverbindungen: doppelt aktivierte Methylengruppe</li> <li>10.5 Aldolkondensation und verwandte Reaktionen</li> <li>10.6 Reaktionen zwischen Carbonsäurederivaten</li> <li>10.7 Michael-Addition</li> <li>10.8 Robinson-Anellierung</li> </ol> </li> </ol>
Skript	Ein Skript ist erhältlich (pdf-Datei). Zu den Übungen werden Musterlösungen ausgegeben. Zusätzliche Unterlagen werden im Rahmen des aktuellen Moodle-Kurses "Organische Chemie II" online zur Verfügung gestellt ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch">https://moodle-app2.let.ethz.ch</a> ).
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisbuch Organische Chemie. Carsten Schmuck, Pearson Studium, 2018. (Kompaktes Lehrbuch für die ersten beiden Semester; 412 Seiten).</li> <li>• Organische Chemie. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, Übers. hrsg. von Holger Butenschön, 6. Aufl., Wiley-VCH, 2020.</li> <li>• Organic Chemistry: Structure and Function. K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore, 8th ed., W. H. Freeman &amp; Company, 2018.</li> <li>• Organic Chemistry. T. W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle, Scott A. Snyder, 12th ed., Wiley, 2017.</li> <li>• Organische Chemie. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, 2. Aufl., Springer Berlin, 2017 (Korr. Nachdr. 2. Auflage 2013).</li> <li>• Organic Chemistry. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, 2nd ed., Oxford University Press, 2012.</li> <li>• Organische Chemie. Paula Y. Bruice, 5. akt. Aufl., Pearson Studium, 2011.</li> <li>• Organic Chemistry. Paula Y. Bruice, 8th ed., Pearson, 2016.</li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch der Vorlesung 529-1011-00 "Organische Chemie I für Biol./Pharm.Wiss./HST".

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**551-0126-00L Grundlagen der Biologie II: Zellen** **O** **6 KP** **5G** **K. Weis, F. Allain, Y. Barral, W.-D. Hardt, U. Kutay, M. Peter, I. Zemp**

**Kurzbeschreibung** Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen.  
**Lernziel** Einführung in die Funktion und Regulation von Zellen  
**Inhalt** Die Lehrveranstaltung vermittelt ein grundlegendes Verständnis von der Struktur, Organisation, Funktion und Regulation der Zelle. Die Vorlesung ist in zwei Hauptteile gegliedert:  
 Teil I: Zellbiologie der Prokaryonten, Evolution, Populationen  
 Dieser Abschnitt erläutert die generellen Prinzipien des Aufbaus und der Regulation von prokaryontischen Zellen, und erklärt die Genetik und Evolution von Bakterien.  
 Teil II: Vereinheitlichende Konzepte in Eukarya  
 Dieser Vorlesungsteil gibt eine breite Einführung in die generelle Struktur von eukaryontischer Zellen, und vermittelt wichtige Konzepte, die den intrazellulären Aufbau und Transport und der Regulation der Genexpression in Eukaryonten betreffen.  
**Skript** Die neu konzipierte Vorlesung wird durch Skripte unterstützt.  
**Literatur** Die Vorlesung wird durch Skripte unterstützt. Ausserdem kann das Lehrbuch "Molecular Biology of the Cell", Alberts et al. 6th edition, Taylor and Francis, und "Brock Biology of Microorganisms", Madigan et al. 15th edition, Pearson, als Unterstützung für den Vortrag verwendet werden. "

**402-0074-00L Physik II** **O** **3 KP** **2V+1U** **T. M. Ihn**

**Kurzbeschreibung** Grundbegriffe der Thermodynamik und statistischen Mechanik, sowie Elemente des Elektromagnetismus  
**Lernziel** 1. Erlernen von grundlegenden physikalischen Konzepten, die für alle Naturwissenschaften relevant sind.  
 2. Erwerben der Fähigkeit, diese Konzepte auf Probleme der Physik, Chemie und Biologie anzuwenden  
 3. Erwerben der Fähigkeit geeignete mathematische Techniken einzusetzen  
 4. Relevante Aspekte eines Problems erkennen und ein Gefühl für die Größenordnung relevanter Größen entwickeln  
**Inhalt** 1. Grundbegriffe der Thermodynamik und statistischen Mechanik: Druck, Temperatur, chemisches Potential, Mikro- und Makrozustände, Entropie, innere Energie, Wärme, erster und zweiter Hauptsatz, Boltzmann Faktor, Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung.  
 2. Elemente des Elektromagnetismus: geometrische Optik, Linsen, Mikroskop, Licht als elektromagnetische Welle, Interferenz und Beugung, Plancksches Strahlungsgesetz, Wechselwirkung von Licht und Materie  
**Kompetenzen** Fachspezifische Kompetenzen Konzepte und Theorien geprüft  
 Methodenspezifische Kompetenzen Analytische Kompetenzen gefördert  
 Problemlösung geprüft  
 Soziale Kompetenzen Kommunikation gefördert  
 Kooperation und Teamarbeit gefördert  
 Persönliche Kompetenzen Anpassung und Flexibilität gefördert  
 Kreatives Denken gefördert  
 Kritisches Denken gefördert

**401-0643-00L Statistik I** **O** **3 KP** **2V+1U** **M. Kalisch**

**Kurzbeschreibung** Einführung in einfache Methoden und grundlegende Begriffe von Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker. Die Konzepte werden anhand einiger anschaulicher Beispiele eingeführt.  
**Lernziel** Grundverständnis für die Gesetze des Zufalls und des Denkens in Wahrscheinlichkeiten. Kenntnis von Methoden zur Darstellung von Daten und zu ihrer quantitativen Interpretation unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.  
**Inhalt** Modelle und Statistik für Zähldaten: Diskrete Wahrscheinlichkeitsmodelle, Binomial-Verteilung, Tests und Vertrauensintervalle für eine Wahrscheinlichkeit, Poisson-Verteilung und deren Statistik, weitere Verteilungen.  
 Modelle und Statistik für Messdaten: Beschreibende Statistik, Zufallsvariablen mit Dichten, t-Test und Wilcoxon-Test und zugehörige Vertrauensintervalle.  
 Regression: Das Modell der linearen Regression, Tests und Vertrauensintervalle, Residuenanalyse.  
**Skript** Es steht ein kurzes Skript zur Verfügung.  
**Literatur** - W. A. Stahel, Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler, 5. Aufl., Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 2007  
**Voraussetzungen / Besonderes** Voraussetzungen: Grundlegende Mathematik-Kenntnisse wie sie im ersten Semester erworben werden.  
**Kompetenzen** Fachspezifische Kompetenzen Konzepte und Theorien geprüft  
 Verfahren und Technologien geprüft  
 Methodenspezifische Kompetenzen Analytische Kompetenzen geprüft  
 Entscheidungsfindung gefördert  
 Medien und digitale Technologien gefördert  
 Problemlösung geprüft  
 Persönliche Kompetenzen Kritisches Denken gefördert  
 Selbststeuerung und Selbstmanagement gefördert

**►► Weitere Fächer des Basisjahres**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0128-00L</b>	<b>Grundlagen der Biologie I</b> <i>Belegungen über myStudies bis spätestens 26.1.2024.</i> <i>Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.</i>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>8P</b>	<b>M. Gstaiger, A. Cléry, E. Dultz, C. H. Giese, R. Kroschewski, M. Künzler</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in die Grundlagen des experimentellen Arbeitens in den klassischen und modernen Biowissenschaften. Im ersten Jahr (Praktikum GL Biol) absolviert jeder Student 12 Kurstage in denen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Mikrobiologie, Biochemie und Molekularbiologie vermittelt werden.				

Lernziel	Einführung in die Biologie einzelliger Organismen und praktische Erfahrung mit biochemischen und molekularbiologischen Experimenten.  Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien findet man unter Moodle
Inhalt	Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list and Instructions). Dieses Praktikum gibt eine Einführung in grundlegende und essentielle Techniken der klassischen und modernen Biologie. Studenten nehmen an allen 12 Kurstagen teil. Das Praktikum findet jeweils Donnerstag und Freitag in zwei Schichten (1. Schicht 8:00-13:00 und 2. Schicht 13:30-18:30) statt und erfordert ein zusätzlich eine Vorbereitung auf den jeweiligen Praktikumstag im Selbststudium via Moodle.  Tag 1: Arbeiten mit und Nachweis von Mikroorganismen Tag 2: Morphologische, biochemische und genetische Differenzierung von Mikroorganismen Tag 3: Biotische Interaktionen und Genetik von Bakterien Tag 4: Metabolismus und Physiologie von Bakterien Tag 5: Werkzeuge I: Aufreinigung von DNA, genetische Modifikation von Mikroorganismen Tag 6: Werkzeuge II: Aufreinigung von RNA, Lebenszyklus der eukaryontischen Zelle Tag 7: Werkzeuge III: Ionenaustausch-basierte Reinigung der TAQ polymerase aus E. coli Tag 8: Werkzeuge IV: Charakterisierung der Fraktionen der TAQ polymerase-Reinigung (SDS-PAGE, WB) Tag 9: Werkzeuge V: mRNA-Analyse mittels RT-PCR und gereinigter Taq Polymerase Tag 10: Affinitätschromatographie von Proteinen, Proteinkristallisation Tag 11: Enzymkinetik Tag 12: Proteinfaltung, Proteinstabilität und Proteinstruktur
Skript Voraussetzungen / Besonderes	Versuchsanleitungen können von der Moodle Seite geladen werden. <b>BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN</b>  Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.  Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.  <b>SEHR WICHTIG!!</b>  1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 26.1.2024 belegen. 2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden! 3. Die Semestereinschreibung für FS 2024 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.  Die 12 Kurstage des Praktikum Grundlagen Biologie I finden jeweils am Donnerstag oder Freitag während des Frühjahrssemesters 2024 statt. Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an diesen Tagen haben. Die genaue Kurseinteilung wird vor Beginn des Semesters mitgeteilt.  PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Donnerstags): 22.02.; 29.02.; 07.03.; 14.03.; 21.03.; 11.04.; 18.04.; 25.04.; 02.05.; 16.05.; 23.05.; 30.05.  PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Freitag): 23.02.; 01.03.; 08.03.; 15.03.; 22.03.; 12.04.; 19.04.; 26.04.; 03.05.; 17.05.; 24.05.; 31.05. Kein Praktikum während der Osterferien: 25.03-05.04.2024

## ► Fächer des zweiten Studienjahres

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-1025-00L</b>	<b>Physikalische Chemie (für Pharm.Wiss.)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Jeschke, M. Yulikov</b>
Kurzbeschreibung	Thermodynamische Grundlagen von Phasengleichgewichten, intermolekularen Wechselwirkungen und molekularer Selbstassoziation und Kinetik von chemischen Reaktionen und Transportprozessen				
Lernziel	Der Kurs vermittelt die physikalisch-chemischen Grundlagen wichtiger Prozesse in Zellen und Organismen sowie in der Galenik. Die Studierenden lernen				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Beurteilung von Gleichgewichten anhand des chemischen Potentials</li> <li>2. Die Interpretation von Phasendiagrammen</li> <li>3. Welche Wechselwirkungen zwischen Molekülen in lebend Zellen wichtig sind</li> <li>4. Warum es zur Selbstorganisation von Molekülen zu Aggregaten kommt</li> <li>5. Welche physikalisch-chemischen Grundlagen das Verhalten von Biomembranen bestimmen</li> <li>6. Wodurch die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, insbesondere auch enzymatisch katalysierter Reaktionen bestimmt wird</li> <li>7. Wodurch die Geschwindigkeit von Stoff- und Wärmetransport bestimmt wird</li> </ol>				
Inhalt	Chemisches Potential, Vorhersage der Richtung von Prozessen, Phasengleichgewicht, Phasenregel, Phasendiagramme reiner Stoffe, kolligative Eigenschaften, Osmose, Dialyse, Grenzflächenspannung, intermolekulare Wechselwirkungen, hydrophober Effekt, Hydrophilie und Denaturierung, Amphiphile, Grundlagen der Selbstassoziation, Mizellen, Packungsparameter, Doppelschichten, Vesikel, Membranen, Elementarreaktionen, Parallelreaktionen, Folgereaktionen, Eyring-Theorie, Enzymkinetik, Diffusion, Wärmeleitung, aktiver Transport				
Skript	Ein elektronisches Skript ist im Moodle und auf <a href="http://epr.ethz.ch/education.html">epr.ethz.ch/education.html</a> verfügbar.				
Literatur	Zusätzlich zum Skript kann der Stoff am Besten mit zwei englischsprachigen Lehrbüchern vertieft werden:  Marc R. Roussel, A Life Scientist's Guide to Physical Chemistry, Cambridge University Press, 2012  Jacob Israelachvili, Intermoleculr and Surface Forces, Academic Press, 1992				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Physik II für Bio/Pharm. Wiss.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>701-0360-00L</b>	<b>Systematische Biologie: Pflanzen ■</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+3P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet einen Überblick über die Diversität der Farn- und Blütenpflanzen. Es werden die Grundlagen der Systematik vermittelt unter Berücksichtigung von morphologischen, phylogenetischen und ökologischen Aspekten. Bei den Pflanzenarten liegt der Schwerpunkt auf der Flora der Schweiz, aber auch Beispiele mit pharmazeutischer Relevanz und Nutzpflanzen werden einbezogen.				
Lernziel	Die Studierenden kennen: - die Grundlagen der Pflanzensystematik - die wichtigsten übergeordneten Pflanzengruppen anhand morphologischer Merkmale und ihrer Biologie - 32 ausgewählte Familien der Blütenpflanzen - 200 ausgewählte Arten und deren Ökologie, mit speziellem Fokus auf die Flora der Schweiz - Beispiele von Arznei- und Nutzpflanzen - die wichtigsten Standorteigenschaften und Vegetationstypen des Tieflandes.				
Inhalt	Die Vorlesung verleiht einen Überblick über Moose, Farne, Gymnospermen und Angiospermen. Ausgewählte Familien der Angiospermen werden ausführlich behandelt. Weitere Themen sind Grundlagen der Pflanzensystematik, Generationswechsel, phylogenetische Stammbäume, morphologische Begriffe, sowie Lebensweise und Ökologie der Pflanzen. Anhand ausgewählter Beispiele wird auf die Bedeutung der Pflanzen als Arznei-, Zeiger- und Nutzpflanzen eingegangen. Zudem wird eine Übersicht über Standorteigenschaften und Vegetation des Tieflandes in der Schweiz gegeben.  Im praktischen Teil lernen die Studierenden Merkmale von Blütenpflanzen zu analysieren und üben das Bestimmen von Pflanzenarten. Auf Exkursionen werden Artenkenntnisse vermittelt und ein Einblick gegeben in Flora und Vegetation ausgewählter Standorte im Schweizer Mittelland.				
Skript	Hilfreiche Kursunterlagen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Baltisberger et al., Systematische Botanik: Einheimische Farn- und Samenpflanzen. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (4. Aufl. 2013). Hess et al., Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Springer, Basel (7. Aufl. 2015). Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5</a>  Stützel, Botanische Bestimmungsübungen. UTB, Ulmer Verlag (3. Aufl. 2015). Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790">https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790</a>  Baltisberger et al. 2019: weBot. Internetapplikation. Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://www.webot.ethz.ch/">https://www.webot.ethz.ch/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Für Studierende der Pharmazeutischen Wissenschaften BSc obligatorisch, für Studierende Umweltnaturwissenschaften BSc mit Vertiefungen in Wald und Landschaft oder Umweltbiologie besonders empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		

<b>376-0153-00L</b>	<b>Histologie</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. P. Wolfer, I. Amrein, L. Slomianka</b>
Kurzbeschreibung	Auf den Vorlesungen Anatomie 1+2 aufbauendes Online-Praktikum am virtuellen Mikroskop Biolucida mit einer Einführung in histologische Technik. Im ersten Teil werden Beispiele von Epithelgewebe, Binde- und Stützgewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe untersucht. Der zweite Teil behandelt die mikroskopische Anatomie ausgewählter Organe.				
Lernziel	Die Studierenden erlangen durch Arbeit am virtuellen Mikroskop ein vertieftes Verständnis des Vorlesungsstoffs, insbesondere der mikroskopischen Anatomie. Sie sind in der Lage, histologische Gewebeproben zu beurteilen, darin organotypische Strukturen und Artefakte zu erkennen und sie einem Organ zuzuordnen.				
Inhalt	Allgemeine Histologie: - Epithelgewebe - Bindegewebe - Knorpel- und Knochengewebe - Nervengewebe - Muskelgewebe  Spezielle Histologie: - Verdauungsorgane - Nervensystem und Sinnesorgane - Endokrine Organe - Urogenitalorgane - Kreislauf- und Atmungsorgane				
Literatur	Empfohlene Lehrbücher Lüllmann-Rauch R, Asan E: Taschenlehrbuch Histologie Kühnel W: Taschenatlas Histologie				

Voraussetzungen / Besonderes	Aufbauend auf: 376-0151-00 Anatomie und Physiologie I 376-0150-00 Anatomie und Physiologie II				
<b>376-0152-00L</b>	<b>Anatomie und Physiologie II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>4V</b>	<b>R. Müller, N. K. Brasier, W. Langhans, E. Slack, L. Slomianka, C. Spengler</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Verdauungstraktes, der endokrinen Organe, des Harnapparates, und des Geschlechtsapparates. Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge. Studium sämtlicher Gewebe und ausgewählter Organsysteme des Menschen anhand von histologischen Schnitten.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Menschen und Kenntnis elementarer pathophysiologischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen kurzgefassten Überblick über Humananatomie und -physiologie. 3. Semester: Grundbegriffe der Gewebelehre und Embryologie. Anatomie und Physiologie: Nervensystem, Muskel, Sinnesorgane, Kreislaufsystem, Atmungssystem. 4. Semester: Anatomie und Physiologie: Verdauungstrakt, endokrine Organe, Stoffwechsel und Thermoregulation, Haut, Blut und Immunsystem, Harnapparat, zirkadianer Rhythmus, Reproduktionsorgane, Schwangerschaft und Geburt.				
Literatur	Anatomie: Martini, Timmons, Tallitsch, "Anatomie", Pearson; oder Schiebler, Korf, "Anatomie", Steinkopff / Springer; oder Spornitz, "Anatomie und Physiologie, Lehrbuch und Atlas für Pflege- und Gesundheitsfachberufe", Springer  Physiologie: Thews/Mutschler/Vaupel: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart  oder  Schmidt/Lang/Thews: Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Heidelberg				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Besuch der Anatomie und Physiologie I - Vorlesung ist Voraussetzung, da die Anatomie und Physiologie II - Vorlesung auf dem Wissen der im vorangegangenen Semester gelesenen Anatomie und Physiologie I - Vorlesung aufbaut.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft	geprüft
<b>535-0226-00L</b>	<b>Pharmazeutische Analytik II ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Steuer, B. Pfeiffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs umfasst die theoretischen Grundlagen der Pharmazeutischen Analytik im Rahmen der Regulierung durch das Europäische und Schweizer Arzneibuch				
Lernziel	Die Studenten werden in der Lage sein folgende Sachverhalte darzustellen: Beschreibung und Nennung der wichtigsten instrumentellen analytischen Methoden zur Identifizierung, Reinheitstestung und Quantifizierung von Arzneistoffen und Hilfsstoffen in Ph. Eur., USP, JP, und Ph. Helv. Analyse und Spektreninterpretation von Arzneistoffen und Hilfsstoffen Erklären und Klassifizierung der wichtigsten analytischen Methoden für Apotheke und Industrie				
Inhalt	Vermittlung von Wissen in pharmazeutischer Analytik zur Erfüllung regulatorischer Bestimmungen (Ph. Eur). Schwerpunkte werden auf spektroskopische Methoden, Massenspektrometrie und chromatographischen Techniken zur Identifizierung, Reinheitstestung und Gehaltsbestimmung von pharmazeutisch aktiven Substanzen und Hilfsstoffen gelegt.				
Skript	Die Folien der Vorlesung werden zur Verfügung gestellt				
Literatur	Instrumentelle Analytik, G. Rücker, M. Neugebauer, G.G. Willems; Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart Arzneistoffanalyse; H. J. Roth, K. Eger, R. Troschütz; Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart Introduction to Pharmaceutical Chemical Analysis; S.H. Hansen, S. Pedersen-Bjerggaard, K. Rasmussen; Wiley & Sons				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen für die Teilnahme am Praktikum Pharmazeutische Analytik SR 2013: 6 KP aus Analytik/Pharmazeutische Analytik oder 36 KP aus der Kategorie Kernfächer 2. Jahr SR 2020: 7 KP aus Pharmazeutischer Analytik I und II oder 36 KP aus den Kernfächern				

## ►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>551-0130-01L</b>	<b>Grundlagen der Biologie II</b> <i>Belegungen über myStudies bis spätestens 01.02.2024. Spätere Belegungen werden nicht berücksichtigt.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Gstaiger, J. A. Antunes Pereira, S. L. Masneuf, E. B. Truernit</b>
Kurzbeschreibung	Dieses einführende Praktikum gibt den Studenten einen Einblick in den gesamten Bereich der klassischen und modernen Biowissenschaften. Im zweiten Jahr (Praktikum GL Bio II) führt jeder Student drei Kurstage in:  - Tiermodelle - Pflanzenbiologie durch.  (Total 6 Experimente)				
Lernziel	Jeder Versuch dauert einen ganzen Tag. Einführung in die Biologie und Erfahrung mit experimentellem Arbeiten.  Generelle Praktikumsinformation und Kursmaterialien: Moodle.				
Inhalt	Generelle Praktikum Informationen werden auch über E-mail direkt an die Studenten verteilt (Assignment list, Instructions and Schedule & Performance Sheet). Es werden zwei Blöcke angeboten: Tiermodelle und Pflanzenbiologie. Jeder diese Blöcke dauert 3 Wochen  TIERMODELLE: - Anatomie und Histologie der Maus - Biologie und Struktur von Zellgeweben - Gewebe Reparatur und Krebs  PFLANZENBIOLOGIE: - Phytohormone und weitere Wachstumsfaktoren - Molekularbiologie des systemischen Gensilencing - Langstreckentransport und Speicherung - Literaturarbeit und Präsentation				



Skript                    Versuchsanleitungen

Voraussetzungen / Alle Unterlagen für das Praktikum können von der Moodle Seite geladen werden.  
Besonderes            BITTE BEACHTEN SIE AUCH DIE FOLGENDEN REGELN:

Ihre Anwesenheit ist an allen 12 Praktikumstagen obligatorisch. Abwesenheiten werden nur bei Vorliegen eines ärztlichen Attests akzeptiert. Arztzeugnisse (Original) müssen spätestens fünf Tage nach Absenz bei Dr. M. Gstaiger (HPM F43) abgegeben werden.

Über Ausnahmen in besonders dringenden Fällen entscheidet der Studiendelegierte des D-BIOL.

SEHR WICHTIG!!

1. Aufgrund der sehr hohen Studierendenzahlen müssen Sie das Praktikum in myStudies bis 1.2.2024 belegen.

2. Spätere Anmeldungen sind NICHT mehr möglich und können NICHT berücksichtigt werden!

3. Die Semestereinschreibung für FS24 wird vom Rektorat voraussichtlich Ende Herbstsemester 2023 freigeben. Sie bekommen ein E-Mail von Rektorat sobald Einschreibung (myStudies) freigegeben worden ist.

Über myStudies können die Studierenden sich in eine Übungsgruppe eintragen. Sobald die Lerneinheit in myStudies belegt wird, erscheint eine Textbox mit dem Hinweis, dass eine Gruppe ausgewählt werden kann. Entsprechend können die Studierenden im nächsten Schritt eine Gruppe auswählen. Falls sich mehr als 180 Studierende anmelden werden die Überzähligen auf eine Warteliste gesetzt und danach vom Praktikumsleiter eingeteilt.

Stellen Sie deshalb bereits jetzt sicher, dass Sie keine weiteren Verpflichtungen an den folgenden Praktikumstagen haben:

PRAKTIKUMSTAGE FS24 (Montag):

19.02.; 26.02.; 11.03.; 18.03.; 25.03.; 08.04.; 22.04.; 29.04.; 06.05.; 13.05.; 27.05.

In den Osterferien findet kein Praktikum statt: 26.03.-05.04.2024.

376-1156-00L	Praktikum Physiologie (für Pharm.wiss.)	O	2 KP	1P	C. Spengler
Kurzbeschreibung	Experimente zur Funktion von Nerven, Muskeln, Herz, Kreislauf, Atmung und Sinnesorganen beim Menschen.				
Lernziel	Physiologie praktisch erfahren. Erlernen elementarer Untersuchungsmethoden am Menschen und korrekte Interpretation der Messresultate.				
Inhalt	Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit, Aufzeichnung von Elektromyogramm (EMG; Einzelstimulation und Summation) und Mechanogramm; Messung von Lungenfunktion und Sauerstoffverbrauch; Bestimmung der Kreislauf-Anpassung (Herzfrequenz und Blutdruck) an orthostatische Veränderung und körperliche Aktivität, sowie Computersimulation der Herz-Kreislauf-Funktion unter diversen Bedingungen; Bestimmung von Hörschwelle, Sehschärfe, Akkommodationsbreite und Gesichtsfeld.				
Skript	Skriptum zum Physiologie-Praktikum auf Moodle				
Literatur	Schmidt/Lang/Heckmann: Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Heidelberg				
Voraussetzungen / Besonderes	Veranstaltung "Anatomie + Physiologie I", resp. "Physiologie I" besucht.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Problemlösung			gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
529-0430-00L	Praktikum Physikalische Chemie (für Pharm. Wiss.)	O	3 KP	4P	T. Segawa
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in wichtige und grundlegende experimentelle Methoden der physikalischen Chemie. Untersuchung qualitativer und quantitativer Zusammenhänge zwischen physikalisch-chemischen Größen in den beobachteten Systemen.				
Lernziel	Praktische Einführung in die Experimentiertechnik der physikalischen Chemie. Kennenlernen wichtiger Messmethoden und Geräte. Auswertung der Messdaten unter statistischen Gesichtspunkten und kritische Beurteilung der erhaltenen Resultate. Umgang mit Computern. Abfassen von ausführlichen Versuchsberichten.				
Inhalt	Experimente aus den Gebieten chemische Thermodynamik, Kinetik, Elektrochemie, Viskosität, Oberflächenspannung, Spektroskopie. Simulation physikalisch-chemischer Phänomene mit Computern.				
Skript	Erich Meister, "Grundpraktikum Physikalische Chemie: Theorie und Experimente", 3. Auflage, vdf Hochschul-Verlag an der ETH, Zürich, 2022. Als e-Book erhältlich. Weitere Unterlagen zu einzelnen Versuchen werden abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mit Belegung dieses Praktikums bestätigen die Studierenden, alle Sicherheitsinformationen gründlich zu studieren und Anweisungen zu befolgen				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ► Fächer des dritten Studienjahres

### ►► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>535-0135-00L</b>	<b>Klinische Chemie I</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Hersberger</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung der allgemeinen Grundlagen der Laboratoriumsdiagnostik und Übersicht über die Laborparameter zu den Themen Entzündung, Fettstoffwechsel, akuter Herzinfarkt, Diabetes, Nierenfunktion, Urindiagnostik, Lebererkrankungen, Gerinnung, Blutbild, Therapeutic Drug Monitoring und Drogenscreening.				
Lernziel	Übersicht über die Möglichkeiten und Limitationen der Labordiagnostik, wie sie auch in der Offizin angeboten werden könnte. Indikationen und Methoden häufiger Laboruntersuchungen werden gekannt.				
Inhalt	Einführung in die medizinische Laboratoriumsdiagnostik: Immunchemische Methoden, Entzündungsdiagnostik, Akuter Herzinfarkt, Fettstoffwechsel, Diabetes, Nierenfunktion und Urindiagnostik, Blutbild, Gerinnung, Therapeutic Drug Monitoring, Drogenscreening, allgemeine Diagnostik von Lebererkrankungen, Point-of-care Diagnostik.				
Skript	Unterlagen werden vor der Vorlesung elektronisch verfügbar gemacht.				
Literatur	- Jürgen Hallbach, Klinische Chemie und Hämatologie für den Einstieg, Thieme Verlag - Harald Renz, Praktische Labordiagnostik, de Gruyter Verlag - Walter Guder, Das Laborbuch für Klinik und Praxis, Elsevier Verlag				
<b>535-0231-00L</b>	<b>Medizinische Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Hall</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt ausgewählte Medikamente und die ihren therapeutischen Effekt erklärenden molekularen Wirkungsmechanismen. Beschrieben werden historische und moderne Methoden der Medikamenten-Entdeckung und -Entwicklung. Struktur-Wirkungs-Beziehungen und biophysikalische Grundlagen der Ligand-Target-Wechselwirkung werden diskutiert und mit Beispielen illustriert.				
Lernziel	Grundlegendes Wissen zu Therapeutika hinsichtlich ihrer pharmazeutischen und molekularpharmakologischen Eigenschaften erlangen.				
Inhalt	Molekulare Wirkungsmechanismen synthetischer und natürlicher Therapeutika. Struktur-Wirkungsbeziehungen, biophysikalische Grundlagen der Ligand-Target Wechselwirkung.				
Skript	Wird in Einzelteilen jeweils vor der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	- G.L. Patrick, "An Introduction to Medicinal Chemistry", 5th edition, Oxford University Press (2013) - D. Steinhilber, M. Schubert-Zsilavec, H.J. Roth, "Medizinische Chemie", Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart (2005) - J.H. Block, J.M. Beale, "Organic Medicinal and Pharmaceutical Chemistry", 11th edition, Lippincott, Williams, Wilkins (2002) - A. Gringauz, "How Drugs Act and Why", Wiley (1997) - R. Silverman and M. Holladay, "The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action" 3rd Edition, Academic Press, (2014)				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlegende Vorlesungen in Physikalischer und Organischer Chemie, Biochemie und Biologie. Besuch der Vorlesung Medizinische Chemie I.				
<b>535-0241-03L</b>	<b>Biopharmazie</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>S.-D. Krämer</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Biopharmazie. Erarbeiten der wichtigsten pharmakokinetischen Parameter, welche das Verhalten eines bestimmten Arzneistoffes im Körper beschreiben. Interpretation von Konzentrations-Zeit-Kurven. Befähigung zur Beurteilung von Arzneistoffen anhand ihrer physikalisch-chemischen und pharmakokinetischen Parameter. Abschätzen des Interaktionsprofils bei Co-medikation.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Biopharmazie. Erarbeiten der wichtigsten pharmakokinetischen Parameter, welche das Verhalten eines bestimmten Arzneistoffes im Körper beschreiben (Absorption, Verteilung, Biotransformation und Exkretion). Interpretation von Konzentrations-Zeit-Kurven. Befähigung zur Beurteilung von Arzneistoffen anhand ihrer physikalisch-chemischen und pharmakokinetischen Parameter. Abschätzen des Interaktionsprofils bei Co-medikation mit verschiedenen Arzneistoffen.				
Inhalt	Einführung in die Kinetik von Arzneistoffen im Körper; Definition der wichtigsten pharmakokinetischen Parameter und deren Berechnung aus klinischen Messdaten (Kompartimentmodell, statist. Modell); Kinetik der Absorption bei extravasaler Applikation; Kinetik der Verteilung inkl. Proteinbindung; Kinetik der Elimination: Exkretion und Biotransformation (physiologisches Modell); Pharmakokinetische Profilierung von Arzneistoffen: Verknüpfung der Kernparameter. Erstellen und Anpassen von Dosierungsschemata.				
Literatur	P. Langguth, G. Fricker, H. Wunderli-Allenspach "Biopharmazie", Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2004.				
<b>535-0422-00L</b>	<b>Galenische Pharmazie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J.-C. Leroux, E. Giger</b>
	<i>Voraussetzung: Galenische Pharmazie I (535-0421-00L)</i>				
Kurzbeschreibung	Fortsetzung der Vorlesung Galenische Pharmazie I. Pulvertechnologie. Tabletten und Tablettierung. Ueberzogene Arzneiformen. Lösungsgeschwindigkeit und Wirkstofffreigabe. Hart- und Weichgelatine kapseln. Zäpfchen. Einführung in Drug Delivery und Targeting. Abgabesysteme für die perorale, transdermale, parenterale und mukosale Anwendung.				
Lernziel	Einführung und Ueberblick über wichtige Grundlagen, Prinzipien und Techniken zur Entwicklung und Herstellung von Arzneiformen und Drug Delivery-Systemen. Fortsetzung der Vorlesung Galenische Pharmazie I. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse über Eigenschaften, Funktionen, Qualität und Anwendung der Arzneiformen. Es werden folgende Themen behandelt: Pulvertechnologie. Tabletten und Tablettierung. Ueberzogene Arzneiformen. Lösungsgeschwindigkeit und Wirkstofffreigabe. Hart- und Weichgelatine kapseln. Zäpfchen. Einführung in Drug Delivery und Targeting. Abgabesysteme für die perorale, transdermale, mukosale und parenterale Anwendung. Formulierung biotechnologischer Ausgangsstoffe.				
Inhalt	Übersicht über wichtige Grundlagen, Prinzipien und Techniken für die Entwicklung und Herstellung von festen Arzneiformen und Drug Delivery-Systemen. Pulvertechnologie. Tabletten und Tablettierung. Ueberzogene Arzneiformen. Lösungsgeschwindigkeit und Wirkstofffreigabe. Hart- und Weichgelatine kapseln. Zäpfchen. Einführung in Drug Delivery und Targeting. Abgabesysteme für die perorale, transdermale, mukosale und parenterale Anwendung. Verpackung. Aromatisierung.				
Skript	Skripten, Unterlagen zu den Vorlesungen und weitere unterstützende Dokumente können entweder über den angegebenen Link zur Vorlesung bezogen werden oder direkt vom Dozenten zu Beginn jeder Vorlesung abgegeben.				
Literatur	L.V. Allen Jr, T. B. McPherson, Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems, 12th Ed, Wolters Kluwer, Philadelphia 2023.  M. E. Aulton and K. M. G. Taylor, Aulton's Pharmaceutics: The design and manufacture of medicines, 6th ed, Elsevier, Edinburgh, 2022.  L. Felton, Remington - Essentials of Pharmaceutics, Pharmaceutical Press, London, 2013.  Sinko P.J., Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 8th ed, Wolters Kluwer, Philadelphia, 2023.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung wird der Besuch von Galenische Pharmazie I empfohlen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Kundenorientierung	geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
		Verhandlung	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
			Kreatives Denken	gefördert
			Kritisches Denken	geprüft
			Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>535-0440-00L</b>	<b>Qualitätsmanagement in der pharmazeutischen Praxis O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Sterchi, S. Weidmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden kennen die Bedeutung und die Rolle von Qualitätssicherungsmassnahmen zur Sicherstellung der Qualität, Wirksamkeit und Sicherheit von Arzneimittel. Die Studierenden kennen die wichtigsten schweizerischen Regelwerke bzw. darin zitierte europäische Regelwerke, die aus Sicht der Qualitätssicherung relevant sind und sie können die Inhalte dieser Regelwerke interpretieren.			
Lernziel	Die Studierenden kennen die Bedeutung und die Rolle von Qualitätssicherungsmassnahmen zur Sicherstellung der Qualität, Wirksamkeit und Sicherheit von Arzneimittel. Die Studierenden kennen die wichtigsten schweizerischen Regelwerke bzw. darin zitierte europäische Regelwerke, die aus Sicht der Qualitätssicherung relevant sind und sie können die Inhalte dieser Regelwerke interpretieren.			
Inhalt	Die Grundlagen des Qualitätsmanagements in der pharmazeutischen Industrie werden anhand eines umfassenden Qualitätskonzeptes erläutert. Die gesetzlichen Regelwerke des schweizerischen Heilmittelgesetzes bilden dazu die notwendige Basis. Qualitätssichernde Massnahmen werden in der Forschung und Entwicklung von Arzneimitteln in den Bereichen Präklinik, Klinik, Synthese, Arzneiformung und Verpackung besprochen. Sie bilden die Basis für die Registrierung eines Arzneimittels und stellen die Sollvorgaben für die folgende Herstellung dar (Quality of Design). Vom Gesichtspunkt der "Good Manufacturing Practices" (GMP) werden die vielseitigen Aufgaben und Probleme durch systematisches Aufzeigen der qualitätsbeeinflussenden Faktoren und deren statistische Auswertung bearbeitet. Mit der Validierung der Arbeitsschritte und Einrichtungen und dem Einbezug der Qualitätskontrollmassnahmen in der Herstellung werden die wichtigen Kriterien zur Beurteilung der Qualität des fertigen Arzneimittels dargelegt (Quality of Performance).			
Skript	Es wird kein Skript zur Verfügung gestellt (siehe auch "Literatur").			
Literatur	Qualitätsmanagement und Validierung in der pharmazeutischen Praxis, 2. Auflage, Th. Schneppe & R. H. Müller, Editio Cantor Verlag, ISBN 3-87193-269-8. Die Studierenden müssen vorlesungsbegeleitend einzelne Kapitel aus dieser Literatur im Selbststudium erarbeiten.			
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Basiskenntnisse in den pharmazeutischen Fachgebieten			

<b>535-0522-00L</b>	<b>Pharmakologie und Toxikologie II</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>U. Qwitterer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie gibt im Verlauf von 2 Semestern einen Überblick über die Zusammensetzung, Anwendung und Wirkungsweise von wichtigen Medikamentengruppen. Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Pharmazie und der medizinisch orientierten Naturwissenschaften.				
Lernziel	Das Ziel ist die Vermittlung pharmakologischer und toxikologischer Grundlagen unter Berücksichtigung pharmakologischer, pathophysiologischer und klinischer Zusammenhänge.				
Inhalt	Die Vorlesung umfasst die kurze Darstellung makroskopischer, mikroskopischer, pathobiochemischer sowie funktioneller Veränderungen an Organen und Organsystemen bei wichtigen Erkrankungen. Ausgehend davon werden die Wirkungsmechanismen, die Anwendung, die Pharmakokinetik, unerwünschte Wirkungen, Wechselwirkungen, Toxikologie, Kontraindikationen und Dosierung relevanter Medikamente dargestellt. Allgemeine Prinzipien klinischer Pharmakologie und Pharmakotherapie werden behandelt.				
Skript	Für jede Vorlesung wird ein Skript abgegeben, das eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Stichpunkten beinhaltet.				
Literatur	Die Skripte enthalten die Hauptpunkte der Vorlesung und definieren prüfungsrelevante Kenntnisse. Sie ersetzen die Vorlesung nicht. Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Bernhard Hofmann, Veit Flockerzi. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 13. Auflage, 1244 Seiten 2022 Urban & Fischer in Elsevier, ISBN: 978-3-437-42622-3  Das internationale Standardwerk der Pharmakologie: Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann 14th edition, 1664 pages 2022; McGraw - Hill Higher Education ISBN: 978-264-25807-9				
Voraussetzungen / Besonderes	Abschluss Grundstudium.  Gleichzeitiger oder vorgängiger Besuch des Seminars 535-0523-00 Aktuelle Themen aus Pharmakologie und Toxikologie ist dringend empfohlen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
<b>535-0523-00L</b>	<b>Aktuelle Themen aus Pharmakologie und Toxikologie</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>
		<b>1S</b>	<b>U. Quitterer</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs ergänzt die Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie.		
Lernziel	Vertiefung des Wissens in ausgewählten Themen der Pharmakologie und Toxikologie und Erlernen von Grundprinzipien der Pharmakotherapie.		
Inhalt	Im Rahmen des Kurses wird eine kurze Präsentation über ein ausgewähltes Thema der Pharmakologie und Toxikologie selbständig vorbereitet und als Kurzvortrag im Kurs vorgestellt. Die Präsentation und der Kurzvortrag werden als bestanden oder nicht bestanden bewertet.		
Literatur	<p>Klaus Aktories, Ulrich Förstermann, Franz Bernhard Hofmann, Veit Flockerzi. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 13. Auflage, 1244 Seiten 2022 Urban &amp; Fischer in Elsevier, ISBN: 978-3-437-42622-3</p> <p>Das internationale Standardwerk der Pharmakologie: Goodman &amp; Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. Laurence Brunton, Björn Knollmann 14th edition, 1664 pages 2022; McGraw - Hill Higher Education ISBN: 978-264-25807-9</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Abschluss Grundstudium		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	
<b>535-0534-00L</b>	<b>Drug, Society and Public Health</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>
		<b>1V</b>	<b>J. Steurer, R. Heusser</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundkonzepte und Methoden von Public Health, Epidemiologie und Evidence Based Medicine (EBM). Grundlagen und Prinzipien klinischer Studie zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medikamenten.		
Lernziel	Die Studierenden kennen die Grundkonzepte und Methoden der Epidemiologie; sie kennen die Grundkonzepte der Evidence Based Medicine (EBM) und wissen, wie nach Evidenz in der Pharmakotherapie zu suchen ist		
Inhalt	Einführung in Epidemiologie / Pharmakoepidemiologie / Evidence-based Medicine: Grundbegriffe, Studiendesigns, object-design, statistische Grundlagen, Kausalität in der Pharmako-Epidemiologie, Methoden und Konzepte, Fallbeispiele.		
Skript	Wird abgegeben		
Literatur	<p>- F. Gutzwiller/ F. Paccaud (Hrsg.): Sozial- und Präventivmedizin - Public Health. 4. Aufl. 2011, Verlag Hans Huber, Bern</p> <p>- R. Beaglehole, R. Bonita, T. Kjellström: Einführung in die Epidemiologie. 1997, Verlag Hans Huber, Bern</p> <p>- L. Gordis: Epidemiology, 4 th Ed. 2009, W.B. Saunders Comp.</p> <p>- K.J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology, 2. Ed. 1998, Lippincott Williams &amp; Wilkins</p> <p>- A.G. Hartzema, M. Porta, H.H. Tilson (Eds.): Pharmacoepidemiology - An Introduction. 3. Ed. Harvey Whitney Comp., Cincinnati</p> <p>- R. Bonita, R. Beaglehole. Einführung in die Epidemiologie, 2. überarbeitete Auflage, 2008 Huber Verlag.</p> <p>- B.L. Strom (Eds.): Pharmacoepidemiology. 3. Ed. 2000, Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester</p> <p>- S.E. Straus, W.S. Richardson, P.Glasziou, R.B. Haynes: Evidence-based Medicine. 2005, Churchill Livingstone, London</p> <p>- U. Jaehde, R.Radziwill, S. Mühlebach, W. Schnack (Hrsg): Lehrbuch der Klinischen Pharmazie</p> <p>- L.M. Bachmann, M.A. Puhon, J.Steurer (Eds.): Patientenorientierte Forschung. Einführung in die Planung und Durchführung einer Studie. Verlag Hans Huber, 2008</p>		
<b>535-0391-00L</b>	<b>Pathobiologie</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>
		<b>3G</b>	<b>Y. Yamauchi</b>
Kurzbeschreibung	Pathobiologie beschreibt die Mechanismen, die von der Krankheitsursache zum klinischen Bild führen. Der Kurs vermittelt eine Übersicht über die wichtigsten Organerkrankungen, deren Symptome und pathogenetischen Mechanismen. In Fallbeispielen werden Vorgehensweisen zum Erkennen der besprochenen Krankheiten und einfache Differenzialdiagnosen geübt.		
Lernziel	Verständnis der molekularen Zusammenhänge zwischen Krankheitsursache und klinischem Bild. Kenntnis der wichtigsten Krankheiten und ihrer Symptome. Erste Fähigkeiten zum Erkennen und Unterscheiden von Erkrankungen basierend auf Fallbeispielen.		

Inhalt	<p>Vorlesungsinhalte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung und Allgemeine Pathologie</li> <li>2. Erkrankungen der Blutzellen</li> <li>3. Herz-Kreislauf-Krankheiten</li> <li>4. Erkrankungen der Lunge</li> <li>5. Erkrankungen der Niere</li> <li>6. Erkrankungen des endokrinen Systems; Hormone</li> <li>7. Stoffwechselkrankheiten</li> <li>8. Erkrankungen der Verdauungsorgane</li> <li>9. Hautkrankheiten</li> <li>10. Erkrankungen der Geschlechtsorgane</li> <li>11. Erkrankungen des Bewegungsapparats</li> <li>12. Erkrankungen des Zentral-Nervensystems</li> <li>13. Erkrankungen der Sinnesorgane</li> <li>14. Psychiatrische Erkrankungen</li> </ol>
Skript	Fallbeispiele zu den in der Vorlesung besprochenen Erkrankungen werden durch die Studierenden selbständig gelöst und präsentiert. Wird auf folgender Internetseite veröffentlicht:
Literatur	<p>myStudies</p> <p>Kumar Vinay ; Abbas Abul K. ; Fausto Nelson ; Aster Jon C, Robbins and Cotran, Pathologic Basis of Disease, 9th ed., Saunders Elsevier, Philadelphia 2017</p> <p>Mitchell Richard N. ; Kumar Vinay ; Abbas Abul K. ; Fausto Nelson ; Aster Jon C., Pocket Companion to Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease, 9th ed., Elsevier Saunders, Philadelphia 2017</p> <p>Tischendorf Frank W. (Hrsg.), Blickdiagnostik : Compact-Atlas der klinischen Inspektion und Differenzialdiagnostik, 5. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart 2017</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Abschluss Grundstudium

## ►► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-0240-00L	<b>Praktikum Biopharmazie ■</b> <i>Bedingungen: Gleichzeitige oder vorgängige Belegung und Besuch der Vorlesung, Praktikum Pharmazeutische Analytik bestanden.</i>	O	2 KP	4P	S.-D. Krämer
Kurzbeschreibung	Experimentelle Ermittlung von pharmakokinetischen Parametern mit in vitro-Modellen: Biotransformationsreaktionen (Phase I und II) mit Rattenlebermikrosomen; Verteilungskoeffizient im Octanol/Puffer-System; Proteinbindung und Verdrängung aus der Proteinbindung mittels Gleichgewichtsdialyse.				
Lernziel	Vertiefung und praktische Umsetzung des Vorlesungsstoffes "Biopharmazie" (535-0241-00 V).				
Inhalt	Experimentelle Ermittlung von pharmakokinetischen Parametern mit in vitro-Modellen: Biotransformationsreaktionen (Phase I und II) mit Schweinelebermikrosomen; Verteilungskoeffizient im Octanol/Puffer-System; Proteinbindung und Verdrängung aus der Proteinbindung mittels Gleichgewichtsdialyse.				
Skript	Biopharmazie Praktikumsskript (Krämer/Wunderli-Allenspach)				
Literatur	P. Langguth, G. Fricker, H. Wunderli-Allenspach "Biopharmazie", Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2004				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Praktikum Pharmazeutische Analytik bestanden Besuch der Vorlesung Biopharmazie im gleichen Semester oder vorher				
535-0419-00L	<b>Praktikum Galenische Pharmazie ■</b>	O	5 KP	9P	J.-C. Leroux, E. Giger
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu Hilfsstoffen, die Herstellung einfacher Arzneiformen unter Berücksichtigung von einfachen Qualitätssicherungsaspekten, sowie zu Qualitätskontrollen und Arzneibuchvorschriften. Damit können sie einfache galenische Problemstellungen analysieren und verstehen, experimentell bearbeiten und nach wissenschaftlichen Massstäben beurteilen und präsentieren.				
Lernziel	Einführungsstationen: Die Studierenden verfügen über Kenntnisse über pharmazeutische Hilfsstoffe, Methoden der Herstellung von einfachen, wichtigen Arzneiformen unter Berücksichtigung von Qualitätssicherungsaspekten, sowie über Qualitätskontrollen von Arzneimitteln. Dank diesen Kenntnissen sind die Studierenden in der Lage, einfache Arzneiformen unter einfachen Qualitätssicherungsmaßnahmen herzustellen und deren galenische Qualität zu überprüfen. Die Studierenden verfügen auch über Kenntnisse der einschlägigen Arzneibuchvorschriften, Rezeptursammlungen und Hilfsstoffkataloge. Kleinprojekt: Die Studierenden können eine relativ einfache, galenische Problemstellung in ihrem Kontext verstehen, unter Berücksichtigung von Literaturdaten einen sinnvollen Arbeitsplan für die Problemlösung erstellen, mit punktueller Hilfestellung die Aufgabe korrekt und mit Blick auf Qualitätssicherung bearbeiten, und die Ergebnisse formal wissenschaftlich in schriftlicher und mündlicher Form präsentieren und inhaltlich beurteilen.				

Inhalt	Einführungsstationen: Kenntnis, Verständnis und Anwendung von Methoden und Techniken auf folgenden Gebieten: Wirkstofffreigabe, Zerfall von Arzneiformen, Zerkleinern und Mischen von Pulvern, Granulieren, Extrudieren, Pelletieren, Fliesseigenschaften von Schüttgütern, wahre und scheinbare Dichten von Schüttgütern, Siebanalysen, spezifische Oberfläche von Pulvern, Tablettierung und In-Prozess-Kontrollen, Qualitätsregelkarte zur In-Prozess-Kontrolle, Prüfungen von Tabletten, Überziehen in der Wirbelschicht und im Trommelcoater, Dispergieren und Homogenisieren von flüssigen und halbfesten Zubereitungen, Herstellung von Gelen, Cremes und Salben, Herstellung von flüssigen Emulsionen und Suspensionen, Rheologische Messungen viskoser Systeme, Teilchengrößenbestimmung mittels Laserstreuungsanalyse; Messung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten (Tensiometrie), Wasseraufbereitung, Sterilisation, Sterilitätsprüfungen, Gefriertrocknung, Osmometrie, Konduktometrie, Liposomen. Kleinprojekte: Herstellung von geeigneten Arzneiformen basierend auf Patientenbeispielen.		
Skript	Praktikumsskript; Bedienungsanleitungen und weitere Unterlagen.		
Literatur	Eur. Pharm. (European Pharmacopoeia) USP (United States Pharmacopoeia) KBauer / Frömming / Führer, Lehrbuch der pharmazeutischen Technologie, 11. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 2022		
Voraussetzungen / Besonderes	Unterrichtsmethoden: Demonstrationen; praktische Übungen nach Vorschrift oder unter Anleitung; Selbstständige Literatursuche; Beantwortung von Fragenkatalogen aufgrund von Literaturdaten (Praktikumsskript, Lehrbücher, Kataloge, Arzneibücher); Seminare; Selbstständige experimentelle Projektarbeit. Voraussetzungen: Praktikum Pharmazeutische Analytik bestanden Vorlesung Galenische Pharmazie I besucht Besuch der Vorlesung Galenische Pharmazie II im gleichen Semester oder vorher.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>535-0349-00L</b>	<b>Praktikum Pharmazeutische Biologie ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>B. Pfeiffer, B. Falch</b>
Kurzbeschreibung	Mikroskopische Analyse von Pflanzenmaterial (Arzneibuchangaben). Chromatographische Untersuchung von Arzneipflanzen, Extraktionsmethoden, qualitative/quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen in Arzneipflanzen, Isolierung von Naturstoffen, Bestimmung der Identität und Reinheit von Arzneidroge(n)/Naturstoffen durch mikroskopische, spektroskopische, chemische und chromatographische Methoden.				
Lernziel	Fähigkeit zum praktischen phytochemischen Arbeiten, Verständnis und Überblick über die qualitative und quantitative Analytik von Arzneipflanzen bzw. deren Extrakten. Erwerb von Kenntnissen im Bereich des chemischen, physikalischen und chromatographischen Verhaltens verschiedener Naturstoffgruppen, wie z.B. der Flavonoide, Alkaloide, ätherischen Öle, usw.				
Inhalt	Mikroskopische Analyse von Pflanzenmaterial (insbesondere im Vergleich mit Arzneibuchangaben). Chromatographische Untersuchung von Arzneipflanzen, verschiedene Extraktionsmethoden, qualitative und quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen in Arzneipflanzen, Isolierung von Naturstoffen, Bestimmung der Identität und Reinheit von Arzneidroge(n) und Naturstoffen durch mikroskopische, physikalische, spektroskopische, chemische und chromatographische Methoden.				
Skript	Wird zu Beginn des Praktikums abgegeben.				
Literatur	O. Sticher, J. Heilmann, I. Zündorf: Hänsel/Sticher Pharmakognosie Phytopharmazie, 10. Auflage 2014, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.  Auch möglich: 9. Auflage 2009 (R. Hänsel, O. Sticher: Pharmakognosie Phytopharmazie, Springer Verlag, Berlin) oder 8. Auflage 2007 (R. Hänsel, O. Sticher: Pharmakognosie Phytopharmazie, Springer Verlag, Berlin)  - H. Wagner, S. Bladt, Plant Drug Analysis. A Thin Layer Chromatography Atlas, Springer, 1996.  - K.P. Adam, H. Becker, Analytik biogener Arzneistoffe, Wiss. Verlagsges. mbH Stuttgart, 2000.  - W. Eschrich, Pulver-Atlas der Drogen, 9. Auflage, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 2009.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Praktikum Pharmazeutische Analytik bestanden Besuch der Vorlesung Pharmazeutische Biologie im vorangehenden Semester				

### ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				

Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QQuality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				
<b>752-2001-00L</b>	<b>Lebensmittel-Technologie ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Perren, S. Bolisetty, M. Li, G. Ufheil</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelqualität unter Einbezug von technologischen Verfahrensschritten ein. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Technologie der Verarbeitung von Rohstoff bis zum fertigen Produkt vorgestellt sowie Aspekte der Produktqualität und Charakterisierung materialwissenschaftlicher Eigenschaften diskutiert.				
Lernziel	Dieser Kurs führt die Studenten in lebensmittel-technologische Grundsätze und Methoden sowie deren Anwendung ein.				
Inhalt	Die Vorlesung führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmitteltechnologie ein und stellt diese anhand von Anwendungsbeispielen dar:  * Vorstellung der Lebensmittelbausteine mit Herkunft und Eigenschaften * Struktur, Mikrostruktur, Zustände und Phasenübergänge * Lebensmittel-Qualität und Lebensmittelsicherheit * Haltbarmachung und Verderb * Sterilisationstechnologie und alternative mikrobiologische Inaktivierungstechnologien * Thermische (Koch-)Prozesse * Die Rolle von Wassergehalt und Wasseraktivität * Trocknungstechnologien * Gefrier- und Auftauvorgänge  Die Vorlesung baut auf den Fächern Lebensmittelchemie, -mikrobiologie, -verfahrenstechnik und Lebensmittelanalytik auf und bezieht diese Grundlagen ein.				
Skript	Es werden Beilagen zur Vorlesung, bzw. eine pdf-Version der Folien abgegeben.				
Literatur	Jochen Hamatschek, 2016, Lebensmitteltechnologie : die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen, Serie: UTB ; Nr. 4342, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN: 978-3-8252-4342-5.  R. Heiss, K. Eichner, 1995, Haltbarmachen von Lebensmitteln : chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 3-540-57883-8.  Owen R. Fennema, 1996, Food chemistry, 3. Auflage, Food science and technology 76, Dekker Verlag, NY, ISBN: 0-8247-9691-8.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Chemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik werden vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>376-1148-00L</b>	<b>Vom Symptom zur Diagnose (für HST)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>W. O. Frey</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung richtet sich an Studenten, die mit medizinischen Problemstellungen konfrontiert werden. Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden. Sehr gute Kenntnisse in Physiologie und Anatomie werden vorausgesetzt.				
Lernziel	Die Vorlesung richtet sich an Studenten, die mit medizinischen Problemstellungen konfrontiert werden. Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden.				
Inhalt	Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden.				
Literatur	Lebensqualität: Bewegung- Ernährung- Erholung ISBN 3-906466-22-1 Beiträge zur Gesundheitsförderung v. Paolo C. Colombani, Walter O. Frey, Caspar Wenk				
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				

Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press - B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc. - O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press - J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag - M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag - A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	English				
<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der Allergien als Umweltkrankheiten Nr. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag. 2 Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4  Merkblätter <a href="http://www.ck-care.ch">www.ck-care.ch</a> <a href="https://www.ck-care.ch/de/merkblaetter">https://www.ck-care.ch/de/merkblaetter</a>  Teaching Kurzvideos <a href="https://www.ck-care.ch/online-campus">https://www.ck-care.ch/online-campus</a>  <a href="http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf">http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf</a>				



Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion) Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem				
	Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich				
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				
Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)  Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined. This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				

Inhalt We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.

- Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour
- Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes
- Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling
- Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways
- Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity
- Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming
- Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis
- Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration
- Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration
- Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration
- Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine
- Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions
- Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers
- Lecture 14: Concluding lecture and case studies

Skript n/a  
Literatur Topical Scientific Manuscripts

<b>752-6002-00L</b>	<b>Advanced Topics in Nutritional Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.				
Lernziel	The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:				
	1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons; 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health; 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health; 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health; 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.				
Skript	The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.				
Literatur	Any reading recommendations will be given per lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

### ► Kompensationsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.				
Lernziel	The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.				
Inhalt	Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine. The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on Quality and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&A). Following the Q&A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.				
Skript	Stored on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lectures will be given in English.				

<b>752-2001-00L</b>	<b>Lebensmittel-Technologie ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Perren, S. Bolisetty, M. Li, G. Ufheil</b>
---------------------	-----------------------------------	----------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	Der Kurs führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelqualität unter Einbezug von technologischen Verfahrensschritten ein. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Technologie der Verarbeitung von Rohstoff bis zum fertigen Produkt vorgestellt sowie Aspekte der Produktqualität und Charakterisierung materialwissenschaftlicher Eigenschaften diskutiert.				
Lernziel	Dieser Kurs führt die Studenten in lebensmittel-technologische Grundsätze und Methoden sowie deren Anwendung ein.				
Inhalt	Die Vorlesung führt in die grundlegenden Konzepte der Lebensmitteltechnologie ein und stellt diese anhand von Anwendungsbeispielen dar:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vorstellung der Lebensmittelbausteine mit Herkunft und Eigenschaften</li> <li>* Struktur, Mikrostruktur, Zustände und Phasenübergänge</li> <li>* Lebensmittel-Qualität und Lebensmittelsicherheit</li> <li>* Haltbarmachung und Verderb</li> <li>* Sterilisationstechnologie und alternative mikrobiologische Inaktivierungstechnologien</li> <li>* Thermische (Koch-)Prozesse</li> <li>* Die Rolle von Wassergehalt und Wasseraktivität</li> <li>* Trocknungstechnologien</li> <li>* Gefrier- und Auftauvorgänge</li> </ul>				
	Die Vorlesung baut auf den Fächern Lebensmittelchemie, -mikrobiologie, -verfahrenstechnik und Lebensmittelanalytik auf und bezieht diese Grundlagen ein.				
Skript	Es werden Beilagen zur Vorlesung, bzw. eine pdf-Version der Folien abgegeben.				
Literatur	Jochen Hamatschek, 2016, Lebensmitteltechnologie : die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen, Serie: UTB ; Nr. 4342, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN: 978-3-8252-4342-5.				
	R. Heiss, K. Eichner, 1995, Haltbarmachen von Lebensmitteln : chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 3-540-57883-8.				
	Owen R. Fennema, 1996, Food chemistry, 3. Auflage, Food science and technology 76, Dekker Verlag, NY, ISBN: 0-8247-9691-8.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlegende Kenntnisse in Chemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik werden vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>376-1148-00L</b>	<b>Vom Symptom zur Diagnose (für HST)</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>W. O. Frey</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung richtet sich an Studenten, die mit medizinischen Problemstellungen konfrontiert werden. Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden. Sehr gute Kenntnisse in Physiologie und Anatomie werden vorausgesetzt.				
Lernziel	Die Vorlesung richtet sich an Studenten, die mit medizinischen Problemstellungen konfrontiert werden. Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden.				
Inhalt	Ausgehend von realistischen Beispielen wie z.Bsp. dem Herzschmerz während der Fahrradbelastung sollen mögliche medizinische Ursachen, deren Abklärung sowie deren (notfallmässige) Therapien praxisnah erläutert werden.				
Literatur	Lebensqualität: Bewegung- Ernährung- Erholung ISBN 3-906466-22-1 Beiträge zur Gesundheitsförderung v. Paolo C. Colombani, Walter O. Frey, Caspar Wenk				
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press</li> <li>- B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc.</li> <li>- O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press</li> <li>- J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag</li> <li>- M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag</li> <li>- A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>551-0314-00L</b>	<b>Microbiology (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>W.-D. Hardt, L. Eberl, J. Piel, J. Vorholt-Zambelli</b>
Kurzbeschreibung	Advanced lecture class providing a broad overview on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Lernziel	This concept class will be based on common concepts and introduce to the enormous diversity among bacteria and archaea. It will cover the current research on bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Inhalt	Advanced class covering the state of the research in bacterial cell structure, genetics, metabolism, symbiosis and pathogenesis.				
Skript	Updated handouts will be provided during the class.				
Literatur	Current literature references will be provided during the lectures.				

<b>551-0320-00L</b>	<b>Cellular Biochemistry (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Barral, R. Kroschewski, G. Neurohr, M. Peter, A. E. Smith</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on molecular mechanisms and concepts underlying cellular biochemistry, providing advanced insights into the structural and functional details of individual cell components, and the complex regulation of their interactions. Particular emphasis will be on the spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes.				
Lernziel	The full-year course (551-0319-00 & 551-0320-00) focuses on the molecular mechanisms and concepts underlying the biochemistry of cellular physiology, investigating how these processes are integrated to carry out highly coordinated cellular functions. The molecular characterization of complex cellular functions requires a combination of approaches such as biochemistry, but also cell biology and genetics. This course is therefore the occasion to discuss these techniques and their integration in modern cellular biochemistry. The students will be able to describe the structural and functional details of individual cell components, and the spatial and temporal regulation of their interactions. In particular, they will learn to explain how different molecules and signaling pathways can be integrated during complex and highly dynamic cellular processes such as intracellular transport, cytoskeletal rearrangements, cell motility, cell growth and cell division. In addition, they will be able to illustrate the relevance of particular signaling pathways for cellular pathologies such as cancer or during cellular infection.				
Inhalt	Spatial and temporal integration of different molecules and signaling pathways into global cellular processes, such as cell division, cell growth, cell motility and cell infection. Emphasis is also put on the understanding of pathologies associated with defective cell physiology.				
Literatur	Recommended supplementary literature may be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	To attend this course the students must have a solid basic knowledge in chemistry, biochemistry, cell biology and general biology. Biology students have in general already attended the first part of the "Cellular Biochemistry" concept course (551-0319-00). The course will be taught in English. In addition, the course will be based on a blended-learning scenario, where frontal lectures will be complemented with carefully chosen web-based teaching elements that students access through the ETH Moodle platform.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag. 2 Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4  Merkblätter <a href="http://www.ck-care.ch">www.ck-care.ch</a> <a href="https://www.ck-care.ch/de/merkblätter">https://www.ck-care.ch/de/merkblätter</a>  Teaching Kurzvideos <a href="https://www.ck-care.ch/online-campus">https://www.ck-care.ch/online-campus</a>  <a href="http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf">http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion) Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem  Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich				

<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				

Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)  Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.  This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				

Inhalt We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.

- Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour
- Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes
- Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling
- Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways
- Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity
- Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming
- Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis
- Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration
- Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration
- Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration
- Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine
- Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions
- Lecture 13: Mechanopathology and cell-state biomarkers
- Lecture 14: Concluding lecture and case studies

Skript n/a

Literatur Topical Scientific Manuscripts

**752-6002-00L**    **Advanced Topics in Nutritional Science**    **W**    **3 KP**    **2V**    **J. Rigutto, J. M. Sych, F. von Meyenn**

Kurzbeschreibung The course gives an introduction to selected topics relevant to human nutrition science. Topics covered include dietary recommendations and nutrient requirements for adults, under- and overnutrition, special dietary patterns including throughout the life stages, and nutri-(epi)genetics.

Lernziel The course gives a brief introduction into different specialities within human nutrition. The learning objectives of this course are to improve student understanding of:

- 1) dietary recommendations and nutrient requirements at different stages of the life cycle, including pregnancy and lactation, childhood and adolescence, adults and elderly, and for sports persons;
- 2) the influence of undernutrition and overnutrition, as well as specific dietary patterns (e.g. vegetarianism, veganism, fasting, weight loss diets) on health;
- 3) the metabolism of specific nutrients (e.g. vitamins, minerals and fatty acids) and their effect on health;
- 4) nutri-(epi)genetics and the interactions between genes and the environment with respect to nutrition and health;
- 5) the microbiome and its modulation by nutritional factors.

Skript The teaching slides used in the lectures will be made available each week on Moodle.

Literatur Any reading recommendations will be given per lecture.

Voraussetzungen / Besonderes This course builds upon the knowledge gained in the module Introduction to Nutritional Science, given in the Autumn Semester (752-6001-00 L). Prior attendance of Introduction to Nutritional Science is not a prerequisite for this module, but students are expected to have fundamental knowledge of basic nutrition and physiology.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### Pharmazeutische Wissenschaften Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Pharmazie Master

## ► Kernfächer II (klinische Fächer)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5520-00L	<b>Klinische Kasuistiken ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>1.5G</b>	<b>E. Kut Bacs, S. Erni, P. Obrist</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung bringt das klinisch-pharmazeutische Grundwissen in Triage, Diagnostik und Therapiebegleitung (TDT) in Fallbeispielen zur Anwendung. Studierende können patientenzentrierte Kasuistiken aus der Offizin differentialdiagnostisch einordnen und beruhend auf Therapierichtlinien eine geeignete Medikation vorschlagen bzw. wo angezeigt auf eine ärztliche Abklärung verweisen.				
Lernziel	Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>• können basierend auf ihrem Grundwissen in Therapie, Diagnostik und Therapiebegleitung einfache Fallbeispiele aus der Offizin selbstständig analysieren und im Plenum präsentieren, erklären und diskutieren.</li> <li>• bewerten dabei exemplarische Beschwerde- und Krankheitsbilder und können diese innerhalb des jeweiligen Fachbereichs differentialdiagnostisch einordnen.</li> <li>• sind in der Lage, die Ursache und Entstehung des Beschwerdebilds zu erklären und erkennen die wichtigsten klinischen Leit- und Warnsymptome (Red Flags).</li> <li>• sind fähig, eine geeignete Patientenbefragung aufzulisten und aus den gewonnenen Informationen eine Verdachtsdiagnose zu erstellen.</li> <li>• beruhend auf ihren Kenntnissen der Wirkstoffklassen, Therapierichtlinien und ausgewählter Spezialitäten (Essential Drugs) der in TDT erlernten Fachbereiche sind sie in der Lage, Therapiemöglichkeiten vorzuschlagen und erkennen, wann eine Überweisung an eine medizinische Fachperson angezeigt ist.</li> </ul>				
Inhalt	In Gruppen werden Cases zu folgenden Fachgebieten erarbeitet und alle zwei Wochen im Plenum präsentiert und besprochen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angiologie</li> <li>• Dermatologie</li> <li>• Diabetologie</li> <li>• Gastroenterologie</li> <li>• Infektiologie</li> <li>• Kardiologie</li> <li>• Neurologie</li> <li>• Ophthalmologie</li> <li>• Otorhinolaryngologie</li> <li>• Pneumologie</li> <li>• Rheumatologie</li> </ul>				
Skript	Wird über myStudies veröffentlicht.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung dient der praktischen Anwendung und Vertiefung des erlernten klinisch-pharmazeutischen Grundwissens der Veranstaltung "Triage, Diagnostik und Therapiebegleitung" des 1. Semesters Msc. Pharmazie. Ein vorhergehender Besuch der TDT Vorlesungen ist dringend empfohlen (unabhängig des TDT-Prüfungsantritts).				
Kompetenzen	Die klinischen Kasuistiken beginnen in der 3. Semesterwoche und werden zweiwöchentlich jeweils montags online durchgeführt (4.3., 18.3., 8.4., 22.4., 6.5., 27.5., 10.6.2024 (Achtung letzte Lektion nach Semesterende!)). Die obligatorische Online-Präsenzzeit der Veranstaltung ist der Vormittag von 9.15-12.00h. Am Nachmittag finden Gruppenarbeiten statt (keine Präsenzpflcht, selbständige Organisation innerhalb der Gruppe).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
529-0079-00L	<b>Scientific Writing for Life Sciences and Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. M. Cannarozzi-Bossard</b>
Kurzbeschreibung	Dieser einsemestrige, englischsprachige Kurs (14 x 1 Stunde) führt die Studierenden in die praktischen und theoretischen Grundlagen des wissenschaftlichen Schreibens ein. Um ihre sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten zu verbessern, werden die Studierenden praktische Übungen durchführen und kurze wissenschaftliche Texte schreiben, die von der Dozentin beurteilt werden.				
Lernziel	In diesem Kurs lernen die Studierenden, wie sie 1) wissenschaftliche Texte für verschiedene Zielgruppen in englischer Sprache strukturieren, schreiben und überarbeiten, 2) ihre Arbeit veröffentlichen und 3) die Bedeutung ihrer Arbeit anderen vermitteln können. Sie lernen auch, welche Hilfsmittel für jeden Schritt des Schreibprozesses zur Verfügung stehen und wie man sie einsetzt.				
Inhalt	Die Vorlesung, die sich an Masterstudenten und Doktoranden richtet, vermittelt die Grundlagen des Schreibens wissenschaftlicher Artikel oder Dissertationen. Die Studierenden schreiben dabei über Themen, die Bezug zu ihrem Forschungsgebiet haben:				
	Die folgenden Themen werden in 14 Wochen behandelt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schreiben von Texten für Zielgruppen</li> <li>2. Einen Erzählfluss schaffen, Einsatz von Storytelling</li> <li>3. Schreiben von Inhalten</li> <li>4. Englisch schreiben wie ein Muttersprachler</li> <li>5. Aufbau eines Forschungsartikels</li> <li>6. Abbildungen, Tabellen und Visualisierungen</li> <li>7. Zitierweise und Verwendung von Literaturverwaltungsprogrammen</li> <li>8. Überarbeitung von Texten und Korrekturlesen</li> <li>9. Das wissenschaftliche Verlagswesen</li> <li>10. Die Einreichung bei einer Zeitschrift</li> <li>11. Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit, Wirkungsanalyse</li> <li>12. Verfassen von Inhalten unter Beachtung von Stilrichtlinien, einschliesslich derjenigen der ETH Zürich</li> <li>13. Plagiat, gute wissenschaftliche Praxis, FAIR-Prinzipien</li> </ol>				

Skript	Die Folien werden über Moodle zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Es gibt keine verpflichtenden Lernmaterialien. Einige Einheiten orientieren sich an Essentials of Writing Biomedical Research Papers, Second Edition, von Mimi Zeiger.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	geprüft geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Praktische Pharmazie I

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5525-00L	<b>Recht und Pharmakoökonomie ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Hugentobler, K. Tremp</b>
Kurzbeschreibung	Praxisnahe Vermittlung der rechtlichen Grundlagen zur Ausübung des Apothekerberufes. Ergänzt durch Vermittlung der Grundprinzipien der Pharma- und Gesundheitsökonomie sowie Betriebswirtschaftslehre.				
Lernziel	Die Studierenden wenden im Vorlesungsteil "Recht" die entsprechenden Bundeserlasse zu den Medizinalberufen, zu den Sozialversicherungen, zu den Heilmitteln und zu weiteren im Apothekerberuf üblichen Waren und Dienstleistungen im Sinne der Patienten an. Sie verstehen die Prinzipien des Gesundheitsschutzes der einzelnen Erlasse und das Selbstbestimmungsrecht der Patienten. Anhand von praktischen Situationen erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Anwendung und zur Abwägung der einzelnen Erlasse gegeneinander.				
Inhalt	Im Vorlesungsteil "Ökonomie" lernen die Studierenden die Struktur des Schweizer Gesundheitswesens inkl. Kompetenzen und Pflichten der verschiedenen Akteure kennen. Sie erwerben Kenntnisse über die Grundlagen der Pharma- und Gesundheitsökonomie sowie der Betriebswirtschaftslehre (insbesondere Gründung und Führung einer Apotheke). Des Weiteren verstehen und kennen sie die gesundheitspolitische Strategie des Bundes, die Möglichkeiten und Grenzen des elektronischen Patientendossiers, sowie Steuerungsmodelle wie Managed Care und integrierte Versorgung. Im Vorlesungsteil "Recht" wird die Rolle des Apothekers im Gesundheitswesen, als Medizinalperson, als Leistungserbringer und in der interdisziplinären Zusammenarbeit aus bundesrechtlicher Sicht vermittelt. Studierende erwerben Kenntnisse der rechtlichen Vorgaben zu verschiedenen Gruppen von Heilmitteln von der Herstellung, über den Vertrieb, die Abgabe und die Anwendung bis zur Entsorgung. Im Vorlesungsteil "Ökonomie" erhalten die Studierenden einen Einblick in die gesetzlichen Grundlagen, Strukturen und Entwicklungen des Schweizerischen Gesundheitswesens, erwerben Kenntnisse über die Grundlagen der Pharma- und Gesundheitsökonomie sowie der Betriebswirtschaftslehre.				
Skript	Die Studierenden erhalten vorgängig zu den Vorlesungsterminen Zugriff auf die entsprechenden Unterlagen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft geprüft geprüft gefördert
Soziale Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung			gefördert gefördert gefördert
		Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt			gefördert gefördert
Persönliche Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert

## ► Praktische Pharmazie II

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-5523-00L	<b>Therapeutic Skills III ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>5V</b>	<b>S. Erni, A. Küng Krähenmann, E. Kut Bacs, P. Obrist, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt Inhalte und Vertiefungen, die für die Tätigkeit in der praktischen Pharmazie (Offizin und Spital) von besonderer Relevanz sind. Im Vordergrund stehen komplexe Medikationsfragestellungen unter Berücksichtigung spezieller Patientengruppen sowie Kenntnisse über Labordiagnostik und Medical Devices. Ebenfalls thematisiert werden Kommunikation und Ethik.				
Lernziel	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Medikationsprobleme in komplexen Konstellationen (Galenik, Biopharmazie, Interaktionen, Komedikation, spezielle Patientengruppen) und sind in der Lage, die entsprechende Pharmakotherapie in der individuellen Patientensituation zu begleiten, bzw. zu optimieren.</li> <li>• vertiefen und erweitern ihre Medikamentenkenntnisse.</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, dieses Wissen in objektiverer und strukturierter Form in der Beratung von PatientInnen umzusetzen.</li> <li>• erwerben Basis-Kenntnisse über die wichtigsten diagnostischen Parameter, insbesondere die häufigsten Laborwerte und deren grundlegender Interpretation.</li> <li>• erhalten eine Einführung über die für Medizinalpersonen typischen und wichtigen Aspekte in den Bereichen Ethik und Kommunikation.</li> </ul>				



Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Labordiagnostik</li> <li>- Medical Devices (Asthma, Diabetes)</li> <li>- Kompressionsstrümpfe und Milchpumpen</li> <li>- Komplexe Pharmakotherapie</li> <li>- Medikation in besonderen Lebenssituationen (Schwangere / Stillende, Kinder, DiabetikerInnen, Aeltere PatientInnen / Niereninsuffiziente, Immunsupprimierte)</li> <li>- Kommunikation</li> <li>- Ethik</li> <li>- Vertiefungstage (diverse medizinische Fachgebiete aus TDT und TS I / II)</li> </ul>		
Skript	Wird über myStudies zur Verfügung gestellt.		
Literatur	Gemäss Angaben in den Skripten.		
Voraussetzungen / Besonderes	aktive Mitarbeit vor Ort an einer Mindestzahl von Vorlesungstagen (siehe Detailinformationen der Dozierenden)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>535-5503-00L</b>	<b>Institutionelle Pharmazie ■</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Wiedemeier, M. Lutters, E. Martinelli, I. S. Vogel Kahmann</b>
Kurzbeschreibung	Organisation einer institutionellen Umgebung (Akutspital), insbesondere Medikationsprozess und die institutionelle pharmazeutische Betreuung (Continuum of care).			
Lernziel	Die Studierenden verstehen den Begriff des Continuum of Care und dessen Umsetzung in der Praxis. Sie kennen den Medikamentenprozess in einer institutionellen Umgebung. Sie sind dazu in der Lage, Informationen und Problemstellungen rund um Arzneimittel zu recherchieren, zu evaluieren sowie in geeigneter Weise zu kommunizieren und zu dokumentieren. Sie wissen, wie ein Spital organisiert ist (Arbeitsabläufe, Problemstellungen), wer welche Aufgaben hat und insbesondere welche Funktionen eine Spitalapotheke übernimmt.			
Inhalt	Prinzipien der Organisation einer institutionellen Umgebung (Akutspital), insbesondere Medikamentenprozess und die institutionelle pharmazeutische Betreuung (Medikamentenkreislauf, Continuum of Care). Hygienerichtlinien, Medizinprodukte, Applikationen, Arzneimittellisten, Patientendossiers, SOAP's, Kardexstudium. Teilnahme an interdisziplinären Visiten, internen Fortbildungen und Aerzterapporten sowie Besuch auf der Intensivstation. Arzneimittelinteraktionen, Generikasubstitution, Qualitätsmanagement und Pharmakovigilanz.			

### ► Fallstudien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>535-5530-01L</b>	<b>Case Study I ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>	<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Verfassen einer Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Mittels strukturierter Dokumentation wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit einem in der Assistenzzeit betreuten Patientenfall durchgeführt und vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert.				
Lernziel	Die Studierenden erarbeiten eine (von zwei) Fallstudien zu einem für die pharmazeutische Praxis relevanten Thema.  Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen sich vertieft mit einem selber betreuten Patientenfall der Assistenzzeit auseinander.</li> <li>- sind in der Lage, die durchgeführte Anamnese, Triage sowie die daraus folgenden therapeutischen Massnahmen und Therapiebegleitungen klar strukturiert zu dokumentieren und für andere Medizinalpersonen angemessen wiederzugeben.</li> <li>- stellen basierend auf ihrem pharmazeutischen Grundwissen kritische Reflexionen über die dokumentierte Fallstudie an und diskutieren diese.</li> </ul>				
Inhalt	Mit der Fallstudie wird ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit begleitet und reflektiert wird. Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden dokumentiert und reflektiert.				
Voraussetzungen / Besonderes	Eine nicht bestandene Fallstudie kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen ECTS-KP muss eine weitere Fallstudie (Case Study 4) verfasst werden, die mit dem Prädikat "erfüllt"/"pass" bewertet wird.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>535-5530-02L</b>	<b>Case Study II ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>	<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs,</b>

Kurzbeschreibung	Verfassen einer Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Mittels strukturierter Dokumentation wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit einem in der Assistenzzeit betreuten Patientenfall durchgeführt und vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert.		
Lernziel	Die Studierenden erarbeiten eine (von zwei) Fallstudien zu einem für die pharmazeutische Praxis relevanten Thema.		
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen sich vertieft mit einem selber betreuten Patientenfall der Assistenzzeit auseinander.</li> <li>- sind in der Lage, die durchgeführte Anamnese, Triage sowie die daraus folgenden therapeutischen Massnahmen und Therapiebegleitungen klar strukturiert zu dokumentieren und für andere Medizinalpersonen angemessen wiederzugeben.</li> <li>- stellen basierend auf ihrem pharmazeutischen Grundwissen kritische Reflexionen über die dokumentierte Fallstudie an und diskutieren diese.</li> </ul>		
Inhalt	Mit der Fallstudie wird ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit begleitet und reflektiert wird. Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden dokumentiert und reflektiert.		
Voraussetzungen / Besonderes	Eine nicht bestandene Fallstudie kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen ECTS-KP muss eine weitere Fallstudie (Case Study 4) verfasst werden, die mit dem Prädikat "erfüllt"/"pass" bewertet wird.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>535-5530-03L</b>	<b>Case Study III ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>	<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Schriftliche und mündliche Beurteilung einer realen Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Die Fallstudie eines in der Assistenzzeit betreuten Patientenfalles wird vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert und in Bezug zu gängigen Therapieleitlinien des Apothekenalltages gesetzt.				
Lernziel	Die Studierenden beurteilen und diskutieren reale Fallstudien zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema.				
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen, einen Medizinalbericht kritisch zu reflektieren und pharmazeutisch korrekt zu beurteilen.</li> <li>- vertiefen sich mittels eines Perspektivenwechsels, hier als Reviewer, gezielt in ein praxisrelevantes Gebiet.</li> <li>- führen schriftlich fundierte Vergleiche zwischen einer vorliegenden Fallstudie und gängigen Therapieleitlinien durch und stellen diese in gegenseitigen Bezug.</li> <li>- diskutieren in einem Review Meeting den pharmazeutischen Fall und erarbeiten gemeinsam weiterführende Optimierungsvorschläge für die alltägliche pharmazeutische Praxis.</li> <li>- setzen im Review Meeting erlernte Kommunikationstechniken um.</li> </ul>				
Inhalt	Für die Studierenden wird mit der Beurteilung einer Fallstudie ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit reflektiert wird. Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden schriftlich und mündlich reflektiert.				
Voraussetzungen / Besonderes	Eine nicht bestandene fachliche Beurteilung einer Fallstudie (Case Study 3) kann nicht wiederholt werden. Für den Erwerb der erforderlichen ECTS-KP muss eine Fallstudie (Case Study 4) verfasst werden, die mit dem Prädikat "erfüllt"/"pass" bewertet wird.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ► Kompensationsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>535-5530-04L</b>	<b>Case Study IV ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4A</b>	<b>P. Obrist, S. Erni, E. Kut Bacs, S. Ruppen, D. Stämpfli, P. Wiedemeier</b>
Kurzbeschreibung	Verfassen einer Fallstudie zu einem in der pharmazeutischen Praxis relevanten Thema. Mittels strukturierter Dokumentation wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit einem in der Assistenzzeit betreuten Patientenfall durchgeführt und vor dem Hintergrund des bisher erlernten pharmazeutischen Wissens kritisch reflektiert.				

Lernziel	Die Studierenden erarbeiten eine (von zwei) Fallstudien zu einem für die pharmazeutische Praxis relevanten Thema.		
	Die Studierenden - setzen sich vertieft mit einem selber betreuten Patientenfall der Assistenzzeit auseinander. - sind in der Lage, die durchgeführte Anamnese, Triage sowie die daraus folgenden therapeutischen Massnahmen und Therapiebegleitungen klar strukturiert zu dokumentieren und für andere Medizinalpersonen angemessen wiederzugeben. - stellen basierend auf ihrem pharmazeutischen Grundwissen kritische Reflexionen über die dokumentierte Fallstudie an und diskutieren diese.		
Inhalt	Mit der Fallstudie wird ein konzeptueller Rahmen gesetzt, in dem die praktische Assistenzzeit begleitet und reflektiert wird. Verschiedene Themen aus Bereichen wie pharmazeutische Beratung und Betreuung, Triage, Rezept- und Therapievalidierung, klinische Aspekte und interprofessionelle Schnittstellen werden dokumentiert und reflektiert.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fallstudie Case Study 4 gilt als Kompensationseinheit bei einer ungenügenden Leistung ("fail") von Case Study 1-3.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-0660-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>	O	30 KP	40D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	During the Master's thesis students prove their ability to independent, structured scientific work. The Master's thesis is usually carried out in a subject area of Pharmaceutical Sciences as chosen by the student.				
Lernziel	In the Master Thesis students prove their ability to independent, structured and scientific working.				

### ► Wissenschaft im Kontext

	<i>Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-CHAB</i>				
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH</i>				
	<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten</i>				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
535-0135-AAL	<b>Clinical Chemistry I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	1 KP	2R	M. Hersberger
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction into fundamentals of laboratory diagnostics and overview of the laboratory parameters concerning inflammation, lipid metabolism, myocardial infarction, diabetes, kidney function, urinary diagnostics, liver function, blood coagulation, blood count, therapeutic drug monitoring and drugs of abuse screening.				
Lernziel	Overview of the possibilities and limitations in clinical laboratory diagnostics. Indications and methods of everyday parameters are known.				
Inhalt	Introduction into medical laboratory diagnostics: immunochemical methods, diagnostics of inflammation, acute myocardial infarction, lipid metabolism, diabetes, kidney function and urinary diagnostics, blood coagulation, blood count, therapeutic drug monitoring, drugs of abuse screening, common diagnostics of liver diseases, point-of-care diagnostics.				
535-0440-AAL	<b>Quality Management in Pharmaceutical Business</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	1 KP	2R	A. Sterchi, S. Weidmann
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	The students know the relevance and the role of quality assurance measures to assure quality, efficacy and safety of drugs. The students know the most important Swiss regulations, including the associated European regulations, which are relevant from a quality assurance point of view and they are able to interpret the content of this regulations.				
Lernziel	The students know the relevance and the role of quality assurance measures to assure quality, efficacy and safety of drugs. The students know the most important Swiss regulations, including the associated European regulations, which are relevant from a quality assurance point of view and they are able to interpret the content of this regulations.				
406-0603-AAL	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	4 KP	9R	M. Kalisch
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch</i>				

*Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]  From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>

#### Pharmazie Master - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

## Physik (Allgemeines Angebot)

### ► Allgemein zugängliche Seminare und Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0101-00L	<b>The Zurich Physics Colloquium</b>	Z	0 KP	1K	S. Huber, Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	The goal of this event is to bring you closer to current day research in all fields of physics. In each semester we have a set of distinguished speakers covering the full range of topics in physics. As a participating student should learn how to follow a research talk. In particular, you should be able to extract key points from a colloquium where you don't necessarily understand every detail that is presented.				

#### Physik (Allgemeines Angebot) - Legende für Typ

W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Physik Bachelor

## ► Basisjahr

Wissenschaft im Kontext

Ergänzende Fächer

## ► Obligatorische Fächer des Basisjahres

### ►► Basisprüfungsblock 1

Wird im Herbstsemester angeboten.

### ►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-1152-02L</b>	<b>Lineare Algebra II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>S. Zerbes</b>
Kurzbeschreibung	Eigenwerte und Eigenvektoren, Jordan-Normalform, Bilinearformen, Euklidische und unitäre Vektorräume, Spektralsatz, Multilineare Algebra, Tensorprodukt				
Lernziel	Verständnis der wichtigsten Grundlagen der Linearen Algebra.				
Literatur	Siehe Lineare Algebra I				
Voraussetzungen / Besonderes	Lineare Algebra I				
<b>401-1262-07L</b>	<b>Analysis II: mehrere Variablen</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>6V+3U</b>	<b>J. Serra</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Differential- und Integralrechnung in mehreren reellen Veränderlichen, Vektoranalysis: Differential, partielle Ableitungen, Satz über implizite Funktionen, Umkehrsatz, Extrema mit Nebenbedingungen; Riemannsches Integral, Vektorfelder und Differentialformen, Wegintegrale, Oberflächenintegrale, Integralsätze von Gauss und Stokes.				
Inhalt	Mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung; Kurven und Flächen im $\mathbb{R}^n$ ; Extremalaufgaben; Mehrfache Integrale; Vektoranalysis.				
Literatur	H. Amann, J. Escher: Analysis II <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/3-7643-7402-0">https://link.springer.com/book/10.1007/3-7643-7402-0</a>  J. Appell: Analysis in Beispielen und Gegenbeispielen <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88903-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88903-8</a>  R. Courant: Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-61973-1">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-61973-1</a>  O. Forster: Analysis 2 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02357-7">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02357-7</a>  H. Heuser: Lehrbuch der Analysis <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-96826-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-96826-5</a>  K. Königsberger: Analysis 2 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-35077-2">https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-35077-2</a>  W. Walter: Analysis 2 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-97614-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-97614-8</a>  V. Zorich: Mathematical Analysis II (englisch) <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48993-2">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48993-2</a>				
<b>402-1900-00L</b>	<b>Datenanalyse in der Physik</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Eichler, M. Kroner, C. Cotrini Jimenez, M. Lüthi</b>
Kurzbeschreibung	Als Vorbereitung auf wissenschaftliches Arbeiten, insbesondere der Physikpraktika und späterer Semester- und Masterarbeiten, erhalten die Studierenden eine Einführung in viele relevante Aspekte der Datennahme (Messtechnologie), Datenverarbeitung mit Software (Fehlerrechnung, Statistik, Vergleich mit Modellen bis hin zu Machine Learning) und Datendarstellung (Graphen, Interpretation).				
Lernziel	(a) Verständnis genereller Messprozesse; (b) Kenntnisse zur computergestützten Datenanalyse; (c) Fähigkeit, aus Daten wissenschaftlich korrekte Aussagen zu gewinnen; (d) Ausblick auf Machine Learning Methoden, um grosse Datensätze zu analysieren ("Big Data").				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>402-1782-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>R. Wallny</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wellenlehre, Elektrizität und Magnetismus. Diese Vorlesung stellt die Weiterführung von Physik I dar, in der die Grundlagen der Mechanik gegeben wurden.				
Lernziel	Grundkenntnisse zur Mechanik sowie Elektrizität und Magnetismus sowie die Fähigkeit, physikalische Problemstellungen zu diesen Themen eigenhändig zu lösen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert

## ► Obligatorische Fächer des übrigen Bachelorstudiums

## ►► Prüfungsblöcke

### ►►► Prüfungsblock IIa

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2334-00L</b>	<b>Mathematische Methoden der Physik II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Gruppentheorie: Gruppen, Darstellungen von Gruppen, unitäre und orthogonale Gruppen, Lorentzgruppe. Lie Theorie: Lie Algebren und Lie Gruppen. Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, Darstellungen von Lie-Algebren und Lie-Gruppen, physikalische Anwendungen (Eigenwertprobleme mit Symmetrie).				
Lernziel	Die Studierenden werden in der Lage sein:  (1) diverse Beispiele von Gruppen (endliche Gruppen, Matrixgruppen) zu benennen, Symmetriegruppen einfacher geometrischer Objekte zu bestimmen, und grundlegende Begriffe der Gruppentheorie anzuwenden (ist eine Gruppe abelsch, zusammenhängend? Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen?);  (2) Darstellungen endlicher Gruppen zu definieren, Charaktertafeln zu bestimmen und zu interpretieren, und Darstellungen zu analysieren (Irreduzibilität, kanonische Zerlegung);  (3) Matrix Lie-Gruppen und Lie-Algebren zu definieren und typische Beispiele benennen, und den Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren mittels der Exponentialabbildung und der Campbell-Baker-Hausdorff-Formel herstellen;  (4) Darstellungen von typischen Lie-Algebren und Lie-Gruppen analysieren, insbesondere SU(2) und SO(3); Tensorprodukte von Darstellungen von SU(2) und su(2) in irreduzible Komponenten zerlegen (Clebsch-Gordan).				
<b>402-0204-00L</b>	<b>Elektrodynamik</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>N. Beisert</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Elektrodynamik. Diskussion und Formulierung der Maxwell-Gleichungen im Vakuum und in Materie, Verbindung zur speziellen Relativitätstheorie.				
Lernziel	Physikalisches Verständnis statischer und dynamischer Phänomene elektrisch geladener Objekte und der Struktur der klassischen Feldtheorie der Elektrodynamik einschliesslich Eichsymmetrien. Erkennen des Zusammenhangs von elektrischen, magnetischen und optischen Phänomenen und Einfluss von Medien. Verständnis klassischer Phänomene der Elektrodynamik und Fähigkeit zur selbständigen Lösung einfacher Probleme. Anwendung mathematischer Fertigkeiten zu Feldern und Differentialgleichungen. Verständnis der Grundlagen der relativistischen Formulierung der Elektrodynamik.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik</li> <li>• Magnetostatik</li> <li>• Maxwell-Gleichungen</li> <li>• Elektromagnetische Wellen</li> <li>• Relativistische Feldgleichungen</li> <li>• Erhaltungssätze und Symmetrien</li> <li>• Feld und Strahlung von Punktladungen</li> <li>• Elektrodynamik in Materie</li> <li>• Spezielle Feldkonfigurationen</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.D. Jackson, Classical Electrodynamics</li> <li>• W.K.H Panovsky and M. Phillis, Classical electricity and magnetism</li> <li>• L.D. Landau, E.M. Lifshitz, and L.P. Pitaevskii, Electrodynamics of continuous media</li> <li>• A. Sommerfeld, Elektrodynamik, Optik (Vorlesungen über theoretische Physik)</li> <li>• M. Born and E. Wolf, Principles of optics</li> <li>• R. Feynman, R. Leighton, and M. Sands, The Feynman Lectures of Physics, Vol II</li> <li>• W. Nolting, Elektrodynamik (Grundkurs Theoretische Physik 3)</li> <li>• M. Bartelmann, B. Feuerbacher, T. Krüger, D. Lüst, A. Rebhan, A. Wipf: Theoretische Physik, Springer</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	

### ►►► Prüfungsblock IIb

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-2214-10L</b>	<b>Theorie der Wärme</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>G. M. Graf</b>
	<i>Nur für Physik BSc, Studienreglement 2021.</i>				
Kurzbeschreibung	Der erste (längere) Teil der Vorlesung befasst sich mit der phänomenologischen Thermodynamik. Dabei werden Grundbegriffe wie Wärme und Entropie eingeführt sowie die Hauptsätze der Thermodynamik besprochen. Der zweite (kürzere) Teil der Vorlesung ist der klassischen statistischen Mechanik gewidmet. Hier werden wiederum Grundbegriffe wie zum Beispiel statistische Gesamtheiten eingeführt.				
Lernziel	Physikalisches Verständnis thermodynamischer Phänomene und erster Kontakt mit statistischen Beschreibungen. Gleichgewichtsthermodynamik beschrieben durch Zustandsgrößen. Phasenumwandlung, beispielsweise flüssig-gasförmig oder ferromagnetisch-paramagnetisch. Anwendung mathematischer Fertigkeiten wie Funktionen mehrerer Variablen, Legendre-Transformation, Zustandssummen. Vorbereitung auf die (quanten-) statistische Mechanik.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt eine Einführung sowohl in die phänomenologische Thermodynamik als auch die klassische statistische Mechanik. In der phänomenologischen Thermodynamik werden thermodynamische Systeme aus einer makroskopischen Perspektive beschrieben, also zum Beispiel mittels Eigenschaften wie dem Druck oder dem Volumen eines Gases. Darauf basierend lassen sich Begriffe wie Temperatur, Wärme und Entropie definieren und deren Eigenschaften in Form der Hauptsätze der Thermodynamik fassen. In diesem Zusammenhang werden Konzepte wie Gleichgewichtszustände, thermodynamische Potenziale oder Carnot-Prozesse behandelt. In der statistischen Mechanik startet man mit der Betrachtung mikroskopischer Prozesse und leitet dann über statistische Argumente makroskopische Eigenschaften her. Hier werden unter anderem Konzepte wie statistische Gesamtheiten, Zustandssummen oder der Gleichverteilungssatz behandelt. Als Anwendungen dieser Theorien werden zum Beispiel Wärmekraftmaschinen oder Phasenübergänge untersucht.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>401-2664-00L</b>	<b>Numerische Methoden</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2P</b>	<b>V. C. Gradinaru</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs gibt eine Einführung in numerische Methoden für Studierende der Physik. Abgedeckt werden Methoden der linearen Algebra, der Analysis (Nullstellensuche von Funktionen, Integration) und der gewöhnlicher Differentialgleichungen. Der Schwerpunkt liegt auf dem Erwerb von Fertigkeiten in der Anwendung von numerischen Verfahren.				

Lernziel	Übersicht über die wichtigsten Algorithmen zur Lösung der grundlegenden numerischen Probleme in der Physik und ihren Anwendungen; Übersicht über Software Repositorien zur Problemlösung; Fertigkeit konkrete Probleme mit diesen Werkzeugen numerisch zu lösen; Fähigkeit numerische Resultate zu interpretieren		
Inhalt	Lineare und nichtlineare Ausgleichsrechnung, nichtlineare Gleichungen (Skalar und Systeme), numerische Integration, Anfangswertprobleme für gewöhnliche Differentialgleichungen		
Skript	Auf der Webseite der Vorlesung werden die Vorlesungsnotizen, Folien und der entstehende Skript so wie weitere relevante Links verfügbar.		
Literatur	Die Leseliste wird während der Vorlesung und auf der Web-Seite der Vorlesung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Erwartet werden solide Kenntnisse in Analysis (Approximation und Vectoranalysis: grad, div, curl) und linearer Algebra (Gauss-Elimination, Matrixzerlegungen, sowie Algorithmen, Vektor- und Matrizenrechnung: Matrixmultiplikation, Determinante, LU-Zerlegung nicht-singulärer Matrizen).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

## ► Obligatorische Fächer NUR für Studienreglement 2016

### ►► Prüfungsblock III

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-2214-00L	<b>Theorie der Wärme</b> <i>Nur für Physik BSc, Studienreglement 2016.</i>  <i>Wird im FS24 letztmals angeboten.</i>	O	10 KP	3V+2U	G. M. Graf
Kurzbeschreibung	Thermodynamik und ihre Anwendungen, Grundlagen der kinetischen Gastheorie und der statistischen Mechanik: Gleichgewicht, Arbeit und Wärme, Hauptsätze der Thermodynamik, Carnot-Prozess, absolute Temperatur, Entropie, ideales Gas, thermodynamische Potentiale, Phasenübergänge, Mehrstoffsysteme; Boltzmann-Gleichung, H-Theorem, Maxwell-Boltzmann Verteilung; statistische Gesamtheiten.				
Lernziel	Physikalisches Verständnis thermodynamischer Phänomene und erster Kontakt mit statistischen Beschreibungen, z.B. mittels Boltzmann-Gleichung und/oder klassischer statistischer Physik. Gleichgewichtsthermodynamik beschrieben durch Zustandsgrößen. Phasenumwandlung, beispielsweise flüssig-gasförmig oder ferromagnetisch-paramagnetisch. Anwendung mathematischer Fertigkeiten (Funktionen mehrerer Variablen, Legendre-Transformation, Zustandssummen). Vorbereitung auf die (quanten-) statistische Mechanik.				
Inhalt	Thermodynamik und ihre Anwendungen, Grundlagen der kinetischen Gastheorie und der statistischen Mechanik: Gleichgewicht, Arbeit und Wärme, Hauptsätze der Thermodynamik, Carnot-Prozess, absolute Temperatur, Entropie, ideales Gas, thermodynamische Potentiale, Phasenübergänge, Mehrstoffsysteme; Boltzmann-Gleichung, H-Theorem, Maxwell-Boltzmann Verteilung; statistische Gesamtheiten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft

## ► Kernfächer

### ►► Experimentalphysikalische Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0266-00L	<b>Introduction to Nuclear and Particle Physics</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0266-10L Introduction to Nuclear and Particle Physics" belegen.</i>	W	8 KP	3V+2U	A. Soter
Kurzbeschreibung	Introduction to the concepts of nuclear and particle physics.				
Lernziel	Introduction to the concepts of nuclear and particle physics. Discussion of new theoretical concepts and important experiments, which brought about major breakthroughs in our understanding of the underlying physics. Applications of nuclear and particle physics. Links between particle physics and cosmology.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Building blocks of matter (quarks and leptons) and their interactions (QED, QCD, weak interaction)</li> <li>- The Standard Model of particle physics and open fundamental questions</li> <li>- Bound systems (nuclear forces, structure of nuclei, stability)</li> <li>- Applications of nuclear and particle physics (nuclear fusion and fission)</li> <li>- Nuclear physics, particle physics and cosmology</li> </ul>				
Skript	More information and additional material concerning lecture and excersises are collected at Moodle, link to be published.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Povh et al.: Teilchen und Kerne, Springer Verlag 2014</li> <li>- Henley, Garcia: Subatomic Physics, World Scientific 2010</li> <li>- Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley VCH 2011</li> <li>- Demtroeder: Experimentalphysik IV: Kern- Teilchen- und Astrophysik, Springer Verlag, 2014, 2017</li> </ul> <p>See Moodle for more suggestions</p>				
402-0275-00L	<b>Quantum Electronics</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0275-10L Quantum Electronics" belegen.</i>	W	8 KP	3V+2U	R. Grange, R. Chapman



Kurzbeschreibung	Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.			
Lernziel	Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.			
Inhalt	Propagation of light in dispersive media Light propagation through interfaces Interference and coherence Interferometry Fourier Optics Beam propagation Optical resonators Laser fundamentals Polarization optics Waveguides Nonlinear optics			
Skript	Scripts will be distributed in class (online) via moodle			
Literatur	Reference: Saleh, B.E.A., Teich, M.C.; Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc., newest edition			
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory lecture for physics students			
Kompetenzen	Prerequisites (minimal):	vector analysis, differential equations, Fourier transformation		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Verfahren und Technologien	geprüft	
		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert
			Kundenorientierung	gefördert
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ►► Experimentalphysikalische Kernfächer NUR für Studienreglement 2016

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0266-10L</b>	<b>Introduction to Nuclear and Particle Physics</b> <i>Nur für Physik BSc, Studienreglement 2016.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>A. Soter</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the concepts of nuclear and particle physics.				
Lernziel	Introduction to the concepts of nuclear and particle physics. Discussion of new theoretical concepts and important experiments, which brought about major breakthroughs in our understanding of the underlying physics. Applications of nuclear and particle physics. Links between particle physics and cosmology.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Building blocks of matter (quarks and leptons) and their interactions (QED, QCD, weak interaction)</li> <li>- The Standard Model of particle physics und open fundamental questions</li> <li>- Bound systems (nuclear forces, structure of nuclei, stability)</li> <li>- Applications of nuclear and particle physics (nuclear fusion and fission)</li> <li>- Nuclear physics, particle physics and cosmology</li> </ul>				
Skript	More information and additional material concerning lecture and excersises are collected at Moodle, link to be published.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Povh et al.: Teilchen und Kerne, Springer Verlag 2014</li> <li>- Henley, Garcia: Subatomic Physics, World Scientific 2010</li> <li>- Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley VCH 2011</li> <li>- Demtroeder: Experimentalphysik IV: Kern- Teilchen- und Astrophysik, Springer Verlag, 2014, 2017</li> </ul> <p>See Moodle for more suggestions</p>				
<b>402-0275-10L</b>	<b>Quantum Electronics</b> <i>Nur für Physik BSc, Studienreglement 2016.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>R. Grange, R. Chapman</b>
Kurzbeschreibung	Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.				
Lernziel	Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.				

Inhalt	Propagation of light in dispersive media Light propagation through interfaces Interference and coherence Interferometry Fourier Optics Beam propagation Optical resonators Laser fundamentals Polarization optics Waveguides Nonlinear optics		
Skript	Scripts will be distributed in class (online) via moodle		
Literatur	Reference: Saleh, B.E.A., Teich, M.C.; Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc., newest edition		
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory lecture for physics students		
Kompetenzen	Prerequisites (minimal):	vector analysis, differential equations, Fourier transformation	
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Theoretische Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0234-00L</b>	<b>Kontinuumsmechanik</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0234-10L Kontinuumsmechanik" belegen.</i>  <i>Fachstudierende UZH müssen das Modul PHY352 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Mechanik der elastischen Medien und Hydrodynamik: Deformations- und Spannungstensor, Feldgleichungen, Gleichgewicht, Wellen und Schwingungen. Dynamik der Fluida, Euler und Navier-Stokes-Gleichung, Bernoulli-Gleichung, Wirbel, Schwerewellen, Potentialströmungen, Profile. Viskose Fluida, Reynoldszahl, Stokes'scher Widerstand, Grenzschichten, Instabilitäten.				
Lernziel	Kenntnis der wesentlichen Konzepte und Methoden der theoretischen Mechanik elastischer Medien und der Hydrodynamik. Vertiefung durch Beispiele und Lösen von Übungsproblemen.				
Inhalt	Einführung in die Konzepte und Methoden der theoretischen Mechanik der elastischen Medien und der Hydrodynamik: Beziehung zwischen Deformations- und Spannungstensor, Bilanzgleichungen, Feldgleichungen elastischer Medien, Elastostatik, Wellen und Schwingungen. Dynamik der Fluida, Euler'sche Gleichung idealer Fluida, Navier-Stokes-Gleichung realer Fluida, Bernoulli-Gleichung, Wirbeltheoreme von Thomson und Helmholtz, Dynamik von Wirbeln, Schwingungen und Wellen in Fluida, Schwerewellen, zweidimensionale Potentialströmungen, Zirkulation, Magnuskraft, Theorem von Kutta-Zhukhovski, Umströmung von verschiedenen Profilen (Zylinder, Platte, Flügelprofil), Kutta-Bedingung. Inkompressible viskose Fluida, Reynoldszahl, Hagen-Poiseuille-Strömung, Stokes'scher Widerstand, Prandtl'sche Grenzschicht, Couette-Strömung und Taylor-Instabilität.				
Skript	Vorlesungsskript (Deutsch) verfügbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	allgemeine / klassische Mechanik				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
<b>402-0206-00L</b>	<b>Quantum Mechanics II</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0206-10L Quantum Mechanics II" belegen.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Krstic Marinkovic</b>
Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.				

Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.
Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.
Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics

## ►► Theoretische Physik Kernfächer NUR für Studienreglement 2016

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0234-10L</b>	<b>Kontinuumsmechanik</b> <i>Nur für Physik BSc, Studienreglement 2016.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Mechanik der elastischen Medien und Hydrodynamik: Deformations- und Spannungstensor, Feldgleichungen, Gleichgewicht, Wellen und Schwingungen. Dynamik der Fluida, Euler und Navier-Stokes-Gleichung, Bernoulli-Gleichung, Wirbel, Schwerewellen, Potentialströmungen, Profile. Viskose Fluida, Reynoldszahl, Stokes'scher Widerstand, Grenzschichten, Instabilitäten.				
Lernziel	Kenntnis der wesentlichen Konzepte und Methoden der theoretischen Mechanik elastischer Medien und der Hydrodynamik. Vertiefung durch Beispiele und Lösen von Übungsproblemen.				
Inhalt	Einführung in die Konzepte und Methoden der theoretischen Mechanik der elastischen Medien und der Hydrodynamik: Beziehung zwischen Deformations- und Spannungstensor, Bilanzgleichungen, Feldgleichungen elastischer Medien, Elastostatik, Wellen und Schwingungen. Dynamik der Fluida, Euler'sche Gleichung idealer Fluida, Navier-Stokes-Gleichung realer Fluida, Bernoulli-Gleichung, Wirbeltheoreme von Thomson und Helmholtz, Dynamik von Wirbeln, Schwingungen und Wellen in Fluida, Schwerewellen, zweidimensionale Potentialströmungen, Zirkulation, Magnuskraft, Theorem von Kutta-Zhukhovski, Umströmung von verschiedenen Profilen (Zylinder, Platte, Flügelprofil), Kutta-Bedingung. Inkompressible viskose Fluida, Reynoldszahl, Hagen-Poiseuille-Strömung, Stokes'scher Widerstand, Prandtl'sche Grenzschicht, Couette-Strömung und Taylor-Instabilität. Turbulenz, Instabilität laminarer Strömungen, Reynolds-Zahl.				
Skript	Vorlesungsskript (Deutsch) verfügbar.				
Voraussetzungen / Besonderes	allgemeine / klassische Mechanik				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
<b>402-0206-10L</b>	<b>Quantum Mechanics II</b> <i>Nur für Physik BSc, Studienreglement 2016.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Krstic Marinkovic</b>
Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.				
Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.				
Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.				
Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics				

## ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0248-00L</b>	<b>Electronics for Physicists II (Digital)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>Y. M. Acremann</b>

Kurzbeschreibung	The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.		
Lernziel	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.		
Inhalt	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.		
	<p>Contents:</p> <p>Combinational logic  Binary representations of numbers, binary arithmetic  Sequential logic  Counters, shift registers  Finite state machines</p> <p>Hardware description languages (mostly SystemVerilog)  Field programmable gate arrays (FPGAs)</p> <p>Buses (parallel, serial)  System-on-chip buses (APB, AXI4)  Clock domain crossings</p> <p>Digital signal processing:  The sampling theorem  Z-transform,  Digital filters  Sampling rate conversion  Frequency mixing</p> <p>The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor)  Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface  System-on-chip (FPGA based)</p>		
Skript	The slides will be made available on Moodle.		
Literatur	<p>Recomended:</p> <p>Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel ort AMD machines) or Windows.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>		<b>2V+1U</b>
			<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.		
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.		
Inhalt	The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomo) therapy approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.		
Voraussetzungen / Besonderes	Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.		

<b>402-0742-00L</b>	<b>Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II) W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Morf</b>	
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				
Lernziel	Which Impacts do humans have on the planetary systems? We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society. Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions. How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path? What are the possible consequences? Can we learn from historical collapse of societies? Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability? Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>				
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)				
Voraussetzungen / Besonderes	As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture. In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert		
<b>402-0866-05L</b>	<b>Soft and Living Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. Michaels</b>
Kurzbeschreibung	Soft matter physics is the study of materials that are "soft" and have behaviours between liquids and solids. Many every-day materials around us, like plastics, cosmetics, and food are soft. Soft materials also play a key role in biology: living matter is for the large part soft matter. In this course we will cover the fundamental concepts of soft and living matter physics.				
Lernziel	Soft matter physics is fantastically interdisciplinary, as it borrows concepts from various areas of physics (including statistical physics, thermodynamics, and continuum mechanics) and applies them to problems far afield, including biology, biomedicine, materials science and food technology. As such, the main outcome of this course is the ability to bring together several ideas (from statistical physics, thermodynamics, continuum mechanics and electromagnetism) to capture and predict the physical behaviour of complex soft and living matter systems driven simultaneously by mechanical, electromagnetic, and entropic forces. Students will be able to make order of magnitude estimates for predicting such a behaviour, isolate the main physical factors and discard the less relevant influences that affect such a system. Consolidation of learning will be through examples and solution of exercise problems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elements of fluid dynamics</li> <li>-Viscoelasticity and complex fluids</li> <li>-Brownian motion</li> <li>-Biological matter and elements of non-equilibrium physics</li> <li>-Surfaces and interfaces</li> <li>-Phase separation and multiphase flows</li> <li>-Polymers and biological macromolecules</li> <li>-Molecular self-assembly (including protein aggregation in Alzheimer's)</li> <li>-Surfactants and biological membranes</li> <li>-Colloids</li> <li>-Gels and elastomers</li> <li>-Liquid crystals</li> <li>-Emulsions and foams</li> <li>-Granular matter</li> <li>-Active matter</li> </ul>				
Skript	Lecture notes available in English.				

Literatur	- R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002. - M. Doi, Soft Matter Physics, Oxford University Press, 2013. - R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, and H.G. Garcia. Physical biology of the cell, Garland Science, 2012. - S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes, Addison Wesley, 1994. - P. Nelson, Biological Physics, Freeman, 2003.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be familiar with basic thermodynamics, statistical physics, mechanics, and electromagnetism.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert		
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				
Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems. - Introduction into Nonlinear Optimization - Design of Experiments DoE - Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis - Optimization based on Meta Modeling Techniques - Shape and Topology Optimization - Robustness and Sensitivity Analysis - Fundamentals of Machine Learning - Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines - Supervised and unsupervised learning				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>252-0002-00L</b>	<b>Datenstrukturen &amp; Algorithmen</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Fischer, F. Friedrich Wicker</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt die Grundlagen für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen. Anhand klassischer Probleme werden gängige Datenstrukturen, Algorithmen und Paradigmen für den Algorithmenentwurf diskutiert. Der Kurs umfasst auch eine Einführung in die parallele und nebenläufige Programmierung und das Programmiermodell von C++ eingehend diskutiert.				
Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen. Wissen um die Chancen, Probleme und Grenzen der parallelen und nebenläufigen Programmierung. Vertiefter Einblick in ein modernes Programmiermodell anhand der Programmiersprache C++.				
Inhalt	Datenstrukturen und Algorithmen: Mathematische Tools für die Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionenwachstum, Rekursionsgleichungen, Rekursionsbäume), informelle Beweise für die Korrektheit von Algorithmen (Invarianten und Codetransformation), Entwurfparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Induktion, Divide-and-Conquer, Sweep-Line-Methode, Backtracking und dynamische Programmierung), klassische algorithmische Probleme (Suche, Auswahl und Sortierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verkettete Listen, Hash-Tabellen, balancierte Suchbäume, Quad-Trees, Heaps, Union-Find), weitere Tools für die Laufzeitanalyse (z.B. amortisierte Analyse). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird anhand von geometrischen Problemen (konvexe Hülle, Linienschnitte, dichteste Punktepaare) und Graphenalgorithmen (Traversierungen, topologische Sortierung, transitive Hülle, kürzeste Pfade, minimale Spannbäume, maximaler Fluss) illustriert.  Programmiermodell von C++: korrekte und effiziente Speicherbehandlung, generische Programmierung mit Templates, funktionale Ansätze mit Funktoren und Lambda-Ausdrücken.  Parallele Programmierung: Konzepte der parallelen Programmierung (Amdahl/Gustavson, Task/Daten-Parallelität, Scheduling), Probleme der Nebenläufigkeit (data races, bad interleavings, memory reordering), Prozess-Synchronisation und Kommunikation in einem Shared-Memory-System (Mutual Exclusion, Semaphoren, Monitore, Condition-Variablen), Fortschrittsbedingungen (Deadlock-Freiheit, Starvation).  Die im Kurs vermittelten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.  Die Übungen werden in Code-Expert, einer Online-IDE und einem Übungsmanagementsystem, durchgeführt.  Alle benötigten mathematischen Tools ausserhalb des Schulwissens werden im Kurs behandelt, einschliesslich einer Einführung zur Graphentheorie.				

Literatur	(auf der Kurshomepage angegeben)				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: Vorlesung 252-0835-00L Informatik I 252-0835-00L oder äquivalente Kenntnisse in der Programmierung mit C++.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>252-0211-00L</b>	<b>Information Security</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+3U</b>	<b>D. Basin, D. Hofheinz</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Information Security. The focus is on fundamental concepts and models, basic cryptography, protocols and system security, and privacy and data protection. While the emphasis is on foundations, case studies will be given that examine different realizations of these ideas in practice.				
Lernziel	Master fundamental concepts in Information Security and their application to system building. (See objectives listed below for more details).				
Inhalt	<p>1. Introduction and Motivation (OBJECTIVE: Broad conceptual overview of information security) Motivation: implications of IT on society/economy, Classical security problems, Approaches to defining security and security goals, Abstractions, assumptions, and trust, Risk management and the human factor, Course overview.</p> <p>2. Foundations of Cryptography (OBJECTIVE: Understand basic cryptographic mechanisms and applications) Introduction, Basic concepts in cryptography: Overview, Types of Security, computational hardness, Abstraction of channel security properties, Symmetric encryption, Hash functions, Message authentication codes, Public-key distribution, Public-key cryptosystems, Digital signatures, Application case studies, Comparison of encryption at different layers, VPN, SSL, Digital payment systems, blind signatures, e-cash, Time stamping</p> <p>3. Key Management and Public-key Infrastructures (OBJECTIVE: Understand the basic mechanisms relevant in an Internet context) Key management in distributed systems, Exact characterization of requirements, the role of trust, Public-key Certificates, Public-key Infrastructures, Digital evidence and non-repudiation, Application case studies, Kerberos, X.509, PGP.</p> <p>4. Security Protocols (OBJECTIVE: Understand network-oriented security, i.e., how to employ building blocks to secure applications in (open) networks) Introduction, Requirements/properties, Establishing shared secrets, Principal and message origin authentication, Environmental assumptions, Dolev-Yao intruder model and variants, Illustrative examples, Formal models and reasoning, Trace-based interleaving semantics, Inductive verification, or model-checking for falsification, Techniques for protocol design, Application case study 1: from Needham-Schroeder Shared-Key to Kerberos, Application case study 2: from DH to IKE. 5.</p> <p>Access Control and Security Policies (OBJECTIVES: Study system-oriented security, i.e., policies, models, and mechanisms) Motivation (relationship to CIA, relationship to Crypto) and examples Concepts: policies versus models versus mechanisms, DAC and MAC, Modeling formalism, Access Control Matrix Model, Roll Based Access Control, Bell-LaPadula, Harrison-Ruzzo-Ullmann, Information flow, Chinese Wall, Biba, Clark-Wilson, System mechanisms: Operating Systems, Hardware Security Features, Reference Monitors, File-system protection, Application case studies 6. Anonymity and Privacy (OBJECTIVE: examine protection goals beyond standard CIA and corresponding mechanisms) Motivation and Definitions, Privacy, policies and policy languages, mechanisms, problems, Anonymity: simple mechanisms (pseudonyms, proxies), Application case studies: mix networks and crowds. 7.</p> <p>Larger application case study: GSM, mobility</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft		
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	<p>In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.</p> <p>The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.</p> <p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>				
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>				

Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.			
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung		geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt		geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken		geprüft geprüft geprüft
<b>252-3900-00L</b>	<b>Big Data for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>
	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>			
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?			
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.			
	The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.			
	This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".			
	Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.			
	The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.			
	After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.			
Inhalt	This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.			
	It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.			
	We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.			
	No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores</li> <li>- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)</li> <li>- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)</li> <li>- data shapes and models (tables, trees)</li> <li>- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)</li> <li>- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)</li> <li>- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)</li> <li>- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)</li> <li>- resource management (YARN)</li> <li>- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)</li> <li>- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)</li> <li>- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)</li> <li>- applications.</li> </ul>			
	Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.			
Skript	<a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a>			
Literatur	Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.			



Voraussetzungen / Besonderes	This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.		
	Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.		
	Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Kommunikation	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>327-0624-00L</b>	<b>Simulationstechniken in der Materialwissenschaft</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. Ederer, J. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in verschiedene Simulationstechniken in den Materialwissenschaften mit Schwerpunkt auf atomistischen Methoden (Molekulardynamik, Monte Carlo Methoden). Es werden sowohl die physikalischen Grundlagen besprochen als auch deren praktische Anwendung mit Hilfe selbst geschriebener Codes und frei verfügbarer Software-Bibliotheken.				
Lernziel	Nach Abschluss des Kurses sind die Studierenden in der Lage... ... verschiedene in der Materialwissenschaft gebräuchliche Simulationstechniken zu beschreiben und deren typische Anwendungsgebiete zu benennen. ... die dabei verwendeten Näherungen kritisch zu diskutieren. ... selbständig einfache Simulationen durchzuführen, die Ergebnisse zu analysieren, und den dafür benötigten Code zu programmieren bzw. zu adaptieren. ... für ein gegebenes Problem: Möglichkeiten und Limitationen von Materialsimulationen zu erkennen.				
Inhalt	Molekulardynamik, Metropolis Monte Carlo, Grundlagen des maschinellen Lernens und Anwendungen in der Materialwissenschaft				
Voraussetzungen / Besonderes	Programmieren in Python, Verwendung von Jupyter Notebooks, grundlegende Kenntnisse der Materialwissenschaften.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert			
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>401-2654-00L</b>	<b>Numerical Analysis II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>H. Ammari</b>
Kurzbeschreibung	The central topic of this course is the numerical treatment of ordinary differential equations. It focuses on the derivation, analysis, efficient implementation, and practical application of single step methods and pay particular attention to structure preservation.				
Lernziel	The course aims to impart knowledge about important numerical methods for the solution of ordinary differential equations. This includes familiarity with their main ideas, awareness of their advantages and limitations, and techniques for investigating stability and convergence. Further, students should know about structural properties of ordinary differential equations and how to use them as guideline for the selection of numerical integration schemes. They should also acquire the skills to implement numerical integrators in Python and test them in numerical experiments.				

Inhalt	<p>Chapter 1. Some basics</p> <p>1.1. What is a differential equation?</p> <p>1.2. Some methods of resolution</p> <p>1.3. Important examples of ODEs</p> <p>Chapter 2. Existence, uniqueness, and regularity in the Lipschitz case</p> <p>2.1. Banach fixed point theorem</p> <p>2.2. Gronwall's lemma</p> <p>2.3. Cauchy-Lipschitz theorem</p> <p>2.4. Stability</p> <p>2.5. Regularity</p> <p>Chapter 3. Linear systems</p> <p>3.1. Exponential of a matrix</p> <p>3.2. Linear systems with constant coefficients</p> <p>3.3. Linear system with non-constant real coefficients</p> <p>3.4. Second order linear equations</p> <p>3.5. Linearization and stability for autonomous systems</p> <p>3.6. Periodic Linear Systems</p> <p>Chapter 4. Numerical solution of ordinary differential equations</p> <p>4.1. Introduction</p> <p>4.2. The general explicit one-step method</p> <p>4.3. Example of linear systems</p> <p>4.4. Runge-Kutta methods</p> <p>4.5. Multi-step methods</p> <p>4.6. Stiff equations and systems</p> <p>4.7. Perturbation theories for differential equations</p> <p>Chapter 5. Geometrical numerical integration methods for differential equation</p> <p>5.1. Introduction</p> <p>5.2. Structure preserving methods for Hamiltonian systems</p> <p>5.3. Runge-Kutta methods</p> <p>5.4. Long-time behaviour of numerical solutions</p> <p>Chapter 6. Finite difference methods</p> <p>6.1. Introduction</p> <p>6.2. Numerical algorithms for the heat equation</p> <p>6.3. Numerical algorithms for the wave equation</p> <p>6.4. Numerical algorithms for the Hamilton-Jacobi equation in one dimension</p> <p>Chapter 7. Stochastic differential equations</p> <p>7.1. Introduction</p> <p>7.2. Langevin equation</p> <p>7.3. Ornstein-Uhlenbeck equation</p> <p>7.4. Existence and uniqueness of solutions in dimension one</p> <p>7.5. Numerical solution of stochastic differential equations</p>
--------	---

Skript Lecture notes including supplements will be provided electronically.

Please find the lecture homepage here:

<https://people.math.ethz.ch/~grsam/SS22/NAII/index.html>

Literatur All assignments and some previous exam problems will be available for download on lecture homepage.  
 Note: Extra reading is not considered important for understanding the course subjects.

Deuflhard and Bornemann: Numerische Mathematik II - Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, Walter de Gruyter & Co., 1994.

Hairer and Wanner: Solving ordinary differential equations II - Stiff and differential-algebraic problems, Springer-Verlag, 1996.

Hairer, Lubich and Wanner: Geometric numerical integration - Structure-preserving algorithms for ordinary differential equations, Springer-Verlag, Berlin, 2002.

L. Gruene, O. Junge "Gewöhnliche Differentialgleichungen", Vieweg+Teubner, 2009.

Hairer, Norsett and Wanner: Solving ordinary differential equations I - Nonstiff problems, Springer-Verlag, Berlin, 1993.

Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen - Eine Einführung, Springer-Verlag, Berlin, 1972.

Walter: Ordinary differential equations, Springer-Verlag, New York, 1998.

Voraussetzungen / Besonderes Homework problems involve Python implementation of numerical algorithms.

<b>401-2554-00L</b>	<b>Topology</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>E. Kowalski</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Topologie. Themen: Topologische Räume, Stetigkeit, Kompaktheit, Zusammenhang, Produkträume, Trennungssaxiome, Quotientenräume, Homotopie, Fundamentalgruppe, Überlagerungen.				
Lernziel	Einführung in die Topologie -- das Gebiet der Mathematik, das sich damit befasst, die Strukturen zu studieren, in denen man 'Stetigkeit' definieren kann, und wie man sie benutzen kann, um diese Strukturen zu erforschen und zu klassifizieren.				

Literatur	Hauptreferenz:				
	- Klaus Jänich: Topologie (Springer). <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-10575-7">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-10575-7</a>				
	Weitere Referenzen:				
	- Boto von Querenburg: Mengentheoretische Topologie (Springer). <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56860-2">http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-56860-2</a>				
	- <a href="http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/Top/TopNotes.pdf">http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/Top/TopNotes.pdf</a> (für den ersten Teil der Vorlesung über die allgemeine (/mengentheoretische) Topologie)				
	- <a href="http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATch1.pdf">http://pi.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATch1.pdf</a> (für den zweiten Teil der Vorlesung über die Anfänge der algebraischen Topologie (Fundamentalgruppe, Überlagerungen)).				
	- James Munkres: Topology (Pearson Modern Classics for Advanced Mathematics Series).				
	- Lynn Arthur Steen, J. Arthur Seebach Jr.: Counterexamples in Topology (Springer).				
	- Edwin Spanier: Algebraic Topology (Springer).				
<b>401-2604-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeit und Statistik</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik				
Lernziel	Wahrscheinlichkeitsrechnung: - Einführung in die abstrakten probabilistischen Konzepte unter Verwendung des Formalismus der Maßtheorie: Zufallsvariablen, Erwartungswert, Unabhängigkeit... - Entwicklung einer probabilistischen Intuition: Verstehen des Zusammenhangs zwischen den abstrakten Definitionen der Objekte und der Art und Weise, wie wir sie uns vorstellen können. Warum ist eine Zufallsvariable eine gute Möglichkeit, einen Münzwurf zu beschreiben? - Grundlegende Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung: Gesetz der großen Zahlen, zentrale Grenzwertsätze.				
	Statistik: - Einführung in grundlegende Fragen und Methoden der Statistik: Wie kann man Informationen aus zufällig erzeugten Daten extrahieren? - Schätzung von Parametern, Konfidenzintervalle. - Test.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Analysis III (Masstheorie)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>401-3052-05L</b>	<b>Introduction to Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	<i>This is the first half of the course unit 401-3052-10L Graph Theory. Notice that at most one of the two course units 401-3052-05L Introduction to Graph Theory and 401-3052-10L Graph Theory can be recognised for credits.</i>				
Lernziel	Basic notions, trees, spanning trees, Caley's formula, vertex and edge connectivity, 2-connectivity, Mader's theorem, Menger's theorem, Eulerian graphs, Hamilton cycles, Dirac's theorem, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, basic non-planar graphs, graph colorings, greedy colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
	NOTICE: This course unit was previously offered as 252-1408-00L Graphs and Algorithms.				
<b>401-3052-10L</b>	<b>Graph Theory</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>B. Sudakov</b>
Kurzbeschreibung	Basics, trees, Caley's formula, matrix tree theorem, connectivity, theorems of Mader and Menger, Eulerian graphs, Hamilton cycles, theorems of Dirac, Ore, Erdős-Chvatal, matchings, theorems of Hall, König, Tutte, planar graphs, Euler's formula, Kuratowski's theorem, graph colorings, Brooks' theorem, 5-colorings of planar graphs, list colorings, Vizing's theorem, Ramsey theory, Turán's theorem				
Lernziel	The students will get an overview over the most fundamental questions concerning graph theory. We expect them to understand the proof techniques and to use them autonomously on related problems.				
Skript	Lecture will be only at the blackboard.				
Literatur	West, D.: "Introduction to Graph Theory" Diestel, R.: "Graph Theory"				
	Further literature links will be provided in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have a mathematical background and should be able to write rigorous proofs.				
<b>401-3146-12L</b>	<b>Algebraic Geometry</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>2V+1U+2R</b>	<b>J. Schmitt</b>
Kurzbeschreibung	This course is an Introduction to Algebraic Geometry (algebraic varieties and schemes).				
Lernziel	Learning Algebraic Geometry.				

Literatur	Primary References: * John Ottem, Geir Ellingsrud: Introduction to algebraic varieties, <a href="https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT4210/data/mastermat4210.pdf">https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MAT4210/data/mastermat4210.pdf</a> * James Milne: Algebraic Geometry, <a href="http://www.jmilne.org/math/CourseNotes/AG.pdf">http://www.jmilne.org/math/CourseNotes/AG.pdf</a>  Secondary References: * Miles Reid: Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press. * Ravi Vakil: Foundations of Algebraic Geometry, <a href="http://math.stanford.edu/~vakil/216blog/">http://math.stanford.edu/~vakil/216blog/</a> * David Eisenbud, Joe Harris: The Geometry of Schemes, Graduate Texts in Mathematics, Springer.  Other textbooks: * Qing Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves, Oxford Science Publications. * Ulrich Görtz and Torsten Wedhorn: Algebraic Geometry I, Advanced Lectures in Mathematics, Springer. * Igor Shafarevich: Basic Algebraic geometry 1 & 2, Springer-Verlag. * Robin Hartshorne: Algebraic Geometry, Graduate Texts in Mathematics, Springer.				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirement: Basic knowledge of Commutative Algebra.				
<b>401-3632-00L</b>	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien  Verfahren und Technologien  Analytische Kompetenzen  Medien und digitale Technologien  Problemlösung  Kreatives Denken  Kritisches Denken			geprüft  geprüft  geprüft  geprüft  geprüft  geprüft
<b>401-3642-00L</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>D. Possamaï</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. It includes the construction and properties of Brownian motion, basics of Markov processes in continuous time and of Levy processes, and stochastic calculus for continuous semimartingales.				
Lernziel	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. The following topics are planned: - Definition and construction of Brownian motion - Some important properties of Brownian motion - Basics of Markov processes in continuous time - Stochastic calculus, including stochastic integration for continuous semimartingales, Ito's formula, Girsanov's theorem, stochastic differential equations and connections with partial differential equations - Basics of Levy processes				
Skript	Lecture notes will be made available in class.				
Literatur	- R.F. Bass, Stochastic Processes, Cambridge University Press (2001). - I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991). - J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016). - D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005). - L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in - J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004). - R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).				
<b>401-3652-00L</b>	<b>Numerical Methods for Hyperbolic Partial Differential Equations (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+1U</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden.          UZH Modulkürzel: MAT827</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course treats numerical methods for hyperbolic initial-boundary value problems, ranging from wave equations to the equations of gas dynamics. The principal methods discussed in the course are finite volume methods, including TVD, ENO and WENO schemes. Exercises involve implementation of numerical methods in MATLAB.				
Lernziel	The goal of this course is familiarity with the fundamental ideas and mathematical consideration underlying modern numerical methods for conservation laws and wave equations.				

Inhalt	<p>* Introduction to hyperbolic problems: Conservation, flux modeling, examples and significance in physics and engineering.</p> <p>* Linear Advection equations in one dimension: Characteristics, energy estimates, upwind schemes.</p> <p>* Scalar conservation laws: shocks, rarefactions, solutions of the Riemann problem, weak and entropy solutions, some existence and uniqueness results, finite volume schemes of the Godunov, Engquist-Osher and Lax-Friedrichs type. Convergence for monotone methods and E-schemes.</p> <p>* Second-order schemes: Lax-Wendroff, TVD schemes, limiters, strong stability preserving Runge-Kutta methods.</p> <p>* Linear systems: explicit solutions, energy estimates, first- and high-order finite volume schemes.</p> <p>* Non-linear Systems: Hugoniot Locus and integral curves, explicit Riemann solutions of shallow-water and Euler equations. Review of available theory.</p>
Skript	Lecture slides will be made available to participants. However, additional material might be covered in the course.
Literatur	<p>H. Holden and N. H. Risebro, Front Tracking for Hyperbolic Conservation Laws, Springer 2011. Available online.</p> <p>R. J. LeVeque, Finite Volume methods for hyperbolic problems, Cambridge university Press, 2002. Available online.</p> <p>E. Godlewski and P. A. Raviart, Hyperbolic systems of conservation laws, Ellipses, Paris, 1991.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Having attended the course on the numerical treatment of elliptic and parabolic problems is no prerequisite.</p> <p>Programming exercises in MATLAB</p> <p>Former course title: "Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations"</p>

<b>529-4000-00L</b>	<b>Chemie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Segawa</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Chemie mit Aspekten aus der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Modelle der chemischen Bindung und der dreidimensionalen Struktur von Molekülen verstehen</li> <li>- Ausgewählte chemische Systeme anhand von Reaktionsgleichungen und Gleichgewichtsrechnungen beschreiben und quantitativ erfassen</li> <li>- Grundlegende Begriffe der chemischen Kinetik (z. B. Reaktionsordnung, Geschwindigkeitsgesetz und -konstante) verstehen und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	Periodisches System der Elemente, chemische Bindung (LCAO-MO), molekulare Struktur (VSEPR), Reaktionen, Gleichgewicht, chemische Kinetik.				
Skript	Kopien der Vorlesungs-Präsentationen und weitere Unterlagen werden abgegeben.				
Literatur	<p>C.E. Housecroft, E.C. Constable, Chemistry. An Introduction to Organic, Inorganic and Physical Chemistry, 4th ed., Pearson: Harlow 2010.</p> <p>C.E. Mortimer, U. Müller, Chemie, 11. Auflage, Thieme: Stuttgart 2014.</p>				
<b>651-3440-01L</b>	<b>Geophysics II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Jackson, P. Tackley</b>
Kurzbeschreibung	Treatment of fundamental aspects of gravimetry and geomagnetism. We review the fundamentals of gravity set out by Newton, orbital dynamics and gravity applications in exploration geophysics. We will explore the mechanisms by which the geomagnetic field is created, how geomagnetic measurements can be used for resource exploration, and how palaeomagnetism tells us about the history of the Earth.				
Lernziel	<p>Treatment of fundamental aspects of geophysics in the area of gravimetry and geomagnetism: methods and applications. Our objectives are to learn fundamental theories and techniques relevant to the geomagnetic and gravity fields, but also to put them into practice in a quantitative way. We will learn to use mathematical techniques make quantitative estimates of geophysical phenomena. The examination will require the implementation of mathematics to solve questions in the spheres of geomagnetism and gravity.</p>				
Inhalt	<p>Gravimetry: gravitation, Earth rotation, centrifugal force. Gravity, geoid, reference ellipsoid, normal gravity. Reduction of gravity measurements, gravity anomalies. Isostasy: models of Pratt, Airy, Vening Meinesz. Interpretation of gravity anomalies and relationship to dynamic and static features.</p> <p>Geomagnetism: geomagnetic fields of external and internal origin, dipole and non-dipole fields, diurnal variation, magnetic prospecting, magnetic anomalies. Rock magnetism, remanent magnetizations. Paleomagnetism: sample treatment, secular variation, geocentric axial dipole field, apparent polar wander curves, polarity reversals, magnetic stratigraphy.</p>				
Skript	Lecture slides will be distributed.				
Literatur	<p>Primary Texts:</p> <p>W. Lowrie: Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press 1997 (1st Edition) or 2007 (2nd Edition)</p> <p>C. M. R. Fowler: The Solid Earth - An Introduction to Global Geophysics, 2004.</p> <p>Secondary Texts:</p> <p>F. D. Stacey and P. M. Davis: Physics of the Earth, Cambridge University Press 2008.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: The Dynamic Earth I or an equivalent course.				
<b>651-4001-02L</b>	<b>Advanced Geophysical Fluid Dynamics ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. A. R. Noir, F. Burmann</b>
Kurzbeschreibung	Fluid layers in planets are ubiquitous, either in the form of metallic cores, oceans or atmospheres. In this class we will go through the fundamentals of rotating and stratified fluids in a geophysical context, it includes convection and heat transfer, surface and internal waves, inertial rotating waves and modes and their stability.				
Lernziel	The objectives of this class will be to acquire the basics of stratified and rotating fluid dynamics, convection and heat transfer. The students will be exposed to the classical techniques of scaling analysis, dimensionless numbers, derivation of onsets of instabilities and comparison with experiment and geophysical data.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Introduction to rotating fluid dynamics: Geostrophic flows / inertial modes / inertial waves / Instabilities and turbulence</li> <li>-Introduction to stratified fluids: stratification, interface waves, internal gravity waves, breakdown of stratification</li> <li>-Introduction to thermal and compositional convection, with and without rotation.</li> <li>-Application to planets: Earth's core convection / Precession/nutations of the Earth's and Lunar core.</li> </ul>				
Skript	available through the moodle page.				
Literatur	<p>Michel Rieutord: Fluid dynamics, an introduction (basic)</p> <p>S. Chandrasekhar: Hydrodynamic and hydrodynamic stability</p> <p>H.P. Greenspan The theory of rotating fluid.</p> <p>K. Zhang: Theory and Modeling of Rotating Fluids.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Some introduction to fluid dynamics, including Stokes flows, potential flows and the full Navier-Stokes equation. For instance the mandatory course : 651-4001-00 Geophysical Fluid Dynamics				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft
<b>701-1236-00L</b>	<b>Messmethoden in der Meteorologie und Klimaforschung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>
		<b>1V</b>	<b>M. Hirschi, D. Michel, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, technischen und theoretischen Grundlagen zur Messung physikalischer Grössen in der Atmosphäre. Zusätzlich werden Überlegungen zur Planung von Messkampagnen und zur Datenauswertung diskutiert.		
Lernziel	Lernziele der Veranstaltung sind: - Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre unter schwierigen Umweltbedingungen - Kennenlernen verschiedener Messmethoden - Erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode bei gegebener Fragestellung - Finden der optimalen Beobachtungsstrategie bezüglich der Wahl des Instrumentes, Beobachtungshäufigkeit, Genauigkeit etc.		
Inhalt	Probleme der Zeitreihenanalyse, Abtasttheorem, Zeitkonstanten und Abtastrate. Theoretische Analyse der verschiedenen Sensoren für Temperatur, Feuchte, Wind und Druck. Diskussion störender Einflüsse auf Messinstrumente, Funktionsweise aktiver und passiver Fernerkundungssysteme. Prinzip der Messung von turbulenten Flüssen (z.B. Wärmefluss) mittels Eddy-Korrelation. Beschreibung der technischen Ausführung von Sensoren und komplexer Messsysteme (Radiosonden, automatische Wetterstationen, Radar, Windprofiler). Demonstration von Instrumenten.		
Skript	Studierende können eine Kopie der Vorlesung als PDF-Datei herunterladen.		
Literatur	- Emeis, Stefan: Measurement Methods in Atmospheric Sciences, In situ and remote. Bornträger 2010, ISBN 978-3-443-01066-9 - Brock, F. V. and S. J. Richardson: Meteorological Measurement Systems, Oxford University Press 2001, ISBN 0-19-513451-6 - Thomas P. DeFelice: An Introduction to Meteorological Instrumentation and Measurement. Prentice-Hall 2000, 229 p., ISBN 0-13-243270-6 - Fritschen, L.J., Gay L.W.: Environmental Instrumentation, 216 p., Springer, New York 1979. - Lenschow, D.H. (ed.): Probing the Atmospheric Boundary Layer, 269 p., American Meteorological Society, Boston MA 1986. - Meteorological Office (publ.): Handbook of Meteorological Instruments, 8 vols., Her Majesty's Stationery Office, London 1980. - Wang, J.Y., Felton, C.M.M.: Instruments for Physical Environmental measurements, 2 vol., 801 p., Kendall/Hunt Publ. Comp., Dubuque Iowa 1975/76.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung konzentriert sich auf die physikalischen atmosphärischen Grössen, während sich die Vorlesung 701-0234-00 mit den chemischen Grössen beschäftigt. Die beiden Vorlesungen sind komplementär, zusammen vermitteln sie die instrumentellen Grundlagen zum Praktikum 701-0460-00. Die Kontaktzeiten in diesem Praktikum sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesungen möglich ist.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert

## ► Praktika

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0000-04L</b>	<b>Physikpraktikum 2</b> <i>Belegung über myStudies notwendig.</i> <i>Anmeldung zu den einzelnen Versuchen unter</i> <i><a href="https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika">https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika</a>.</i> <i>Alle weiteren Informationen siehe: <a href="https://ap.phys.ethz.ch">https://ap.phys.ethz.ch</a></i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Eichler, M. Kroner, A. Eggenberger</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Einführung in die Grundlagen der Experimentalphysik				
Lernziel	Übergeordnetes Thema des Praktikums und der Vorlesung ist die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Herausforderungen eines physikalischen Experimentes. Am Beispiel einfacher experimenteller Aufbauten und Aufgaben stehen vor allem folgende Gesichtspunkte im Vordergrund:  - Motivation und Herangehensweise in der Experimentalphysik  - Praktischer Aufbau von Experimenten und grundlegende Kenntnisse von Messmethoden und Instrumenten  - Einführung in relevante statistische Methoden der Datenauswertung und Fehleranalyse  - Kritische Beurteilung und Interpretation der Beobachtungen und Ergebnisse  - Darstellen und Kommunizieren der Ergebnisse mit Graphiken und Text  - Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation				
Inhalt	Versuche zu Themen aus den Bereichen der Mechanik, Optik, Wärme, Elektrizität und Kernphysik mit begleitender Vorlesung zur Vertiefung des Verständnisses der Datenanalyse und Interpretation				
Skript	Anleitung zum Physikalischen Praktikum (siehe <a href="https://ap.phys.ethz.ch">https://ap.phys.ethz.ch</a> ); Vorlesungsskript				
Voraussetzungen / Besonderes	Es müssen 8 Experimente in Zweiergruppen durchgeführt werden.  Voraussetzungen: - Physik I  Der Besitz einer persönlich angepassten Sicherheitsbrille ist empfohlen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	

<b>402-0000-09L</b>	<b>Physikpraktikum 3</b> <i>Nur für Physik BSc bzw. Interdisziplinäre Naturwissenschaften BSc (Physikalisch-Chemische Fachrichtung)</i>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>13P</b>	<b>M. Donegà, S. Gvasaliya</b>
	<i>Belegungen im Frühlingsemester sind nur für Mobilitätsstudenten und für Spezialfälle möglich. Bitte wenden Sie sich an das Studiensekretariat.</i>				
Kurzbeschreibung	Das Praktikum ist die Grundschulung für selbständiges Experimentieren. Dazu gehören Planung, Aufbau, Durchführung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente inklusive Messgenauigkeiten, sowie ein schriftlicher Bericht des gesamten Experiments in wissenschaftlicher Form. Schriftliche Anleitungen der einzelnen Versuche sind vorhanden.				
Lernziel	Die Studierenden lernen anspruchsvollere Experimente selbständig durchzuführen und wissenschaftlich korrekt zu dokumentieren.  Dabei werden die folgenden Punkte betont: - Verständnis von komplexeren physikalischen Phänomenen - Strukturierte Herangehensweise an Experimente mit anspruchsvollen Instrumenten - Praktische Aspekte des Experimentierens und Messmethoden - Lernen und Anwenden von relevanten statistischen Methoden der Datenauswertung - Interpretation der Messungen und Messungenauigkeiten - Beschreiben des Experiments und der Resultate in wissenschaftlicher Form, in Analogie zu wissenschaftlichen Publikationen - Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation				
Inhalt	Experimente aus den folgenden Bereichen stehen zur Auswahl: Grundlegende Themen aus Mechanik, Optik, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Elektronik; sowie zentrale Themen aus Teilchen- und Kernphysik, Quantenelektronik, Quantenmechanik, Festkörperphysik und Astrophysik.				
Skript	Anleitung zu den Versuchen (in englischer Sprache)				
Voraussetzungen / Besonderes	Aus einer Vielfalt von über 50 Versuchen müssen 4 Versuche aus verschiedenen Themenbereichen durchgeführt und mit einem wissenschaftlich verfassten Bericht abgeschlossen werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
Kritisches Denken		geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			

### ► Proseminare, experimentelle und theoretische Semesterarbeiten

Detaillierte Informationen auf:  
<https://www.phys.ethz.ch/studies/bachelor/semester-projects.html>

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0000-10L</b>	<b>Physikpraktikum 4</b> <i>Voraussetzung: "Physikpraktikum 3" abgeschlossen. Wenn Sie Physikpraktikum 3 noch nicht belegt hatten, schreiben Sie sich bitte dafür zuerst ein.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Donegà, S. Gvasaliya</b>
	<i>Bitte belegen Sie diese Veranstaltung im Rahmen Ihres Bachelor-Studiums höchstens einmal!</i>				
Kurzbeschreibung	Das Praktikum ist die Grundschulung für selbständiges Experimentieren. Dazu gehören Planung, Aufbau, Durchführung, Auswertung und Interpretation physikalischer Experimente inklusive Messgenauigkeiten, sowie ein schriftlicher Bericht des gesamten Experiments in wissenschaftlicher Form. Schriftliche Anleitungen der einzelnen Versuche sind vorhanden.				
Lernziel	Die Studierenden lernen anspruchsvollere Experimente selbständig durchzuführen und wissenschaftlich korrekt zu dokumentieren.  Dabei werden die folgenden Punkte betont: - Verständnis von komplexeren physikalischen Phänomenen - Strukturierte Herangehensweise an Experimente mit anspruchsvollen Instrumenten - Praktische Aspekte des Experimentierens und Messmethoden - Lernen und Anwenden von relevanten statistischen Methoden der Datenauswertung - Interpretation der Messungen und Messungenauigkeiten - Beschreiben des Experiments und der Resultate in wissenschaftlicher Form, in Analogie zu wissenschaftlichen Publikationen - Ethische Aspekte der experimentellen Forschung und wissenschaftlicher Kommunikation				
Inhalt	Experimente aus den folgenden Bereichen stehen zur Auswahl: Grundlegende Themen aus Mechanik, Optik, Thermodynamik, Elektromagnetismus und Elektronik; sowie zentrale Themen aus Teilchen- und Kernphysik, Quantenelektronik, Quantenmechanik, Festkörperphysik und Astrophysik.				

Skript	Anleitung zu den Versuchen (in englischer Sprache)				
Voraussetzungen / Besonderes	Aus einer Vielfalt von über 50 Versuchen müssen 4 Versuche aus verschiedenen Themenbereichen durchgeführt und mit einem wissenschaftlich verfassten Bericht abgeschlossen werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>402-0218-BSL</b>	<b>Research Project I ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>15A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Students conduct a small research project within a research group or carry out a guided self-study of original papers on a given theoretical topic. The results are submitted in a written report and an oral presentation.				
Lernziel	Students are enabled to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• expand their knowledge in a specific area of physics,</li> <li>• conduct a project (a) in a research laboratory or (b) on a specific topic of theoretical physics,</li> <li>• discuss their project results and conclusions in a team,</li> <li>• present their findings in written and oral form.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung		gefördert	
		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>402-0219-BSL</b>	<b>Research Project II ■</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>15A</b>	Betreuer/innen
	<i>Um diese LE zu belegen kontaktieren Sie bitte das Studiensekretariat unter <a href="mailto:studies.physics@ethz.ch">studies.physics@ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	Students conduct a small research project within a research group or carry out a guided self-study of original papers on a given theoretical topic. The results are submitted in a written report and an oral presentation.				
Lernziel	Students are enabled to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• expand their knowledge in a specific area of physics,</li> <li>• conduct a project (a) in a research laboratory or (b) on a specific topic of theoretical physics,</li> <li>• discuss their project results and conclusions in a team,</li> <li>• present their findings in written and oral form.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung		gefördert	
		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-PHYS*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ►► Sprachkurse



► **Ergänzende Fächer, Seminare, Kolloquia**

►► **Ergänzende Fächer aus dem Basisjahr oder dem zweiten Studienjahr**

*Ergänzende Fächer (aus dem zweiten Studienjahr  
Mathematik Bachelor)*

►► **Ergänzende Fächer**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-4000-00L</b>	<b>Chemie</b>	<b>Z</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Segawa</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Chemie mit Aspekten aus der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Modelle der chemischen Bindung und der dreidimensionalen Struktur von Molekülen verstehen</li> <li>- Ausgewählte chemische Systeme anhand von Reaktionsgleichungen und Gleichgewichtsrechnungen beschreiben und quantitativ erfassen</li> <li>- Grundlegende Begriffe der chemischen Kinetik (z. B. Reaktionsordnung, Geschwindigkeitsgesetz und -konstante) verstehen und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	Periodisches System der Elemente, chemische Bindung (LCAO-MO), molekulare Struktur (VSEPR), Reaktionen, Gleichgewicht, chemische Kinetik.				
Skript	Kopien der Vorlesungs-Präsentationen und weitere Unterlagen werden abgegeben.				
Literatur	C.E. Housecroft, E.C. Constable, Chemistry. An Introduction to Organic, Inorganic and Physical Chemistry, 4th ed., Pearson: Harlow 2010. C.E. Mortimer, U. Müller, Chemie, 11. Auflage, Thieme: Stuttgart 2014.				

►► **Ergänzende Fächer (aus dem zweiten Studienjahr Mathematik Bachelor)**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2604-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeit und Statistik</b>	<b>Z</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>V. Tassion</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik				
Lernziel	Wahrscheinlichkeitsrechnung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die abstrakten probabilistischen Konzepte unter Verwendung des Formalismus der Maßtheorie: Zufallsvariablen, Erwartungswert, Unabhängigkeit...</li> <li>- Entwicklung einer probabilistischen Intuition: Verstehen des Zusammenhangs zwischen den abstrakten Definitionen der Objekte und der Art und Weise, wie wir sie uns vorstellen können. Warum ist eine Zufallsvariable eine gute Möglichkeit, einen Münzwurf zu beschreiben?</li> <li>- Grundlegende Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung: Gesetz der großen Zahlen, zentrale Grenzwertsätze.</li> </ul> Statistik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in grundlegende Fragen und Methoden der Statistik: Wie kann man Informationen aus zufällig erzeugten Daten extrahieren?</li> <li>- Schätzung von Parametern, Konfidenzintervalle.</li> <li>- Test.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Analysis III (Masstheorie)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
<b>401-2004-00L</b>	<b>Algebra II</b>	<b>Z</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>Ö. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte Themen zu Ringen, Gruppen und Körpern inklusive Galoistheorie				
Lernziel	Ausgewählte Themen zu Ringen, Gruppen und Körpern inklusive Galoistheorie				
Inhalt	Ringtheorie: Elementarteilersatz, Klassifikation endlich erzeugter Moduln über Hauptidealringen, Anwendungen auf endlich erzeugte abelsche Gruppen und Jordansche Normalform.				
	Strukturtheorie von Gruppen: Einfache Gruppen, Kompositionsreihen, Auflösbare Gruppen, Semidirekte Produkte, p-Gruppen, Sylowsätze.				
	Struktur von Körpererweiterungen: algebraischer Abschluss, separable Polynome, endliche Körper, separable und/oder normale Körpererweiterungen, Galoisweiterungen, Galois-Korrespondenz, Symmetrische Funktionen, Kreisteilungskörper, Abelsche Körpererweiterungen, Auflösbare Körpererweiterungen, Satz von Abel-Ruffini				
Literatur	Bosch: Algebra. Springer Verlag. Fischer: Lehrbuch der Algebra. Vieweg Verlag. Lang: Algebra. Springer Verlag. Jantzen, Schwermer: Algebra. Springer Verlag. Rotman: Advanced Modern Algebra				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	

►► **Seminare und Kolloquia**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0101-00L</b>	<b>The Zurich Physics Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>S. Huber, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	The goal of this event is to bring you closer to current day research in all fields of physics. In each semester we have a set of distinguished speakers covering the full range of topics in physics. As a participating student should learn how to follow a research talk. In particular, you should be able to extract key points from a colloquium where you don't necessarily understand every detail that is presented.				
<b>402-0800-00L</b>	<b>The Zurich Theoretical Physics Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>J. Renes, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				

Lernziel	The Zurich Theoretical Physics Colloquium is jointly organized by the University of Zurich and ETH Zurich. Its mission is to bring both students and faculty with diverse interests in theoretical physics together. Leading experts explain the basic questions in their field of research and communicate the fascination for their work.				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorträge evtl. auch auf Deutsch				
<b>402-0551-00L</b>	<b>Laser Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>J. Faist, T. Esslinger, J. Home, A. Imamoglu, U. Keller, F. Merkt, H. J. Wörner</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>402-0600-00L</b>	<b>Nuclear and Particle Physics with Applications</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Rubbia, K. S. Kirch, R. Wallny</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Widen the horizon on the physics topics relevant for our IPA groups. In addition, it shall provide opportunities to share and exchange scientific ideas.				
<b>402-0700-00L</b>	<b>Seminar in Elementary Particle Physics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Spira</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	Stay informed about current research results in elementary particle physics.				
Inhalt	see web page <a href="http://www.psi.ch/ltp/thursday-colloquia">http://www.psi.ch/ltp/thursday-colloquia</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>402-0746-00L</b>	<b>Seminar: Particle and Astrophysics (Aktuelles aus der Teilchen- und Astrophysik)</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	Uni-Dozierende
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY003 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Im Seminar werden neueste Erkenntnisse aus verschiedenen Gebieten der Teilchen- und Astrophysik vorgestellt. Dies bietet gleichzeitig eine Gelegenheit für den wissenschaftlichen Ideenaustausch.				
Inhalt	In Seminarvorträgen werden aktuelle Fragestellungen aus der Teilchenphysik vom theoretischen und experimentellen Standpunkt aus diskutiert. Besonders wichtig erscheint uns der Bezug zu den eigenen Forschungsmöglichkeiten am PSI, CERN und DESY.				
<b>402-0893-00L</b>	<b>Particle Physics Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>T. K. Gehrman, M. Krstic Marinkovic, C. Anastasiu</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Voraussetzungen / Besonderes	Occasionally, talks may be delivered in German.				
<b>402-0530-00L</b>	<b>Mesoscopic Systems</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>T. M. Ihn</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of mesoscopic systems and nanostructures. They can present their own results, critically reflect published research in this field, explain both to an audience of physicists, and participate in a critical and constructive scientific discussion.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0980-00L</b>	<b>Seminar on Biomedical Magnetic Resonance</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>K. P. Prüssmann, S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Current developments and problems of magnetic resonance imaging (MRI)				
Lernziel	Getting insight into advanced topics in magnetic resonance imaging				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen der Magnetresonanz				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1264-00L</b>	<b>Atmospheric Physics Lab Work ■</b>	<b>Z</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>1P</b>	<b>Z. A. Kanji</b>
Kurzbeschreibung	Versuche aus den Bereichen Atmosphärenphysik, Meteorologie und Aerosolphysik, die im Labor und teilweise im Freien durchgeführt werden.				
Lernziel	Dieser Kurs gibt Einblicke in verschiedene Aspekte der Atmosphärenphysik. Im Rahmen mehrerer Experimente werden folgende Themengebiete behandelt: Wind und die Bewegung von Luftpaketen, die Analyse von atmosphärischen Feinpartikeln (Aerosole) und deren Einfluss auf die Wolkenbildung sowie die Sonnenstrahlung, welche die Erde erreicht.				
Inhalt	Details zum Praktikum sind auf der Webseite zum Praktikum ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> ) zu erfahren.				

Skript	Versuchsanleitungen auf der Webseite ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> )		
Voraussetzungen / Besonderes	Three out of four available experiments must be carried out. The experiments are conducted in groups of 2-3 students. Three introduction lectures of 2 hours each will be given at the beginning of the semester to familiarize students with the topics covered and lab-report writing process. The introduction lectures will take place on Wednesday Feb. 21, Monday Feb. 26 and Monday Mar. 4, 2024 all from 10-12 hours in CHN L17.1. The experiments can begin as soon as the second week of the semester. In the first lecture, you will choose your experiments and self-organise into teams for the experiments.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft
		Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**402-0396-00L Recent Research Highlights in Astrophysics (University of Zurich)** E- 0 KP 1S Uni-Dozierende  
*Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.*  
*UZH Modulkürzel: AST006.1*

*Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:*  
[https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline\\_s.html](https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html)

Kurzbeschreibung Research colloquium

**227-1043-00L Neuroinformatics - Colloquia (University of Zurich)** E- 0 KP 1K S.-C. Liu, R. Hahnloser, V. Mante  
*No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.*  
*UZH Module Code: INI701*

*Mind the enrolment deadlines at UZH:*  
[https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline\\_s.html](https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadline_s.html)

Kurzbeschreibung The colloquium in Neuroinformatics is a series of lectures given by invited experts. The lecture topics reflect the current themes in neurobiology and neuromorphic engineering that are relevant for our Institute.

Lernziel The goal of these talks is to provide insight into recent research results. The talks are not meant for the general public, but really aimed at specialists in the field.

Inhalt The topics depend heavily on the invited speakers, and thus change from week to week. All topics concern neural computation and their implementation in biological or artificial systems.

### ► Auswahl an Lehrveranstaltungen aus höheren Semestern

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0674-00L</b>	<b>Numerical Methods for Partial Differential Equations</b> <i>Nicht für Studierende BSc/MSc Mathematik</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>2G+2U+2P+4A</b>	<b>R. Hiptmair</b>
Kurzbeschreibung	Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations: convection-diffusion, heat equation, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.				
Lernziel	Main skills to be acquired in this course: * Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently. * Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations. * Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory * Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm. * Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations. * Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.				
Inhalt	This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages. Second-order scalar elliptic boundary value problems Finite-element methods (FEM) FEM: Convergence and Accuracy Non-linear elliptic boundary value problems Second-order linear evolution problems Convection-diffusion problems Numerical methods for conservation laws				
Skript	The lecture will be taught in flipped classroom format: - Video tutorials for all thematic units will be published online. - Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF. - A comprehensive lecture document will cover all aspects of the course, see <a href="https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf">https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf</a>				

Literatur Chapters of the following books provide supplementary reading (detailed references in course material):

- \* D. Braess: Finite Elemente, Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2007 (available online).
- \* S. Brenner and R. Scott. Mathematical theory of finite element methods, Springer 2008 (available online).
- \* A. Ern and J.-L. Guermond. Theory and Practice of Finite Elements, volume 159 of Applied Mathematical Sciences. Springer, New York, 2004.
- \* Ch. Großmann and H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer 2007.
- \* W. Hackbusch. Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment, volume 18 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer, Berlin, 1992.
- \* P. Knabner and L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, volume 44 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.
- \* S. Larsson and V. Thomée. Partial Differential Equations with Numerical Methods, volume 45 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.
- \* R. LeVeque. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.

However, study of supplementary literature is not important for following the course.

Voraussetzungen / Besonderes Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.

Important: Coding skills and experience in C++ are essential.

Homework assignments involve substantial coding, partly based on a C++ finite element library. The written examination will be computer based and will comprise coding tasks.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert

402-0714-00L	Astro-Particle Physics II	W	6 KP	2V+1U	A. Biland
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the neutral components of the cosmic rays as well as on several aspects of Dark Matter. Main topics will be very-high energy astronomy and neutrino astronomy.				
Lernziel	Students can explain experimental methods to measure neutrinos as well as high and very high energetic photons from extraterrestrial sources and major background contributions. They are aware of the historical development and the current state of the field, including models to explain high-energy emission. As key point, they can describe the unexpected richness of galactic and extragalactic high-energy astrophysical object classes recently detected. In addition, they can present experimental evidence about the existence of Dark Matter and about selected Dark Matter theories.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brief summary about 'charged cosmic rays' (1st semester)</li> <li>• Neutrino Astronomy: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ atmospheric, stellar, extragalactic, and cosmological neutrinos</li> <li>◦ actual detectors and near-future experiments</li> </ul> </li> <li>• High Energy (HE) and Very-High Energy (VHE) Astronomy: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ operational and planned detectors for (V)HE gamma-rays</li> <li>◦ possible mechanisms to produce (V)HE gamma-rays</li> <li>◦ identified galactic and extragalactic high energy objects</li> <li>◦ the gamma-ray horizon and its cosmological relevance</li> <li>◦ Lorentz-invariance violation and Quantum Gravity</li> </ul> </li> <li>• Dark Matter: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ evidences for existence of non-barionic matter and selected Dark Matter models</li> <li>◦ actual and near-future experiments for direct and indirect Dark Matter searches</li> </ul> </li> </ul>				
Skript	See: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/">http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/</a>				
Literatur	See: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/">http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course can be attended independent of Astro-Particle Physics I.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			

402-0742-00L	Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II)	W	6 KP	2V+1U	P. Morf
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				
Lernziel	<p>Which Impacts do humans have on the planetary systems?  We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society.  Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions.  How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path?  What are the possible consequences?  Can we learn from historical collapse of societies?  Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability?  Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?</p>				

Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>		
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>		
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)		
Voraussetzungen / Besonderes	As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture. In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>401-3532-08L</b>	<b>Differential Geometry II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>P. Hintz</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course of Differential Geometry I. Topics covered include: Introduction to Riemannian geometry: Riemannian manifolds, Levi-Civita connection, geodesics, Hopf-Rinow Theorem, curvature, second fundamental form, Riemannian submersions and coverings, Hadamard-Cartan Theorem, triangle and volume comparison.				
Lernziel	Continuing the introduction to Riemannian geometry, with a focus on the role of curvature and the interplay of geometry and topology; and introducing fundamental aspects of Lorentzian geometry.				
Literatur	- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser 1992 - S. Kobayashi, K. Nomizu "Foundations of Differential Geometry" Volume I, Wiley 1963 - B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry With Applications to Relativity, Academic Press 1983				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I (or basics of differentiable manifolds)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft		

<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.				
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.				

Inhalt	The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomo) therapy approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.				
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				
<b>402-0673-00L</b>	<b>Physics in Medical Research: From Humans to Cells</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>B. K. R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.				
Lernziel	The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.  In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.  Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.  Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.  For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.  The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.				
Inhalt	Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures How to compare the performance of laboratory-based tomography Physical approaches in medicine and medical imaging Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data Shape memory alloy-based medical implants From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging Artificial muscles for treating severe incontinence Applying physics in medicine: Benefitting patients				
Voraussetzungen / Besonderes	Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients. No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert	
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

*Wahlfächer (Physik Master)*

**402-0248-00L    Electronics for Physicists II (Digital)    W    4 KP    4G    Y. M. Acremann**

**Kurzbeschreibung** The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.

**Lernziel** The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.

**Inhalt** The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.

Contents:  
Combinational logic  
Binary representations of numbers, binary arithmetic  
Sequential logic  
Counters, shift registers  
Finite state machines

Hardware description languages (mostly SystemVerilog)  
Field programmable gate arrays (FPGAs)

Buses (parallel, serial)  
System-on-chip buses (APB, AXI4)  
Clock domain crossings

Digital signal processing:  
The sampling theorem  
Z-transform,  
Digital filters  
Sampling rate conversion  
Frequency mixing

The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor)  
Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface  
System-on-chip (FPGA based)

**Skript** The slides will be made available on Moodle.

**Literatur** Recommended:  
Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)

**Voraussetzungen / Besonderes** Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel or AMD machines) or Windows.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken

**402-0010-00L    Basics of Computing Environments for Scientists    Z    0 KP    1V    C. D. Herzog, C. Becker, S. Müller**

*Einschreibung nur unter  
<https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika>  
Keine Belegung über myStudies notwendig.*

**Kurzbeschreibung** Introduce IT services at D-PHYS, offer modules covering IT-related topics for scientists.

Lernziel	<p>The "IT at D-PHYS" introduction provides a good understanding of how IT works at D-PHYS and presents an overview of the IT services and their providers. It is recommended for everyone joining the department.</p> <p>The "IT and Information Security" introduction is meant to prepare you for the dangerous world of "the internet". We will take a look at common threat vectors and how you can counter them.</p> <p>The remainder is structured into individual modules which can be attended separately. They give practical insights into everyday research-related IT challenges.</p> <p>The "Linux Basics" modules offer an introduction to the Linux landscape and show how to work on the shell by using command line tools. The first part provides a basic understanding of Linux systems and their components. It introduces commands essential to working with local and remote machines. The second part focuses on more advanced tools and workflows and provides guidelines to scripting, automation and customization.</p> <p>The "Python Ecosystem" modules present various aspects of the environment around Python. Without teaching the Python programming language itself, it aims at providing understanding of various concepts surrounding it. The first part focuses on getting ready to run code. It discusses the management of Python interpreters, packages and virtual environments. The second part presents tools for writing Python code and interacting with strings. From development environments (IDE, Jupyter), over code formatters and linters, to string formatting and parsing with regular expressions. The third part sits at the interface between Python code and external data files. We explain how to read or write files, discuss data types and file formats. We show how to handle configuration parameters and mention tools to automate the data analysis.</p> <p>The "System Aspects module" deals with the hardware-related side of Scientific Computing. To get the best performance out of your scientific code, you have to be aware of the underlying hardware and adapt to it.</p>		
Inhalt	<p>Introduction:</p> <p>a. IT at D-PHYS (IT service providers and IT services at D-PHYS) - not a module</p> <p>b. IT and Information Security (how to deal with common threats on "the internet") - not a module</p> <p>Modules:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Linux Basics I (system components, basic shell usage)</li> <li>2. Linux Basics II (advanced tools, scripting)</li> <li>3. Python Ecosystem I (packages, virtual environments)</li> <li>4. Python Ecosystem II (development environments, formatter and linter, string formatting, regex)</li> <li>5. Python Ecosystem III (external data files, config parameters and automation)</li> <li>6. System Aspects (how the hardware affects your scientific code and vice versa)</li> </ol>		
Voraussetzungen / Besonderes	Modules can be booked individually and separately.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
	<i>Offered in the spring semester from FS24.</i>				
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				
Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### Physik Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Physik DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang auf: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Das allgemeine Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i> <i>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.  Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	2 KP	2S	R. Schumacher
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0242-07L	<b>Menschliche Intelligenz</b> <i>Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.</i>  <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	1 KP	1S	E. Stern
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				

Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen			
<b>851-0242-08L</b>	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Findet in diesem Semester nicht statt. Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>			
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.			
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen			
	<i>siehe Erziehungswissenschaften DZ</i>			

<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>
	<i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport. Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Experten-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.				
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.				
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0915-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Physik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>M. Mohr</b>
	<i>Unterrichtspraktikum Physik für DZ. Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selber 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Themen für die beiden Prüfungslektionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				

Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.					
<b>402-0917-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Physik A ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Physik für DZ und Lehrdiplom Physik.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Schiltz, A. Vaterlaus</b>	
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.					
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.					
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung.  Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet.					
Skript	<a href="http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html">http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html</a>					
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte in der Regel vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden. FD2 (402-0909-00L) muss abgeschlossen oder im gleichen Semester belegt sein.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Projektmanagement				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft

### ► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0742-00L</b>	<b>Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Morf</b>
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				
Lernziel	Which Impacts do humans have on the planetary systems? We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society. Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions. How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path? What are the possible consequences? Can we learn from historical collapse of societies? Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability? Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>				
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)				
Voraussetzungen / Besonderes	As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture. In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	<p>Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modern methods of statistical data analysis</li> <li>- probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods.</li> <li>- most examples are taken from particle physics.</li> </ul> <p>Methodology:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lectures about the statistical topics;</li> <li>- common discussions of examples;</li> <li>- exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures;</li> <li>- all students perform statistical calculations on (their) computers;</li> <li>- students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments;</li> <li>- at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation;</li> <li>- all students are directly tutored by assistants in the classroom.</li> </ul>				
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Copies of all lectures are available on the web-site of the course.</li> <li>- A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.</li> </ul>				
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag .</li> <li>2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552.</li> <li>3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag.</li> <li>4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>402-0368-13L</b>	<b>Extrasolar Planets</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. P. Quanz, C. Dorn, H. M. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces in detail some of the main observational methods for the detection and characterization of extra-solar planetary systems. It covers the physics of planets (in the solar system and in extra-solar systems) and provides some overview of the current state of this dynamic research field.				
Lernziel	The course gives an overview of the current state-of-the-art in exoplanet science and serves as basis for first research projects in the field of exoplanet systems and related topics.				
Inhalt	<p>Content of the lecture EXTRASOLAR PLANETS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planets in the astrophysical context</li> <li>2. Planets in the solar systems</li> <li>3. Detecting extra-solar planetary systems</li> <li>4. Properties of planetary systems and planets</li> <li>5. Planet formation</li> <li>6. Search for habitable planets and bio-signatures</li> </ol>				
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				

Voraussetzungen / Besonderes The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".

<b>402-0922-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Physik A ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Physik für DZ und Lehrdiplom.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Schiltz, A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.				
Lernziel	Übung im Erklären schwieriger physikalischer Inhalte als zentrale Herausforderung des Lehrberufes				
Inhalt	Verbesserung der Ausbildung in Physik durch das Erschliessen attraktiver, moderner Themen im Hinblick auf zukünftige curriculare Entscheidungen und das Bild von Physik in der Öffentlichkeit				
Skript	Themenwahl nach Vereinbarung <a href="http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html">http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Beginn jederzeit, in Deutsch oder Englisch n.V.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>402-0368-61L</b>	<b>The Sun, Stars and Planets - Properties, Processes and Interactions</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Harra, S. P. Quanz</b>
Kurzbeschreibung	The physics of solar flares, coronal mass ejections and the solar wind will be described. A discussion of the similarities and differences to stellar flares and coronal mass ejections will follow. An introduction to the detection and characterization of extrasolar planets, the impact of stellar phenomena on exoplanets and in particular on their potential habitability will be given.				
Lernziel	The main goal of the course is to give the students an overview of physical phenomena that lead to impacts on the Earth, planets and exoplanets. The areas described are at the forefront of scientific research internationally, and touch on significant questions such as 'is there life on other planets'. These topics will be of interest to students studying astrophysics, earth science and planetary sciences.				
Literatur	"Astronomy and Astrophysics", Zeilik and Gregory "Universe", Freedman and Kaufmann Living review "The Sun in time: activity and environment" Güdel "Solar Astrophysics", Peter Foukal "Host stars and their effect on Exoplanet Atmospheres", Jeffrey Linsky				
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...  - selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben. - bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern. - mit der Komplexität realer Daten umgehen. - Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern. - Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen. - Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren. - Standard-Algorithmen erklären und anwenden.				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:  1. Variablen und Datentypen 2. Kontrollstrukturen und Logik 3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse 4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen 5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten 6. Klassen und Objekte  Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistenten zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0869-00L</b>	<b>Qualitative Methods in Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>V. Geshkenbein</b>
Kurzbeschreibung	We will discuss, how qualitative thinking allows to progress in different areas of physics, from classical to quantum mechanics, from phase transitions, to developed turbulence and Anderson localisation.				

Lernziel	The solution of most problems in theoretical physics begins with the application of the QUALITATIVE METHODS which constitute the most attractive and beautiful characteristic of this discipline. However, as experience shows, it is just these aspects which are most difficult for beginner. Unfortunately, the methods of theoretical physics are usually presented in a formal, mathematical way, rather than in the constructive form in which they are used in scientific work. The purpose of this lecture course is to make up this deficiency.				
Skript	Lecture notes and additional materials are available.				
<b>402-0248-00L</b>	<b>Electronics for Physicists II (Digital)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>Y. M. Acremann</b>
Kurzbeschreibung	The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.				
Lernziel	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.				
Inhalt	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.				
	<p>Contents:</p> <p>Combinational logic  Binary representations of numbers, binary arithmetic  Sequential logic  Counters, shift registers  Finite state machines</p> <p>Hardware description languages (mostly SystemVerilog)  Field programmable gate arrays (FPGAs)</p> <p>Buses (parallel, serial)  System-on-chip buses (APB, AXI4)  Clock domain crossings</p> <p>Digital signal processing:  The sampling theorem  Z-transform,  Digital filters  Sampling rate conversion  Frequency mixing</p> <p>The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor)  Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface  System-on-chip (FPGA based)</p>				
Skript	The slides will be made available on Moodle.				
Literatur	<p>Recommended:</p> <p>Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel or AMD machines) or Windows.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
<b>252-0842-00L</b>	<b>Programmieren und Problemlösen</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein</b>
	<i>Belegungsfrist: 16.02.2024</i>				
Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.				
Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmendesign Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>				
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/</a>				
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahes Programmieren mit Python (252-0840-02)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert

#### Physik DZ - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Physik Lehrdiplom

Detaillierte Informationen zum Studiengang auf: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-01L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.</i> <i>*Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	3 KP	2V	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.  Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichtes und das Thema Hausaufgaben.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
851-0240-24L	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> <i>- Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.</i>  <i>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).</i>  <i>- Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</i>	O	1 KP	2U	E. Stern, M. Rau
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Findet in diesem Semester nicht statt.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	1 KP	2S	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
	siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen				

## ► Fachdidaktik in Physik

WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0909-00L	<b>Fachdidaktik Physik II: Motivierender und lernwirksamer Unterricht ■</b> <i>Voraussetzung: Vorgängiger Besuch der Fachdidaktik Physik I: Spezielle Didaktik des Physikunterrichts (402-</i>	O	4 KP	3G	A. Lichtenberger



	0910-00L, Dozent: M. Mohr).				
Kurzbeschreibung	Mittels Backward Design werden Unterrichtseinheiten für den Physikunterricht am Gymnasium nach fachdidaktischen Kriterien entwickelt und evaluiert.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema eine Unterrichtseinheit mittels Backward Design nach fachdidaktischen Kriterien zu erstellen und zu evaluieren. Dazu gehört, dass sie die zentralen Konzepte und essentiellen Fragen der Unterrichtsinhalte identifizieren und die angestrebte Wissensstruktur in einer Concept Map veranschaulichen können. Zur Beurteilung des Wissensstands der Schülerinnen und Schüler können sie passende Assessments entwickeln. In ihrer Unterrichtsvorbereitung berücksichtigen die Studierenden das Vorwissen und mögliche Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Sie sind in der Lage, motivierende und lernförderliche Lernaktivitäten zu gestalten und verschiedene Unterrichtsformen und -methoden zielführend und effektiv einzusetzen.				
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die Grundlagen zum Backward Design, wichtige Prinzipien des Lernens im Kontext der Physik (Formatives Assessment, Vorwissen und Lernschwierigkeiten, Motivation, Wissensstrukturierung, Peer-Lernen und Selbstregulierung) und eine Auswahl verschiedener Unterrichtsmethoden (z.B. Clickers, Hands-On-Experimente, POE-Experimente, Physlets, Whiteboarding) erarbeitet. Darauf aufbauend werden Unterrichtseinheiten zu vorgegebenen Themen der Physik für die Gymnasialstufe entwickelt und mittels Review- und Präsentationssequenzen evaluiert. Das Design und die Unterlagen zu diesen Unterrichtseinheiten werden in Portfolios festgehalten und erläutert.				
Skript	Unterlagen werden in der Veranstaltung abgegeben.				
Literatur	Auswahl: Kirchner, E., Girwidz, R., & Häussler, P. (2015). Physikdidaktik. Berlin: Springer. ISBN 978-3-642-41744-3. Greutmann, P., Saalbach, H., & Stern, E. (2020). Professionelles Handlungswissen für Lehrerinnen und Lehrer. Stuttgart: Kohlhammer. ISBN 978-3-17-031785-7 Wiggins, G. & McTighe, J. (2005). Understanding by Design. Alexandria, VA: ASCD. ISBN 1-4166-0035-3. Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). How Learning Works. San Francisco, CA: Jossey-Bass. ISBN 978-0-470-48410-4. Petty, G. (2009). Evidence-Based Teaching. Cheltenham: Nelson Thorens Ltd. ISBN 978-1-4085-0452-9. Furtak, E., M. (2009). Formative Assessment for Secondary Science Teachers. Thousand Oaks, CA: Corwin. ISBN 978-1-4129-7220-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorgängiger Besuch der Fachdidaktik Physik I: Spezielle Didaktik des Physikunterrichts (402-0910-00L, Dozent: M. Mohr).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
<b>402-0917-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Physik A ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Schiltz, A. Vaterlaus</b>
	<i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Physik für DZ und Lehrdiplom Physik.</i>				
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				
Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.				
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung.  Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet.				
Skript	<a href="http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html">http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte in der Regel vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden. FD2 (402-0909-00L) muss abgeschlossen oder im gleichen Semester belegt sein.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		

<b>402-0918-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Physik B ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Schiltz, A. Vaterlaus</b>
	<i>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Physik für DZ und Lehrdiplom.</i>				
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.				

Lernziel	Das Ziel ist, dass die Studierenden - sich in ein Unterrichtsthema einarbeiten können, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in fachlicher, fachdidaktischer, pädagogischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - zeigen, dass sie selbstständig eine lernwirksame Unterrichtssequenz erstellen und zur Einsatzreife bringen können.		
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung  Thematische Schwerpunkte Die Gegenstände der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik stammen in der Regel aus dem gymnasialen Unterricht.  Lernformen Alle Studierenden erhalten ein individuelles Thema und erstellen dazu eine eigenständige Arbeit. Sie werden dabei von ihrer Betreuungsperson begleitet.		
Skript	<a href="http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html">http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Arbeit sollte in der Regel vor Beginn des Praktikums abgeschlossen werden. FD2 (402-0909-00L) muss abgeschlossen oder im gleichen Semester belegt sein.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

## ► Berufspraktische Ausbildung in Physik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0904-00L	<b>Berufspraktische Übungen: Das Experiment im Physikunterricht ■</b> <i>Beschränkte Teilnehmerzahl.</i>	O	2 KP	4G	M. Mohr, H. R. Deller, M. Lieberherr, C. Prim
	<i>Voraussetzung: Abschluss von Fachdidaktik Physik I: Spezielle Didaktik des Physikunterrichts (402-0910-00L)</i>				
	<i>Schriftliche Anmeldung erforderlich an mamohr@ethz.ch. Teilnehmer werden in der Reihenfolge der Anmeldung berücksichtigt.</i>				
Kurzbeschreibung	In diesem einwöchigen Blockkurs üben die Studierenden das Experimentieren auf gymnasialem Niveau. Die Studierenden rotieren dabei zwischen drei Kantonsschulen in der deutschsprachigen Schweiz.				
Lernziel	- Die Studierenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Experimentieren so, dass sie die grundlegenden Demonstrations- und Schüler-Experimente sachgerecht und erfolgreich in ihrem Unterricht einsetzen können. - Sie sind geneigt, den Schülerexperimenten einen wichtigen Stellenwert einzuräumen und kennen verschiedene Organisationsformen.				
Inhalt	Die Studierenden arbeiten in Zweiergruppen mit dem reichhaltigen Material einer Mittelschulsammlung unter den im Unterricht üblichen Bedingungen. Anhand geeigneter Demonstrationsexperimente entwickeln sie zunehmende Selbständigkeit im Auswählen des Materials, Aufbauen der Versuchsanordnungen und Vorführen vor den Kollegen/innen. Damit werden sie in die Lage versetzt, die experimentellen Anforderungen in den Übungs- und Praktikumslektionen zu bewältigen. In einer Werkstatt mit verschiedenen Posten zu Schülerexperimenten lernen sie Schülermaterial, Arbeitsformen, Aufgabenstellungen und die Problematik der Notengebung kennen. Sie erhalten Anregungen zu einfachen Freihandexperimenten, zur Astronomie und Themen der modernen Physik. Sie arbeiten mit Simulationsprogrammen für Physik.				
Skript	Unterlagen werden zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Beschränkte Platzzahl.				
402-0911-00L	<b>Unterrichtspraktikum Physik ■</b>	O	8 KP	17P	M. Mohr
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Lektionen: 30 werden von den Studierenden unterrichtet, 20 hospitiert. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.				
Literatur	Wird von der Praktikumslehrperson bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Findet in der Regel am Schluss der Ausbildung, vor Ablegung der Prüfungslektionen statt.				
402-0913-00L	<b>Unterrichtspraktikum II Physik ■</b> <i>Unterrichtspraktikum für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>	W	4 KP	9P	M. Mohr
Kurzbeschreibung	Es handelt sich um ein Aufbaupraktikum zum Praktikum für den Erwerb des Master of Advanced Studies in Secondary and Higher Education im entsprechenden Fach. Ziel ist eine Vertiefung der bereits gewonnenen unterrichtlichen Erfahrungen. Die Studierenden hospitierten 10 Lektionen und erteilen selber 15 Lektionen Unterricht.				

Lernziel	Die Studierenden können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen Blickwinkeln einschätzen. Sie kennen und beherrschen das unterrichtliche Handwerk. Sie können ein gegebenes Unterrichtsthema für eine Gruppe von Lernenden fachlich und didaktisch korrekt strukturieren und in eine adäquate Lernumgebung umsetzen. Es gelingt ihnen, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, sodass die Lernenden sowohl über den nötigen Freiraum wie über ausreichend Orientierung verfügen, um aktiv und effektiv flexibel nutzbares (Fach-)Wissen zu erwerben.
Inhalt	Das Aufbaupraktikum richtet sich an Studierende, die bereits das Didaktik-Zertifikat in ihrem Fach erworben haben und nun eine Aufbaubildung zum Master of Advanced Studies in Secondary and Higher Education absolvieren. In diesem zusätzlichen Praktikum sollen die Studierenden vertiefte unterrichtliche Erfahrungen machen. Auf der Grundlage der zusätzlich erworbenen Kenntnisse und mit Hilfe der ihnen jetzt zu Verfügung stehenden Instrumente analysieren sie verschiedene Aspekte des hospitierten Unterrichts. In dem von ihnen selbst gestalteten Unterricht nutzen sie beim Entwurf, bei der Durchführung und der Beurteilung ihrer Arbeit insbesondere die zusätzlich gewonnen Erkenntnisse aus der allgemeinen und fachdidaktischen Lehr- und Lernforschung.

<b>402-0921-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Physik ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Mohr</b>
	<i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion obere Stufe Physik" (402-0921-02L) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				

<b>402-0921-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Physik ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Mohr</b>
	<i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Physik" (402-0921-01L) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				

### ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

*Im Lehrdiplom dürfen nur Kernfächer angerechnet werden, die nicht für das Bachelor- oder Master-Studium in Physik gezählt wurden oder als fachwissenschaftliche Auflagen absolviert werden mussten.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0248-00L</b>	<b>Electronics for Physicists II (Digital)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>Y. M. Acremann</b>
Kurzbeschreibung	The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.				
Lernziel	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.				
Inhalt	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.				
	Contents: Combinational logic Binary representations of numbers, binary arithmetic Sequential logic Counters, shift registers Finite state machines  Hardware description languages (mostly SystemVerilog) Field programmable gate arrays (FPGAs)  Buses (parallel, serial) System-on-chip buses (APB, AXI4) Clock domain crossings  Digital signal processing: The sampling theorem Z-transform, Digital filters Sampling rate conversion Frequency mixing  The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor) Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface System-on-chip (FPGA based)				
Skript	The slides will be made available on Moodle.				

Literatur	Recommended: Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)				
Voraussetzungen / Besonderes	Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel or AMD machines) or Windows.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert	
<b>402-0266-00L</b>	<b>Introduction to Nuclear and Particle Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>A. Soter</b>
	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0266-10L Introduction to Nuclear and Particle Physics" belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to the concepts of nuclear and particle physics.				
Lernziel	Introduction to the concepts of nuclear and particle physics. Discussion of new theoretical concepts and important experiments, which brought about major breakthroughs in our understanding of the underlying physics. Applications of nuclear and particle physics. Links between particle physics and cosmology.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Building blocks of matter (quarks and leptons) and their interactions (QED, QCD, weak interaction)</li> <li>- The Standard Model of particle physics and open fundamental questions</li> <li>- Bound systems (nuclear forces, structure of nuclei, stability)</li> <li>- Applications of nuclear and particle physics (nuclear fusion and fission)</li> <li>- Nuclear physics, particle physics and cosmology</li> </ul>				
Skript	More information and additional material concerning lecture and exercises are collected at Moodle, link to be published.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Povh et al.: Teilchen und Kerne, Springer Verlag 2014</li> <li>- Henley, Garcia: Subatomic Physics, World Scientific 2010</li> <li>- Griffith: Introduction to Elementary Particles, Wiley VCH 2011</li> <li>- Demtroeder: Experimentalphysik IV: Kern- Teilchen- und Astrophysik, Springer Verlag, 2014, 2017</li> </ul>				
	See Moodle for more suggestions				
<b>402-0275-00L</b>	<b>Quantum Electronics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>R. Grange, R. Chapman</b>
	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0275-10L Quantum Electronics" belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.				
Lernziel	Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.				
Inhalt	Propagation of light in dispersive media Light propagation through interfaces Interference and coherence Interferometry Fourier Optics Beam propagation Optical resonators Laser fundamentals Polarization optics Waveguides Nonlinear optics				
Skript	Scripts will be distributed in class (online) via moodle				
Literatur	Reference: Saleh, B.E.A., Teich, M.C.; Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc., newest edition				
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory lecture for physics students  Prerequisites (minimal): vector analysis, differential equations, Fourier transformation				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
				Kooperation und Teamarbeit	gefördert
				Kundenorientierung	gefördert
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>402-0368-13L</b>	<b>Extrasolar Planets</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. P. Quanz, C. Dorn, H. M. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces in detail some of the main observational methods for the detection and characterization of extra-solar planetary systems. It covers the physics of planets (in the solar system and in extra-solar systems) and provides some overview of the current state of this dynamic research field.				
Lernziel	The course gives an overview of the current state-of-the-art in exoplanet science and serves as basis for first research projects in the field of exoplanet systems and related topics.				
Inhalt	Content of the lecture EXTRASOLAR PLANETS 1. Planets in the astrophysical context 2. Planets in the solar systems 3. Detecting extra-solar planetary systems 4. Properties of planetary systems and planets 5. Planet formation 6. Search for habitable planets and bio-signatures				
<b>402-0368-61L</b>	<b>The Sun, Stars and Planets - Properties, Processes and Interactions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Harra, S. P. Quanz</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The physics of solar flares, coronal mass ejections and the solar wind will be described. A discussion of the similarities and differences to stellar flares and coronal mass ejections will follow. An introduction to the detection and characterization of extrasolar planets, the impact of stellar phenomena on exoplanets and in particular on their potential habitability will be given.				
Lernziel	The main goal of the course is to give the students an overview of physical phenomena that lead to impacts on the Earth, planets and exoplanets. The areas described are at the forefront of scientific research internationally, and touch on significant questions such as 'is there life on other planets'. These topics will be of interest to students studying astrophysics, earth science and planetary sciences.				
Literatur	"Astronomy and Astrophysics", Zeilik and Gregory "Universe", Freedman and Kaufmann Living review "The Sun in time: activity and environment" Güdel "Solar Astrophysics", Peter Foukal "Host stars and their effect on Exoplanet Atmospheres", Jeffrey Linsky				
<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	Topics include: - modern methods of statistical data analysis - probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods. - most examples are taken from particle physics.  Methodology: - lectures about the statistical topics; - common discussions of examples; - exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures; - all students perform statistical calculations on (their) computers; - students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments; - at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation; - all students are directly tutored by assistants in the classroom.				
Skript	- Copies of all lectures are available on the web-site of the course. - A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.				
Literatur	1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag . 2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552. 3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag. 4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>402-0742-00L</b>	<b>Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Morf</b>
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				
Lernziel	Which Impacts do humans have on the planetary systems? We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society. Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions. How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path? What are the possible consequences? Can we learn from historical collapse of societies? Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability? Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>				
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)				
Voraussetzungen / Besonderes	As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture. In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				
<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				

Lernziel	Die Studierenden können... <ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>																																				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol> <p>Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.</p>																																				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.																																				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.																																				
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	gefördert		Medien und digitale Technologien	gefördert		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft																																			
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																			
	Entscheidungsfindung	gefördert																																			
	Medien und digitale Technologien	gefördert																																			
	Problemlösung	geprüft																																			
	Projektmanagement	gefördert																																			
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																			
	Kreatives Denken	gefördert																																			
	Kritisches Denken	gefördert																																			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																			

<b>402-0869-00L</b>	<b>Qualitative Methods in Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>V. Geshkenbein</b>
Kurzbeschreibung	We will discuss, how qualitative thinking allows to progress in different areas of physics, from classical to quantum mechanics, from phase transitions, to developed turbulence and Anderson localisation.				
Lernziel	The solution of most problems in theoretical physics begins with the application of the QUALITATIVE METHODS which constitute the most attractive and beautiful characteristic of this discipline. However, as experience shows, it is just these aspects which are most difficult for beginner. Unfortunately, the methods of theoretical physics are usually presented in a formal, mathematical way, rather than in the constructive form in which they are used in scientific work. The purpose of this lecture course is to make up this deficiency.				
Skript	Lecture notes and additional materials are available.				
<b>402-0922-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Physik A ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Schiltz, A. Vaterlaus</b>
	<i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Physik für DZ und Lehrdiplom.</i>				
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.				
Lernziel	Übung im Erklären schwieriger physikalischer Inhalte als zentrale Herausforderung des Lehrberufes				
	Verbesserung der Ausbildung in Physik durch das Erschliessen attraktiver, moderner Themen im Hinblick auf zukünftige curriculare Entscheidungen und das Bild von Physik in der Öffentlichkeit				
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung				
Skript	<a href="http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html">http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Beginn jederzeit, in Deutsch oder Englisch n.V.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>402-0923-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Physik B ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4A</b>	<b>G. Schiltz, A. Vaterlaus</b>
	<i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Physik für Lehrdiplom und für Studierende, die von DZ zu Lehrdiplom gewechselt haben.</i>				
Kurzbeschreibung	In der mentorierten Arbeit in FV verknüpfen die Studierenden gymnasiale und universitäre Aspekte des Fachs mit dem Ziel, ihre Lehrkompetenz im Hinblick auf curriculare Entscheidungen und auf die zukünftige Entwicklung des Unterrichts zu stärken. Angeleitet erstellen sie Texte, welche die anvisierte Leserschaft, in der Regel gymnasiale Fachlehrpersonen, unmittelbar verstehen.				
Lernziel	Übung im Erklären schwieriger physikalischer Inhalte als zentrale Herausforderung des Lehrberufes				
	Verbesserung der Ausbildung in Physik durch das Erschliessen attraktiver, moderner Themen im Hinblick auf zukünftige curriculare Entscheidungen und das Bild von Physik in der Öffentlichkeit				

Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung				
Skript	<a href="http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html">http://www.fachdidaktik.physik.ethz.ch/unterlagen.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Beginn jederzeit, in Deutsch oder Englisch n.V.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>402-0924-00L</b>	<b>Fachdidaktikpraktikum Physik ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>M. Mohr, A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Im Fachdidaktikpraktikum unterrichten die Studierenden 8 Lektionen bei einer Praktikumslehrperson. Die Studierenden entwickeln und erproben unter Anleitung des Mentors (einer der Dozierenden) Lernarrangements und werten sie aus.				
Lernziel	In den fachdidaktischen Lehrveranstaltung haben die Studierenden Grundwissen über die Gestaltung von Lernumgebungen im Physikunterricht erhalten. Im daran anschliessenden Fachdidaktikpraktikum verknüpfen die Studierenden theoretische Kenntnisse aus der Fachdidaktik mit praxisrelevanten Aspekten. Sie lernen im Rahmen von praktischer Unterrichtstätigkeit eigene Unterrichtsideen unter fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten umzusetzen.				
Inhalt	Das Fachdidaktikpraktikum bietet den Studierenden eine Möglichkeit, Lernumgebungen wirksam zu gestalten und ihr methodisches Repertoire gezielt zu erweitern. In Absprache mit der Praktikumslehrperson und dem Mentor werden die Aufträge für die Gestaltung der Arrangements formuliert. Die schriftlichen Ausarbeitungen und die Reflexionen über die Lektionen sind Bestandteil des Portfolios, welches die Studierenden für diese Veranstaltung anlegen. Zu den Lektionen führt die Praktikumslehrperson Vor- und Nachbesprechungen durch.				
Skript	Wird vom Mentor bestimmt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Fachdidaktikpraktikum kann erst nach dem Besuch der FD1 und frühestens mit der FD2 durchgeführt werden (eine gleichzeitige Belegung von Fachdidaktik 2 und Fachdidaktikpraktikum ist möglich).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>402-0943-00L</b>	<b>Physik im Gymnasium ■</b> <i>Beschränkte Teilnehmerzahl.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Mohr</b>
	<i>Schriftliche Anmeldung erforderlich bei <a href="mailto:mamohr@ethz.ch">mamohr@ethz.ch</a>.</i>				
	<i>Teilnahme setzt Abschluss von FD1 und eigene Unterrichtstätigkeit im voraus (Physik-Lehrauftrag an einem Gymnasium oder grosses Unterrichtspraktikum)</i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden vertiefen fachwissenschaftliche und fachdidaktische Aspekte der Physik auf Gymnasialstufe: physikalische Grundlagen, Modelle, Elementarisierung, didaktische Rekonstruktion, Alltagsvorstellungen, häufige Misskonzepte. Sie setzen das erworbene Wissen in einer eigenen Unterrichtssequenz um.				
Lernziel	Die Studierenden verfügen über vertieftes Fachwissen zu anspruchsvollen Themen der Schulphysik und können diese Themen fach-, ziel- und adressatengerecht elementarisieren. Sie kennen gängige Alltagsvorstellungen und Fehlkonzepte in wichtigen Unterrichtsthemen und können sie in ihrer Unterrichtskonzeption berücksichtigen.				
Inhalt	In den fachdidaktischen Lehrveranstaltungen haben die Studierenden Grundwissen über die Gestaltung von Lernumgebungen im Physikunterricht erhalten. In diesem Kurs werden ausgewählte Unterrichtsthemen fachlich weiter vertieft. Konzeptuelle Schwierigkeiten und typische Misskonzepte werden analysiert. Davon ausgehend und auf Grundlage der didaktischen Rekonstruktion erarbeiten die Studierenden Erklärungsmuster zu unterrichtsrelevanten physikalischen Inhalten und setzen sie im eigenen Unterricht um.				
Skript	Wird während der Vorlesung verteilt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für die Leistungskontrolle ist Voraussetzung, dass die Teilnehmer FD1 abgeschlossen haben und im Semester der Lehrveranstaltung an einem Gymnasium Physik unterrichten (grosses Unterrichtspraktikum oder eigener Lehrauftrag).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>252-0842-00L</b>	<b>Programmieren und Problemlösen</b> <i>Belegungsfrist: 16.02.2024</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.				
Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmen-Design Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>				
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/</a>				
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				



Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahes Programmieren mit Python (252-0840-02)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken		geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ► Wahlpflicht

Weitere Lehrangebote aus dem Bereich Erziehungswissenschaften sind unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0368-13L</b>	<b>Extrasolar Planets</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. P. Quanz, C. Dorn, H. M. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces in detail some of the main observational methods for the detection and characterization of extra-solar planetary systems. It covers the physics of planets (in the solar system and in extra-solar systems) and provides some overview of the current state of this dynamic research field.				
Lernziel	The course gives an overview of the current state-of-the-art in exoplanet science and serves as basis for first research projects in the field of exoplanet systems and related topics.				
Inhalt	Content of the lecture EXTRASOLAR PLANETS 1. Planets in the astrophysical context 2. Planets in the solar systems 3. Detecting extra-solar planetary systems 4. Properties of planetary systems and planets 5. Planet formation 6. Search for habitable planets and bio-signatures				
<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	Topics include: - modern methods of statistical data analysis - probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods. - most examples are taken from particle physics.  Methodology: - lectures about the statistical topics; - common discussions of examples; - exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures; - all students perform statistical calculations on (their) computers; - students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments; - at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation; - all students are directly tutored by assistants in the classroom.				
Skript	- Copies of all lectures are available on the web-site of the course. - A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.				
Literatur	1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag . 2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552. 3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag. 4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>402-0742-00L</b>	<b>Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Morf</b>
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				

Lernziel	Which Impacts do humans have on the planetary systems? We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society. Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions. How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path? What are the possible consequences? Can we learn from historical collapse of societies? Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability? Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?												
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>												
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>												
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)												
Voraussetzungen / Besonderes	As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture. In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.												
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung</td> <td>geprüft gefördert gefördert geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung</td> <td>geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>geprüft geprüft gefördert gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert											
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert geprüft											
Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert											
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert											

<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics: Principles and Practice of Particle Therapy</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>
Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.				
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".				

<b>402-0869-00L</b>	<b>Qualitative Methods in Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>V. Geshkenbein</b>
Kurzbeschreibung	We will discuss, how qualitative thinking allows to progress in different areas of physics, from classical to quantum mechanics, from phase transitions, to developed turbulence and Anderson localisation.				
Lernziel	The solution of most problems in theoretical physics begins with the application of the QUALITATIVE METHODS which constitute the most attractive and beautiful characteristic of this discipline. However, as experience shows, it is just these aspects which are most difficult for beginner. Unfortunately, the methods of theoretical physics are usually presented in a formal, mathematical way, rather than in the constructive form in which they are used in scientific work. The purpose of this lecture course is to make up this deficiency.				
Skript	Lecture notes and additional materials are available.				

<b>402-0943-00L</b>	<b>Physik im Gymnasium ■ Beschränkte Teilnehmerzahl.</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Mohr</b>
	<i>Schriftliche Anmeldung erforderlich bei mamohr@ethz.ch.</i>				
	<i>Teilnahme setzt Abschluss von FD1 und eigene Unterrichtstätigkeit im voraus (Physik-Lehrauftrag an einem Gymnasium oder grosses Unterrichtspraktikum)</i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden vertiefen fachwissenschaftliche und fachdidaktische Aspekte der Physik auf Gymnasialstufe: physikalische Grundlagen, Modelle, Elementarisierung, didaktische Rekonstruktion, Alltagsvorstellungen, häufige Misskonzepte. Sie setzen das erworbene Wissen in einer eigenen Unterrichtssequenz um.				

Lernziel	Die Studierenden verfügen über vertieftes Fachwissen zu anspruchsvollen Themen der Schulphysik und können diese Themen fach-, ziel- und adressatengerecht elementarisieren. Sie kennen gängige Alltagsvorstellungen und Fehlkonzepte in wichtigen Unterrichtsthemen und können sie in ihrer Unterrichtskonzeption berücksichtigen.		
Inhalt	In den fachdidaktischen Lehrveranstaltungen haben die Studierenden Grundwissen über die Gestaltung von Lernumgebungen im Physikunterricht erhalten. In diesem Kurs werden ausgewählte Unterrichtsthemen fachlich vertieft. Konzeptuelle Schwierigkeiten und typische Misskonzepte werden analysiert. Davon ausgehend und auf Grundlage der didaktischen Rekonstruktion erarbeiten die Studierenden Erklärungsmuster zu unterrichtsrelevanten physikalischen Inhalten und setzen sie im eigenen Unterricht um.		
Skript	Wird während der Vorlesung verteilt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Für die Leistungskontrolle ist Voraussetzung, dass die Teilnehmer FD1 abgeschlossen haben und im Semester der Lehrveranstaltung an einem Gymnasium Physik unterrichten (grosses Unterrichtspraktikum oder eigener Lehrauftrag).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert

siehe Wahlpflicht Lehrdiplom für Maturitätsschulen

<b>402-0368-61L</b>	<b>The Sun, Stars and Planets - Properties, Processes and Interactions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Harra, S. P. Quanz</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The physics of solar flares, coronal mass ejections and the solar wind will be described. A discussion of the similarities and differences to stellar flares and coronal mass ejections will follow. An introduction to the detection and characterization of extrasolar planets, the impact of stellar phenomena on exoplanets and in particular on their potential habitability will be given.				
Lernziel	The main goal of the course is to give the students an overview of physical phenomena that lead to impacts on the Earth, planets and exoplanets. The areas described are at the forefront of scientific research internationally, and touch on significant questions such as 'is there life on other planets'. These topics will be of interest to students studying astrophysics, earth science and planetary sciences.				
Literatur	"Astronomy and Astrophysics", Zeilik and Gregory "Universe", Freedman and Kaufmann Living review "The Sun in time: activity and environment" Güdel "Solar Astrophysics", Peter Foukal "Host stars and their effect on Exoplanet Atmospheres", Jeffrey Linsky				

<b>402-0248-00L</b>	<b>Electronics for Physicists II (Digital)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>Y. M. Acremann</b>
Kurzbeschreibung	The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.				
Lernziel	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.				
Inhalt	The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.				
	<p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Combinational logic <ul style="list-style-type: none"> <li>Binary representations of numbers, binary arithmetic</li> </ul> </li> <li>Sequential logic <ul style="list-style-type: none"> <li>Counters, shift registers</li> <li>Finite state machines</li> </ul> </li> </ul> <p>Hardware description languages (mostly SystemVerilog)</p> <p>Field programmable gate arrays (FPGAs)</p> <p>Buses (parallel, serial)</p> <p>System-on-chip buses (APB, AXI4)</p> <p>Clock domain crossings</p> <p>Digital signal processing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The sampling theorem</li> <li>Z-transform,</li> <li>Digital filters</li> <li>Sampling rate conversion</li> <li>Frequency mixing</li> </ul> <p>The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface</li> <li>System-on-chip (FPGA based)</li> </ul>				
Skript	The slides will be made available on Moodle.				
Literatur	<p>Recommended:</p> <p>Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel or AMD machines) or Windows.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert

<b>252-0842-00L</b>	<b>Programmieren und Problemlösen</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.				

Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmen-Design Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>		
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/ppl-2024/</a>		
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahe Programmieren mit Python (252-0840-02)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahe Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul>				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol>				
	Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### Physik Lehrdiplom - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

## Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Physik Master

## ► Kernfächer

Ein experimentelles oder theoretisches Bachelorkernfach kann als Masterkernfach angerechnet werden, allerdings kann dieses nicht benutzt werden, um das obligatorische experimentelle oder theoretische Kernfach im Master zu kompensieren.  
Für die Kategoriezuordnung lassen Sie bei der Prüfungsanmeldung "keine Kategorie" ausgewählt und wenden Sie sich nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.phys.ethz.ch/de/studium/studiensekretariat.html](http://www.phys.ethz.ch/de/studium/studiensekretariat.html)).

## ►► Theoretische Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0871-00L</b>	<b>Solid State Theory</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY411 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>T. Neupert</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Experimentalphysik und der theoretischen Physik. Sie bietet eine Einführung in wichtige theoretische Konzepte der Festkörperphysik.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist die Entwicklung eines theoretischen Rahmens zum Verständnis grundlegender Phänomene der Festkörperphysik. Dazu gehören Symmetrien, Bandstrukturen, Teilchen-Teilchen Wechselwirkung, Landau Fermi-Flüssigkeiten, sowie spezifische Themen wie Transport, Quanten-Hall-Effekt und Magnetismus. Die Übungen unterstützen und illustrieren die Vorlesung durch handwerkliches Lösen spezifischer Probleme. Der Student versteht grundlegende theoretische Konzepte der Festkörperphysik und kann Probleme selbständig lösen. Es werden keine diagrammatischen Techniken verwendet.				
Inhalt	Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Experimentalphysik und der theoretischen Physik. Sie bietet eine Einführung in wichtige theoretische Konzepte der Festkörperphysik. Es werden folgende Themen abgedeckt: Symmetrien und Gruppentheorie, Elektronenstruktur in Kristallen, Isolatoren-Halbleiter-Metalle, Phononen, Wechselwirkungseffekte, (un-)geladene Fermi-Flüssigkeiten, lineare Antworttheorie, kollektive Moden, Abschirmung, Transport in Halbleitern und Metallen, Magnetismus, Mott-Isolatoren, Quanten-Hall-Effekt.				
Skript	in Englisch				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0844-00L</b>	<b>Quantum Field Theory II</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY552 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>C. Anastasiou</b>
Kurzbeschreibung	The subject of the course is modern applications of quantum field theory with emphasis on the quantization of non-abelian gauge theories.				
Lernziel	The goal of this course is to lay down the path integral formulation of quantum field theories and in particular to provide a solid basis for the study of non-abelian gauge theories and of the Standard Model				
Inhalt	The following topics will be covered: - path integral quantization - non-abelian gauge theories and their quantization - systematics of renormalization, including BRST symmetries, Slavnov-Taylor Identities and the Callan-Symanzik equation - the Goldstone theorem and the Higgs mechanism - gauge theories with spontaneous symmetry breaking and their quantization - renormalization of spontaneously broken gauge theories and quantum effective actions				
Literatur	M.E. Peskin and D.V. Schroeder, "An introduction to Quantum Field Theory", Perseus (1995). S. Pokorski, "Gauge Field Theories" (2nd Edition), Cambridge Univ. Press (2000) P. Ramond, "Field Theory: A Modern Primer" (2nd Edition), Westview Press (1990) S. Weinberg, "The Quantum Theory of Fields" (Volume 2), CUP (1996).				
<b>402-0394-00L</b>	<b>Theoretical Cosmology</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>L. Senatore</b>
Kurzbeschreibung	This is the second of a two course series which starts with "General Relativity" and continues in the spring with "Theoretical Astrophysics and Cosmology", where the focus will be on applying general relativity to cosmology as well as developing the modern theory of structure formation in a cold dark matter Universe.				
Lernziel	Learning the fundamentals of modern physical cosmology. This entails understanding the physical principles behind the description of the homogeneous Universe on large scales in the first part of the course, and moving on to the inhomogeneous Universe model where perturbation theory is used to study the development of structure through gravitational instability in the second part of the course. Modern notions of dark matter and dark energy will also be introduced and discussed.				
Inhalt	The course will cover the following topics: - Homogeneous cosmology - Thermal history of the universe, recombination, baryogenesis and nucleosynthesis - Dark matter and Dark Energy - Inflation - Perturbation theory: Relativistic and Newtonian - Model of structure formation and initial conditions from Inflation - Cosmic microwave background anisotropies - Spherical collapse and galaxy formation - Large scale structure and cosmological probes				
Skript	In 2021, the lectures will be live-streamed online at ETH from the Room HPV G5 at the lecture hours. The recordings will be available at the ETH website. The detailed information will be provided by the course website and the SLACK channel.				

Literatur	Suggested textbooks: H.Mo, F. Van den Bosch, S. White: Galaxy Formation and Evolution S. Carroll: Space-Time and Geometry: An Introduction to General Relativity S. Dodelson: Modern Cosmology Secondary textbooks: S. Weinberg: Gravitation and Cosmology V. Mukhanov: Physical Foundations of Cosmology E. W. Kolb and M. S. Turner: The Early Universe N. Straumann: General relativity with applications to astrophysics A. Liddle and D. Lyth: Cosmological Inflation and Large Scale Structure
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of General Relativity is recommended.

## ►► Experimentelle Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0702-00L</b>	<b>Phenomenology of Particle Physics II</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>P. Crivelli, D. Sgalaberna</b>
Kurzbeschreibung	The concepts and computational techniques acquired in the context of QED and QCD (during the Phenomenology of Particle Physics I course) will be applied and expanded to the weak interaction and electroweak theory. Spontaneous symmetry breaking and the Higgs mechanism will also be introduced completing the description of the Standard Model of particle physics.				
Lernziel	The students will deepen their knowledge on particle physics acquired during their bachelor studies. They will be able to apply the Feynman rules to compute weak and electro-weak processes. They will be able to explain and discuss the connection between theory and experiments.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>e-p scattering (elastic and deep inelastic) and the parton model (the Eightfoldway)</li> <li>Heavy quarks and hadron spectroscopy</li> <li>Neutrinos and the three lepton families</li> <li>Weak interaction and parity violation</li> <li>Gauge field theories and spontaneous symmetry-breaking</li> <li>The electroweak theory and the Brout-Englert-Higgs mechanism</li> <li>Computations and experimental tests of the weak/electroweak theory</li> <li>Neutrino-nucleon interactions</li> <li>Flavor oscillations and CP violation</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>402-0264-00L</b>	<b>Astrophysics II</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>A. Refregier</b>
Kurzbeschreibung	The course examines various topics in astrophysics with an emphasis on physical processes occurring in an expanding Universe, from a time about 1 microsecond after the Big Bang, to the formation of galaxies and supermassive black holes within the next billion years.				
Lernziel	The course examines various topics in astrophysics with an emphasis on physical processes occurring in an expanding Universe. These include the Robertson-Walker metric, the Friedmann models, the thermal history of the Universe including Big Bang Nucleosynthesis, and introduction to Inflation, and the growth of structure through gravitational instability. Finally, the physics of the formation of cosmic structures, dark matter halos and galaxies is reviewed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prior completion of Astrophysics I is recommended but not required.				
<b>402-0265-00L</b>	<b>Astrophysics III</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>S. P. Quanz, D. Queloz</b>
Kurzbeschreibung	Astrophysics III is a course in Galactic Astrophysics. It introduces the concepts of stellar populations, stellar dynamics, interstellar medium (ISM), and star formation for understanding the physics and phenomenology of the different components of the Milky Way galaxy.				
Lernziel	The course should provide basic knowledge for research projects in the field of star formation and interstellar matter. A strong emphasis is put on radiation processes and the determination of physical parameters from observations.				
Inhalt	Astrophysics III: Galactic Astrophysics  - components of the Milky Way: stars, ISM, dark matter, - dynamics of the Milky Way and of different subcomponents, - the physics of the interstellar medium, - star formation and feedback, and - the Milky Way origin and evolution.				
Skript	A lecture script will be distributed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Astrophysics I is recommended but not required.				

## ► Wahlfächer

### ►► Physikalische und mathematische Wahlfächer

#### ►►► Auswahl: Festkörperphysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>327-2130-00L</b>	<b>Introducing Photons, Neutrons and Muons for Materials Characterisation ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Hrabec</b>
Kurzbeschreibung	The course takes place at the campus of the Paul Scherrer Institute. The program consists of introductory lectures on the use of photons, neutrons and muons for materials characterization, as well as tours of the large scale facilities of PSI.				
Lernziel	The aim of the course is that the students acquire a basic understanding on the interaction of photons, neutrons and muons with matter and how one can use these as tools to solve specific problems.				

Inhalt	The course runs for one week in 17 – 21.6. 2024. It takes place at the campus of the Paul Scherrer Institute. The morning consists of introductory lectures on the use of photons, neutrons and muons for materials characterization. In the afternoon tours of the large scale facilities of PSI (Swiss Light Source, Swiss Spallation Neutron Source, Swiss Muon Source, Swiss Free Electron Laser), are foreseen, as well as in-depth visits to some of the instruments. At the end of the week, the students are required to give an oral presentation about a scientific topic involving the techniques discussed. Time for the presentation preparations will be allocated in the afternoon.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaction of photons, neutrons and muons with matter</li> <li>• Production of photons, neutrons and muons</li> <li>• Experimental setups: optics and detectors</li> <li>• Crystal symmetry, Bragg's law, reciprocal lattice, structure factors</li> <li>• Elastic and inelastic scattering with neutrons and photons</li> <li>• X-ray absorption spectroscopy, x-ray magnetic circular dichroism</li> <li>• Polarized neutron scattering for the study of magnetic materials</li> <li>• Imaging techniques using x-rays and neutrons</li> <li>• Introduction to muon spin rotation</li> <li>• Applications of muon spin rotation</li> </ul>
Skript	Slides from the lectures will be available on the internet prior to the lectures.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Philip Willmott: An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications, Wiley, 2011</li> <li>• J. Als-Nielsen and D. McMorrow: Elements of Modern X-Ray Physics, Wiley, 2011.</li> <li>• G.L. Squires, Introduction to the Theory of Thermal Neutron Scattering, Dover Publications (1997).</li> <li>• Muon Spin Rotation, Relaxation, and Resonance, Applications to Condensed Matter" Alain Yaouanc and Pierre Dalmas de Réotier, Oxford University Press, ISBN: 9780199596478</li> <li>• "Physics with Muons: from Atomic Physics to Condensed Matter Physics", A. Amato <a href="https://www.psi.ch/Imu/EducationLecturesEN/A_Amato_05_06_2018.pdf">https://www.psi.ch/Imu/EducationLecturesEN/A_Amato_05_06_2018.pdf</a></li> </ul>
Voraussetzungen / Besonderes	This is a block course for students who have attended courses on condensed matter or materials physics.  Registration at PSI website ( <a href="http://indico.psi.ch/event/PSImasterschool">http://indico.psi.ch/event/PSImasterschool</a> ) required by March 22, 2024.

---

<b>402-0536-00L</b>	<b>Nanomagnetism and Spintronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Gambardella, A. Vindigni</b>
---------------------	--------------------------------------	----------	-------------	-----------	------------------------------------

*Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY434 direkt an der UZH buchen.*

Kurzbeschreibung	This course focuses on magnetic phenomena that occur in ultra thin films, heterostructures, and nanomagnets, with emphasis on effects not encountered in bulk materials and on spintronics. The course will provide an introduction to magnetic textures, magnetotransport, charge-spin conversion, spin torques and their application to detect and manipulate the magnetization of spintronic devices.		
Lernziel	Understanding the most important concepts and applications of nanomagnets, including small structures, thin films, and multilayer devices. Being able to utilize and critically assess phenomenological models of magnetic phenomena and spin-dependent transport. Learn how and why magnetic storage, sensors, memories and logic concepts function. Understand and comment scientific articles at the front of research in this area. Learn to condense and present the results of a research articles so that colleagues can understand.		
Inhalt	Magnetization, magnetic domains, magnetic anisotropy; noncollinear spin textures in ultrathin magnetic films and multilayers; different types of magnetic couplings; interplay of charge and spin transport; spin torques and magnetization dynamics. Current-induced domain wall motion and magnetization switching. Applications: Magnetic data storage, magnetic memories, spin-based electronic devices.		
Skript	Lecture notes will be handed out (in English).		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M.D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press</li> <li>- Magnetic Surfaces, Thin Films and Nanostructures, P. Gambardella, S. Blügel, Springer Handbook of Surface Science</li> <li>- Spintronics Handbook: Spin Transport and Magnetism, Edited By E. Y. Tsymlal and I. Žutić; Routledge.</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	This course can be easily followed also without having attended the course "Introduction to Magnetism". Prior knowledge of electromagnetism is required. Language: English.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

---

<b>402-0318-00L</b>	<b>Semiconductor Materials: Characterization, Processing and Devices</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Schön, W. Wegscheider</b>
---------------------	--	----------	-------------	--------------	---------------------------------

Kurzbeschreibung	This course gives an introduction into the fundamentals of semiconductor materials. The main focus in this semester is on state-of-the-art characterization, semiconductor processing and devices.
Lernziel	Basic knowledge of semiconductor physics and technology. Application of this knowledge for state-of-the-art semiconductor device processing



Inhalt	1. Material characterization: structural and chemical methods 1.1 X-ray diffraction methods (Powder diffraction, HRXRD, XRR, RSM) 1.2 Electron microscopy Methods (SEM, EDX, TEM, STEM, EELS) 1.3 SIMS, RBS 2. Material characterization: electronic methods 2.1 van der Pauw technique 2.2 Hall effect 2.3 Cyclotron resonance spectroscopy 2.4. Quantum Hall effect 3. Material characterization: Optical methods 3.1 Absorption methods 3.2 Photoluminescence methods 3.3 FTIR, Raman spectroscopy 4. Semiconductor processing: lithography 4.1 Optical lithography methods 4.2 Electron beam lithography 4.3 FIB lithography 4.4 Scanning probe lithography 4.5 Direct growth methods (CEO, Nanowires) 5. Semiconductor processing: structuring of layers and devices 5.1 Wet etching methods 5.2 Dry etching methods (RIE, ICP, ion milling) 5.3 Physical vapor deposition methods (thermal, e-beam, sputtering) 5.4 Chemical vapor Deposition methods (PECVD, LPCVD, ALD) 5.5 Cleanroom basics & tour 6. Semiconductor devices 6.1 Semiconductor lasers 6.2 LED & detectors 6.3 Solar cells 6.4 Transistors (FET, HBT, HEMT)				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The "compulsory performance element" of this lecture is a short presentation of a research paper complementing the lecture topics. Several topics and corresponding papers will be offered on the moodle page of this lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert		
<b>402-0447-00L</b>	<b>Quantum Science with Superconducting Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Wallraff, J.-C. Besse, C. Hellings</b>
Kurzbeschreibung	Superconducting Circuits provide a versatile experimental platform to explore the most intriguing quantum-physical phenomena and constitute one of the prime contenders to build quantum computers. Students will get a thorough introduction to the underlying physical concepts, the experimental setting, and the state-of-the-art of quantum computing in this emerging research field.				
Lernziel	Based on today's most advanced solid state platform for quantum control, the students will learn how to engineer quantum coherent devices and how to use them to process quantum information. The students will acquire both analytical and numerical methods to model the properties and phenomena observed in these systems. The course is positioned at the intersection between quantum physics and engineering.				
Inhalt	Introduction to Quantum information Processing -- Superconducting Qubits -- Quantum Measurements -- Experimental Setup & Noise Mitigation -- Open Quantum Systems -- Multi-Qubit Systems: Entangling gates & Characterization -- Quantum Error Correction -- Near-term Applications of Quantum Computers				
Voraussetzungen / Besonderes	All students and researchers with a general interest in quantum information science, quantum optics, and quantum engineering are welcome to this course. Basic knowledge of quantum physics is a plus, but not a strict requirement for the successful participation in this course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>402-0528-12L</b>	<b>Ultrafast Methods in Solid State Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Savoini, Y. Deng</b>
Kurzbeschreibung	In condensed matter physics, "ultrafast" refers to dynamics on the picosecond and femtosecond time scales, the time scales where atoms vibrate and electronic spins flip. Measuring real-time dynamics on these time scales is key to understanding materials in nonequilibrium states. This course offers an overview and understanding of the methods used to accomplish this in modern research laboratories.				
Lernziel	The goal of the course is to enable students to identify and evaluate experimental methods to manipulate and measure the electronic, magnetic and structural properties of solids on the fastest possible time scales. This offers new fundamental insights on the couplings that bind solid-state systems together. It also opens the door to new technological applications in data storage and processing involving metastable states that can be reached only by driving systems far from equilibrium. This course offers an overview of ultrafast methods as applied to condensed matter physics. Students will learn which methods are appropriate for studying relevant scientific questions, and will be able to describe their relative advantages and limitations.				

Inhalt	<p>The topical course outline is as follows:</p> <p>Chapter 1: Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Important time scales for dynamics in solids and their applications</li> <li>- Time-domain versus frequency-domain experiments</li> <li>- The pump-probe technique: general advantages and limits</li> </ul> <p>Chapter 2: Overview of ultrafast processes in solids</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carrier dynamics in response to ultrafast laser interactions</li> <li>- Dynamics of the lattice: coherent vs. incoherent phonons</li> <li>- Ultrafast magnetic phenomena</li> </ul> <p>Chapter 3: Ultrafast optical-frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrafast laser sources (oscillators and amplifiers)</li> <li>- Generating broadband pulses</li> <li>- Second and third order harmonic generation</li> <li>- Optical parametric amplification</li> <li>- Fluorescence spectroscopy</li> <li>- Advanced optical pump-probe techniques</li> </ul> <p>Chapter 4: THz- and mid-infrared frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Low frequency interactions with solids</li> <li>- Difference frequency mixing</li> <li>- Optical rectification</li> <li>- Time-domain spectroscopy</li> </ul> <p>Chapter 5: VUV and x-ray frequency methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Synchrotron based sources</li> <li>- Free electron lasers</li> <li>- High-harmonic generation</li> <li>- X-ray diffraction</li> <li>- Time-resolved X-ray microscopy &amp; coherent imaging</li> <li>- Time-resolved core-level spectroscopies</li> </ul> <p>Chapter 6: Time-resolved electron methods</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrafast electron diffraction</li> <li>- Time-resolved electron microscopy</li> </ul>
--------	--

Skript	Will be distributed via moodle.
Literatur	Will be distributed via moodle.
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course "Ultrafast Processes in Solids" (402-0526-00L) is useful as a companion to this course, it is not a prerequisite.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>402-0532-00L</b>	<b>Quantum Solid State Magnetism</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zhu</b>
Kurzbeschreibung	This course is based on the principal modern tools used to study collective magnetic phenomena in the Solid State, namely correlation and response functions. It is quite quantitative, but doesn't contain any "fancy" mathematics. Instead, the theoretical aspects are balanced by numerous experimental examples and case studies. It is aimed at theorists and experimentalists alike.				
Lernziel	Learn the modern theoretical foundations and "language", as well as principles and capabilities of the latest experimental techniques, used to describe and study collective magnetic phenomena in the Solid State.				

Inhalt	<p>- Magnetic response and correlation functions. Analytic properties. Fluctuation-dissipation theorem. Experimental methods to measure static and dynamic correlations.</p> <p>- Magnetic response and correlations in metals. Diamagnetism and paramagnetism. Magnetic ground states: ferromagnetism, spin density waves. Excitations in metals, spin waves. Experimental examples.</p> <p>- Magnetic response and correlations of magnetic ions in crystals: quantum numbers and effective Hamiltonians. Application of group theory to classifying ionic states. Experimental case studies.</p> <p>- Magnetic response and correlations in magnetic insulators. Effective Hamiltonians. Magnetic order and propagation vector formalism. The use of group theory to classify magnetic structures. Determination of magnetic structures from diffraction data. Excitations: spin wave theory and beyond. "Triplons". Measuring spin wave spectra.</p>			
Skript	A comprehensive textbook-like script is provided.			
Literatur	In principle, the script is sufficient as study material. Additional reading:			
	<p>- "Magnetism in Condensed Matter" by S. Blundell</p> <p>- "Quantum Theory of Magnetism: Magnetic properties of Materials" by R. M. White</p> <p>- "Lecture notes on Electron Correlations and Magnetism" by P. Fazekas</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: 402-0861-00L Statistical Physics 402-0501-00L Solid State Physics</p> <p>Not prerequisite, but a good companion course: 402-0871-00L Solid State Theory 402-0257-00L Advanced Solid State Physics 402-0535-00L Introduction to Magnetism</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	
<b>402-0532-50L</b>	<b>Quantum Solid State Magnetism II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	This course covers the modern developments and problems in the field of solid state magnetism. It has the special emphasis on the phenomena that go beyond semiclassical approximation, such as quantum paramagnets, spin liquids and magnetic frustration. The course is aimed at both the experimentalists and theorists, and the theoretical concepts are balanced by the experimental data.			
Lernziel	Learn the modern approach to the complex magnetic phases of matter and the transitions between them. A number of theoretical approaches that go beyond the linear spin wave theory will be discussed during the course, and an overview of the experimental status quo will be given.			
Inhalt	<p>- Phase transitions in the magnetic matter. Classical and quantum criticality. Consequences of broken symmetries for the spectral properties. Absence of order in the low-dimensional systems. Berezinskii-Kosterlitz-Thouless transition and its relevance to "layered" magnets.</p> <p>- Failures of linear spin wave theory. Spin wave decays. Antiferromagnets as bosonic systems. Gapped "quantum paramagnets" and their phase diagrams. Extended spin wave theory. Magnetic "Bose-Einstein condensation".</p> <p>- Spin systems in one dimension: XY, Ising and Heisenberg model. Lieb-Schultz-Mattis theorem. Tomonaga-Luttinger liquid description of the XXZ spin chains. Spin ladders and Haldane chains. Critical points in one dimension and generalized phase diagram.</p> <p>- Effects of disorder in magnets. Harris criterion. "Spin islands" in depleted gapped magnets.</p> <p>- Introduction into magnetic frustration. Order-from-disorder phenomena and triangular lattice in the magnetic field. Frustrated chain and frustrated square lattice models. Exotic magnetic states in two dimensions.</p>			
Skript	A comprehensive textbook-like script is provided.			
Literatur	In principle, the script is sufficient as study material. Additional reading:			
	<p>- "Interacting Electrons and Quantum Magnetism" by A. Auerbach</p> <p>- "Basic Aspects of The Quantum Theory of Solids " by D. Khomskii</p> <p>- "Quantum Physics in One Dimension" by T. Giamarchi</p> <p>- "Quantum Theory of Magnetism: Magnetic properties of Materials" by R. M. White</p> <p>- "Frustrated Spin Systems" ed. H. T. Diep</p>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: 402-0861-00L Statistical Physics 402-0501-00L Solid State Physics</p> <p>Not prerequisite, but a good companion course: 402-0871-00L Solid State Theory 402-0257-00L Advanced Solid State Physics 402-0535-00L Introduction to Magnetism 402-0532-00L Quantum Solid State Magnetism I</p>			
<b>402-0533-00L</b>	<b>Quantum Acoustics and Optomechanics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>Y. Chu</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to the interaction of mechanical motion with electromagnetic fields in the quantum regime. There are parallels between the quantum descriptions of mechanical resonators, electrical circuits, and light, but each system also has its own unique properties. We will explore how interfacing them can be useful for technological applications and fundamental science.			

Lernziel	The course aims to prepare students for performing theoretical and/or experimental research in the fields of quantum acoustics and optomechanics. For example, after this course, students should be able to:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand and explain current research literature in quantum acoustics and optomechanics</li> <li>- predict and simulate the behavior of mechanical quantum systems using tools such as the QuTiP package in Python</li> <li>- apply concepts discussed in the class toward designing devices and experiments</li> </ul>		
Inhalt	The focus of this course will be on the properties of and interactions between mechanical and electromagnetic systems in the context of quantum information and technologies. We will only briefly touch upon precision measurement and sensing with optomechanics since it is the topic of another course (227-0653-00L). Some topics that will be covered are:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical motion and acoustics in solid state materials</li> <li>- Quantum description of motion, electrical circuits, and light.</li> <li>- Different models for quantum interactions: optomechanical, Jaynes-Cummings, etc.</li> <li>- Mechanisms for mechanical coupling to electromagnetic fields: piezoelectricity, electrostriction, radiation pressure, etc.</li> <li>- Coherent interactions vs. dissipative processes: phenomenon and applications in different regimes.</li> <li>- State-of-the-art electromechanical and optomechanical systems.</li> </ul>		
Skript	Notes will be provided for each lecture.		
Literatur	Parts of books and research papers will be used.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of quantum mechanics is required.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefordert gefordert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft gefordert gefordert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefordert gefordert gefordert geprüft geprüft geprüft gefordert geprüft geprüft

<b>402-0596-00L</b>	<b>The Physics of Quantum Dot Qubits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. M. Ihn</b>
Kurzbeschreibung	The lecture discusses the basic physics concepts of quantum dot charge and spin qubits from the experimental viewpoint. Among them are the Coulomb and Spin blockade, qubit manipulation techniques including elements of circuit QED, relaxation and decoherence mechanisms as well as qubit read-out techniques.				
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of quantum dot qubits. They can critically reflect published research in this field and explain it to an audience of physicists. Students know and understand the fundamental phenomena related to qubit manipulation as well as decoherence and their significance. They are able to apply their knowledge to practical experiments in a modern research lab.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coulomb blockade and Constant Interaction Model, Excited State Spectroscopy</li> <li>2. Rate equation model of state occupation and transport, resonant tunneling and co-tunneling</li> <li>3. States in double quantum dots</li> <li>4. Transport in double quantum dots</li> <li>5. Charge qubit, Charge Noise and Phonon Relaxation</li> <li>6. Spin States, Spin Blockade</li> <li>7. Singlet-Triplet Qubit, Hyperfine Interaction</li> <li>8. Charge detection, T1-time measurement</li> <li>9. Spin-orbit interaction</li> <li>10. AC excitation, Rabi oscillations</li> <li>11. Landau-Zener-Tunneling, Landau-Zener Interference</li> <li>12. Types of T2-times and their measurement</li> <li>13. Qubit-Photon Coupling, Elements of Circuit QED</li> <li>14. Qubit Implementations in Different Materials</li> </ol>				
Skript	Parts of the lecture are based on the book: T. Ihn, Semiconductor Nanostructures: Quantum States and Electronic Transport, ISBN 978-0-19-953442-5, Oxford University Press, 2010.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid basis in quantum mechanics, electrostatics, quantum statistics and in solid state physics is required. Having passed the lecture Semiconductor Nanostructures (fall semester) may be advantageous, but is not required.				
	Students of the Master in Micro- and Nanosystems should at least have attended the lecture by David Norris, Introduction to quantum mechanics for engineers. They should also have passed the exam of the lecture Semiconductor Nanostructures.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	gefordert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefordert gefordert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefordert gefordert		

### ▶▶▶ Auswahl: Quantenelektronik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>402-0498-00L</b>	<b>Trapped-Ion Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Kienzler</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the physics of trapped ions at the quantum level described as harmonic oscillators coupled to spin systems, for which the 2012 Nobel prize was awarded. Trapped-ion systems have achieved an extraordinary level of control and provide leading technologies for quantum information processing and quantum metrology.				
Lernziel	The objective is to provide a basis for understanding the wide range of research currently being performed with trapped ion systems: fundamental quantum mechanics with spin-spring systems, quantum information processing and quantum metrology. During the course students would expect to gain an understanding of the current frontier of research in these areas, and the challenges which must be overcome to make further advances. This should provide a solid background for tackling recently published research in these fields, including experimental realisations of quantum information processing using trapped ions.				
Inhalt	This course will cover trapped-ion physics. It aims to cover both theoretical and experimental aspects. In all experimental settings the role of decoherence and the quantum-classical transition is of great importance, and this will therefore form one of the key components of the course. The topics of the course were cited in the Nobel prize which was awarded to David Wineland in 2012.				
	Topics which will be covered include:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamental working principles of ion traps and modern trap geometries, quantum description of motion of trapped ions</li> <li>- Electronic structure of atomic ions, manipulation of the electronic state, Rabi- and Ramsey-techniques, principle of an atomic clock</li> <li>- Quantum description of the coupling of electronic and motional degrees of freedom</li> <li>- Laser cooling</li> <li>- Quantum state engineering of coherent, squeezed, cat, grid and entangled states</li> <li>- Trapped ion quantum information processing basics and scaling, current challenges</li> <li>- Quantum metrology with trapped ions: quantum logic spectroscopy, optical clocks, search for physics beyond the standard model using high-precision spectroscopy</li> </ul>				
Literatur	S. Haroche and J-M. Raimond "Exploring the Quantum" (recommended) M. Scully and M.S. Zubairy, Quantum Optics (recommended)				
Voraussetzungen / Besonderes	The preceding attendance of the scheduled lecture Quantum Optics (402-0442-00L) or a comparable course is required.				
<b>402-0558-00L</b>	<b>Crystal Optics in Intense Light Fields</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Fiebig</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Because of their aesthetic nature crystals are termed "flowers of mineral kingdom". The aesthetic aspect is closely related to the symmetry of the crystals which in turn determines their optical properties. It is the purpose of this course to stimulate the understanding of these relations with a particular focus on those phenomena occurring in intense light fields as they are provided by lasers.				
Lernziel	In this course students will at first acquire a systematic knowledge of classical crystal-optical phenomena and the experimental and theoretical tools to describe them. This will be the basis for the core part of the lecture in which they will learn how to characterize ferroelectric, (anti)ferromagnetic and other forms of ferroic order and their interaction by nonlinear optical techniques. See also <a href="http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index">http://www.ferroic.mat.ethz.ch/research/index</a> .				
Inhalt	Crystal classes and their symmetry; basic group theory; optical properties in the absence and presence of external forces; focus on magneto-optical phenomena; density-matrix formalism of light-matter interaction; microscopy of linear and nonlinear optical susceptibilities; second harmonic generation (SHG); characterization of ferroic order by SHG; outlook towards other nonlinear optical effects: devices, ultrafast processes, etc.				
Skript	Extensive material will be provided throughout the lecture.				
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) R. R. Birss, Symmetry and Magnetism, North-Holland (1966)</li> <li>(2) R. E. Newnham: Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford University (2005)</li> <li>(3) A. K. Zvezdin, V. A. Kotov: Modern Magneto-optics &amp; Magneto-optical Materials, Taylor/Francis (1997)</li> <li>(4) Y. R. Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley (2002)</li> <li>(5) K. H. Bennemann: Nonlinear Optics in Metals, Oxford University (1999)</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in solid state physics and quantum (perturbation) theory will be very useful. The lecture is addressed to students in physics and students in materials science with an affinity to physics.				
<b>402-0466-15L</b>	<b>Quantum Optics with Photonic Crystals, Plasmonics and Metamaterials</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Scalari, J. Faist</b>
Kurzbeschreibung	In this lecture, we would like to review new developments in the emerging topic of quantum optics in very strongly confined structures, with an emphasis on sources and photon statistics as well as the coupling between optical and mechanical degrees of freedom.				
Lernziel	Integration and miniaturisation have strongly characterised fundamental research and industrial applications in the last decades, both for photonics and electronics. The objective of this lecture is to provide insight into the most recent solid-state implementations of strong light-matter interaction, from micro and nano cavities to nano lasers and quantum optics. The content of the lecture focuses on the achievement of extremely subwavelength radiation confinement in electronic and optical resonators. Such resonant structures are then functionalized by integrating active elements to achieve devices with extremely reduced dimensions and exceptional performances. Plasmonic lasers, Purcell emitters are discussed as well as ultrastrong light matter coupling and opto-mechanical systems.				

Inhalt	1. Light confinement 1.1. Photonic crystals 1.1.1. Band structure 1.1.2. Slow light and cavities 1.2. Plasmonics 1.2.1. Light confinement in metallic structures 1.2.2. Metal optics and waveguides 1.2.3. Graphene plasmonics 1.3. Metamaterials 1.3.1. Electric and magnetic response at optical frequencies 1.3.2. Negative index, cloaking, left-handedness  2. Light coupling in cavities 2.1. Strong coupling 2.1.1. Polariton formation 2.1.2. Strong and ultra-strong coupling 2.2. Strong coupling in microcavities 2.2.1. Planar cavities, polariton condensation 2.3. Polariton dots 2.3.1. Microcavities 2.3.2. Photonic crystals 2.3.3. Metamaterial-based  3. Photon generation and statistics 3.1. Purcell emitters 3.1.1. Single photon sources 3.1.2. THz emitters 3.2. Microlasers 3.2.1. Plasmonic lasers: where is the limit? 3.2.2. $g(1)$ and $g(2)$ of microlasers 3.3. Optomechanics 3.3.1. Micro ring cavities 3.3.2. Photonic crystals 3.3.3. Superconducting resonators				
<b>402-0484-00L</b>	<b>Experimental and Theoretical Aspects of Quantum Gases</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. U. Donner</b>
Kurzbeschreibung	Quantum Gases are the most precisely controlled many-body systems in physics. This provides a unique interface between theory and experiment, which allows addressing fundamental concepts and long-standing questions. This course lays the foundation for the understanding of current research in this vibrant field.				
Lernziel	The lecture conveys a basic understanding for the current research on quantum gases. Emphasis will be put on the connection between theory and experimental observation. It will enable students to read and understand publications in this field.				
Inhalt	Part of the course are also presentations by the students on recent literature. Cooling and trapping of neutral atoms  Bose and Fermi gases  Ultracold collisions  The Bose-condensed state  Elementary excitations  Vortices  Superfluidity  Supersolidity  Interference and Correlations  Optical lattices  Many-body cavity QED				
Skript	notes and material accompanying the lecture will be provided				
Literatur	C. J. Pethick and H. Smith, Bose-Einstein condensation in dilute Gases, Cambridge. Proceedings of the Enrico Fermi International School of Physics, Vol. CXL, ed. M. Inguscio, S. Stringari, and C.E. Wieman (IOS Press, Amsterdam, 1999).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0444-00L</b>	<b>Dissipative Quantum Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> This course builds up on the material covered in the Quantum Optics course. The emphasis will be on analysis of dissipative quantum systems and quantum optics in condensed-matter systems.				

Lernziel	The course aims to provide the knowledge necessary for pursuing advanced research in the field of Quantum Optics in condensed matter systems. Fundamental concepts and techniques of Quantum Optics will be linked to experimental research in interacting photonic systems.				
Inhalt	Description of open quantum systems using master equation and quantum trajectories. Decoherence and quantum measurements. Dicke superradiance. Dissipative phase transitions. Signatures of electron-exciton and electron-electron interactions in optical response.				
Skript	Lecture notes will be provided				
Literatur	C. Cohen-Tannoudji et al., Atom-Photon-Interactions (recommended) Y. Yamamoto and A. Imamoglu, Mesoscopic Quantum Optics (recommended) A collection of review articles (will be pointed out during the lecture)				
Voraussetzungen / Besonderes	Masters level quantum optics knowledge				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert		
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>402-0467-00L</b>	<b>Quantum Science with Rydberg Atoms</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Xu</b>
Kurzbeschreibung	Experimental platforms based on Rydberg atoms is promising for implementing quantum technologies, including quantum nonlinear optics, quantum simulation, quantum computation and sensing. This course covers the basic properties of Rydberg atoms, the state-of-art experimental systems based on Rydberg atoms, and their variety applications for implementing quantum information science.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>Learn the basic properties of Rydberg atoms and explain the advantages of using Rydberg atoms for quantum science.</li> <li>Learn several experimental schemes to build the state-of-art quantum hardware based on Rydberg atoms, including free-space approach, Rydberg atoms in an optical cavity, and programmable arrays of Rydberg atoms.</li> <li>Discuss several near-term applications in quantum information science, including how to use the arrays of Rydberg atoms to simulate quantum many-body systems and to perform quantum logic operations for quantum computation, how to facilitate precise control over individual photons with Rydberg atoms, and so on.</li> </ul>				
Inhalt	This course will focus on quantum science with Rydberg atoms. It aims to cover both theoretical and experimental aspects. Topics which will be covered include: <ul style="list-style-type: none"> <li>A brief review of quantum technologies</li> <li>Properties of Rydberg atoms</li> <li>Quantum nonlinear optics with Rydberg atoms <ul style="list-style-type: none"> <li>Engineering photon-photon interactions with Rydberg polaritons in free space</li> <li>Performing photonic quantum gate operations with Rydberg atoms in optical cavity systems</li> </ul> </li> <li>Quantum simulation with arrays of Rydberg atoms <ul style="list-style-type: none"> <li>Simulating quantum spin models with arrays of Rydberg atoms (including the study on quantum phase transitions, quantum dynamics, and so on)</li> </ul> </li> <li>Quantum computation with Rydberg atoms <ul style="list-style-type: none"> <li>Encoding qubits with atoms and performing quantum gate operations with Rydberg atoms</li> <li>Start-of-art schemes for achieving general purpose quantum computation and current limitations</li> <li>Near-term applications in quantum optimizations</li> </ul> </li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires a good working knowledge in non-relativistic quantum mechanics. 402-0442-00L Quantum Optics (or equivalent course) must have been visited previously				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
<b>402-0486-00L</b>	<b>Frontiers of Quantum Gas Research: Few- and Many- Body Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture will discuss the most relevant recent research in the field of quantum gases. Bosonic and fermionic quantum gases with emphasis on strong interactions will be studied. The topics include low dimensional systems, optical lattices and quantum simulation, the BEC-BCS crossover and the unitary Fermi gas, transport phenomena, and quantum gases in optical cavities.				
Lernziel	The lecture is intended to convey an advanced understanding for the current research on quantum gases. Emphasis will be put on the connection between theory and experimental observation. It will enable students to follow current publications in this field.				
Inhalt	Quantum gases in one and two dimensions Optical lattices, Hubbard physics and quantum simulation Strongly interacting Fermions: the BEC-BCS crossover and the unitary Fermi gas Transport phenomena in ultracold gases Quantum gases in optical cavities				
Skript	no script				
Literatur	C. J. Pethick and H. Smith, Bose-Einstein condensation in dilute Gases, Cambridge. T. Giamarchi, Quantum Physics in one dimension I. Bloch, J. Dalibard, W. Zwerger, Many-body physics with ultracold gases, Rev. Mod. Phys. 80, 885 (2008) Proceedings of the Enrico Fermi International School of Physics, Vol. CLXIV, ed. M. Inguscio, W. Ketterle, and C. Salomon (IOS Press, Amsterdam, 2007). Additional literature will be distributed during the lecture				

Voraussetzungen /  
Besonderes Presumably, Prof. Päivi Törmä from Aalto university in Finland will give part of the course. The exercise classes will be partly in the form of a Journal Club, in which a student presents the achievements of a recent important research paper. More information available on <http://www.quantumoptics.ethz.ch/>

<b>151-0172-00L</b>	<b>Microsystems II: Devices and Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+3U</b>	<b>C. Hierold, C. I. Roman</b>
Kurzbeschreibung	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS). They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Lernziel	The students are introduced to the fundamentals and physics of microelectronic devices as well as to microsystems in general (MEMS), basic electronic circuits for sensors, RF-MEMS, chemical microsystems, BioMEMS and microfluidics, magnetic sensors and optical devices, and in particular to the concepts of Nanosystems (focus on carbon nanotubes), based on the respective state-of-research in the field. They will be able to apply this knowledge for system research and development and to assess and apply principles, concepts and methods from a broad range of technical and scientific disciplines for innovative products.				
Inhalt	During the weekly 3 hour module on Mondays dedicated to Übungen the students will learn the basics of Comsol Multiphysics and utilize this software to simulate MEMS devices to understand their operation more deeply and optimize their designs. Transducer fundamentals and test structures Pressure sensors and accelerometers Resonators and gyroscopes RF MEMS Acoustic transducers and energy harvesters Thermal transducers and energy harvesters Optical and magnetic transducers Chemical sensors and biosensors, microfluidics and bioMEMS Nanosystem concepts Basic electronic circuits for sensors and microsystems				
Skript	Handouts (on-line)				

<b>402-0414-00L</b>	<b>Selected Topics in Quantum Many-Body Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu, E. Demler</b>
Kurzbeschreibung	New platforms for exploring quantum many-body physics include moire systems in van der Waals materials, terahertz metamaterials with ultrastrong light matter coupling, cold atoms in optical lattices with tunable geometry and ensembles of atoms or molecules with non-local interactions. This course will review concepts central to these systems.				
Lernziel	This course provides the background needed to understand current research in condensed matter systems and ultracold atoms. Lecture material is complemented by homework problems that give hands-on experience with the concepts introduced in class, as well as a final project that involves reviewing an influential paper in a relevant research area and presenting a summary in class.				
Inhalt	Topics covered in this class include: Bose and Fermi polarons, Feshbach resonances in atomic and solid state systems, realization of effective gauge fields for neutral particles, quantum impurity problems and the Kondo effect, magnetism in systems with nonlocal interactions and frustration, analyzing many-body states with noise, dynamics of open quantum systems, cavity QED, exciton condensation and new types of order in moire and bilayer systems.				
Skript	Hand-written lecture notes will be distributed.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires knowledge of MSc level Quantum Mechanics, Statistical Physics, Solid State Physics. Prior knowledge of atomic physics and quantum optics is useful but not necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	

### ►►► Auswahl: Teilchenphysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0726-12L</b>	<b>Physics of Exotic Atoms</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Crivelli</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we will review the status of physics with exotic atoms including the new exciting advances such as anti-hydrogen 1S-2S spectroscopy and measurements of the hyperfine splitting and the puzzling results of the muonic-hydrogen experiment for the determination of the proton charge radius.				
Lernziel	The course will give an introduction on the physics of exotic atoms covering both theoretical and experimental aspects. The focus will be set on the systems which are currently a subject of research in Switzerland: positronium at ETHZ, anti-hydrogen at CERN and muonium, muonic-H and muonic-He at PSI. The course will enable the students to follow recent publications in this field.				
Inhalt	Review of the theory of hydrogen and hydrogen-like atoms Interaction of atoms with radiation Hyperfine splitting theory and experiments: Positronium (Ps), Muonium (Mu) and anti-hydrogen (Hbar) High precision spectroscopy: Ps, Mu and Hbar Lamb shift in muonic-H and muonic-He- the proton radius puzzle Weak and strong interaction tests with exotic atoms Anti-matter and gravitation Applications of antimatter				
Skript	script				
Literatur	Precision physics of simple atoms and molecules, Savely G. Karshenboim, Springer 2008  Proceedings of the International Conference on Exotic Atoms (EXA 2008) and the 9th International Conference on Low Energy Antiproton Physics (LEAP 2008) held in Vienna, Austria, 15-19 September 2008 (PART I/II), Hyperfine Interactions, Volume 193, Numbers 1-3 / September 2009  Laser Spectroscopy: Vol. 1 Basic Principles Vol. 2 Experimental Techniques von Wolfgang Demtröder von Springer Berlin Heidelberg 2008				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert
<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>
		<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.		
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.		
Inhalt	<p>Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modern methods of statistical data analysis</li> <li>- probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods.</li> <li>- most examples are taken from particle physics.</li> </ul> <p>Methodology:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lectures about the statistical topics;</li> <li>- common discussions of examples;</li> <li>- exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures;</li> <li>- all students perform statistical calculations on (their) computers;</li> <li>- students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments;</li> <li>- at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation;</li> <li>- all students are directly tutored by assistants in the classroom.</li> </ul>		
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Copies of all lectures are available on the web-site of the course.</li> <li>- A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.</li> </ul>		
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag .</li> <li>2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552.</li> <li>3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag.</li> <li>4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.</li> </ol>		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft
<b>402-0703-00L</b>	<b>Phenomenology of Physics Beyond the Standard Model</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>2V+1U</b>	<b>M. Spira, A. de Cosa</b>
Kurzbeschreibung	After a short introduction to the theoretical foundations and experimental tests of the standard model, grand unified theories, supersymmetry, leptoquarks, and hidden valley models will be treated among other topics. Thereby the phenomenological aspects, i.e. the search for new particles and interactions at existing and future particle accelerators will play a significant role.		
Lernziel	The goal of the lecture is the introduction into several theoretical concepts that provide solutions for the open questions of the Standard Model of particle physics and thus lead to physics beyond the Standard Model.		
Inhalt	Besides the theoretical concepts the phenomenological aspects are discussed, i.e. the search for new particles and interactions at the existing and future particle accelerators.		
Skript	see home page: <a href="http://ihp-lx2.ethz.ch/JenseitsSM/">http://ihp-lx2.ethz.ch/JenseitsSM/</a>		
Literatur	see home page: <a href="http://ihp-lx2.ethz.ch/JenseitsSM/">http://ihp-lx2.ethz.ch/JenseitsSM/</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Will be taught in German for the part of Michael Spira only if all students understand German.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft
<b>402-0778-00L</b>	<b>Particle Accelerator Physics and Modeling II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>2V+1U</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	Non-linearities in beam dynamics of charged particles will be discussed. Lie-Methods in combination with differential algebra (DA) and truncated power series (TPS) will be used. We will use statistical mechanics to study storage rings and free electron lasers. Crystalline beams and quantum mechanics effects will be analysed towards possible use of accelerator in quantum sensing.		
Lernziel	Models for nonlinear beam dynamics can be applied to new or existing particle accelerators.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symplectic Maps and Higher Order Beam Dynamics</li> <li>- Taylor Models and Differential Algebra (repetition from PAM-1)</li> <li>- Normal Forms Analysis</li> <li>- Long term integration of charged particles</li> <li>- Statistical Mechanics for Electron Storage Rings and Free Electron Lasers</li> <li>- Crystalline beams and quantum mechanics effects</li> </ul>		
Skript	Lecture notes		

Literatur	Will be provided during the lecture.		
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally Particle Accelerator Physics and Modelling 1 (PAM-1), however at the beginning of the semester, a crash course is offered introducing the minimum level of particle accelerator modeling needed to follow. This lecture is also suited for PhD. Students.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>402-0604-00L</b>	<b>Materials Analysis by Nuclear Techniques</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>C. Vockenhuber, A. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Materials analysis by MeV ion beams. Nuclear techniques are presented which allow to quantitatively investigate the composition, structure and trace element content of solids.				
Lernziel	Students learn the basic concepts of ion beam analysis and its different analytical techniques. They understand how experimental data is taken and interpreted. They are able to chose the appropriate method of analysis to solve a given problem.				
Inhalt	The course treats applications of nuclear methods in other fields of research. Materials analysis by ion beam analysis is emphasized. Techniques are presented which allow the quantitative investigation of composition, structure, and trace element content of solids: - elastic nuclear scattering (Rutherford Backscattering, Recoil detection) - nuclear (resonant) reaction analysis - activation analysis - ion beam channeling (investigation of crystal defects) - neutron sources - MeV ion microprobes, imaging surface analysis				
	The course is also suited for graduate students.				
Skript	Lecture notes will be distributed in pdf.				
Literatur	'Ion Beam Analysis: Fundamentals and Applications', M. Nastasi, J.W. Mayer, Y. Wang, CRC Press 2014, ISBN 9781439846384				
Voraussetzungen / Besonderes	A practical lab demonstration is organized as part of lectures and exercises.				
	The course is also well suited for graduate students. It can be held in German or English, depending on participants.				

### ►►► Auswahl: Theoretische Physik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0455-00L</b>	<b>Quantum Sensing and Metrology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Fadel</b>
Kurzbeschreibung	Quantum Sensing is the process in which we use a quantum system to acquire information about a physical quantity. It is becoming a vital process in science and technology, with applications in the measurement of e.g. gravitational waves, forces, electromagnetic fields, and the state of qubits. The course will treat both theoretical and experimental aspects of this topic.				
Lernziel	The course provides an insight into various concepts, techniques and limitations in quantum sensing and metrology. When the course is over, you will understand and be able to calculate the accuracy/sensitivity of quantum sensing protocols in a variety of settings. You will understand why and when quantum mechanics allows for an advantage over classical protocols and how to engineer your system to achieve high accuracy.				
Inhalt	The course covers a selection of quantum sensing techniques and precision limitations. Topics include: historical overview and motivations, quantum sensing protocols and their sensitivity, method of moments, quantum Fisher information (Cramér–Rao bound and local estimation), standard quantum limit, Heisenberg limit, squeezed/nonclassical states, measurement theory, concrete applications (e.g. gravitational wave detection, magnetometry, force sensing), experimental techniques for state preparation and detection, seminal demonstrations, multi-parameter sensing, open questions.				
Skript	Latex lecture notes will be available.				
Literatur	Literature references are available in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Quantum Mechanics I is a prerequisite. The course is complementary to the courses Quantum Information Theory and Quantum Information Processing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
<b>402-0460-00L</b>	<b>Quantum Error Correction</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course develops the theory of quantum error correction, useful for protecting quantum computation and quantum communication from noise.				
Lernziel	By the end of the course students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. stabilizers, encoders, and decoders) and the tools (e.g. stabilizer formalism and the Gottesman-Knill theorem) of quantum error correction. They are able to adapt and apply these concepts and methods to analytically and numerically solve problems in this area.				
Inhalt	Topics will include exact and approximate classical and quantum error-correcting codes, the stabilizer formalism and stabilizer codes, fault-tolerance, threshold theorems, topological codes, decoding algorithms, and related aspects of quantum many-body physics.				
Skript	Will be distributed in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is complementary to the course Quantum Information Theory. QIP I could potentially be taken concurrently.				
<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
	<i>Offered in the spring semester from FS24.</i>				
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				

Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
<b>402-0462-00L</b>	<b>Advanced Topics in Quantum Information Theory</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Solid introduction on advanced topics in quantum information theory, including: quantum thermodynamics, quantum clocks and control, measurement theory, and other topics in quantum foundations.				
Lernziel	Pre-requisites: Quantum Information Theory or equivalent courses. To prepare master students for a PhD or industry career by providing a selection of active research topics in quantum information theory and related areas.				
Inhalt	<p>1. Quantum thermodynamics</p> <p>a) Virtual temperatures b) Passivity and complete passivity c) Equilibration, Jaynes principle, thermal states and baths d) Maxwell's demon and Szilard's engine, Landauer erasure e) Thermodynamics protocols for finite-size systems f) Autonomous thermal machines: master equation, continuous dynamics, steady states g) Autonomous thermal machines: types of engines, working regimes</p> <p>2. Quantum clocks</p> <p>a) Ideal quantum clocks b) Finite Quasi-ideal clocks c) Information theory of clocks</p> <p>3. Other topics in quantum foundations, out of the following:</p> <p>a) Measurement theory b) Quantum marginal problem c) Quantum correlations d) Quantum reference frames e) Quantum causality f) Quantum paradoxes</p>				
Skript	Provided for the majority of contents; hand-written lecturer notes for the rest.				
Literatur	There is no textbook as such appropriate for the course, there will be research papers pointed out during the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	Quantum Information Theory or equivalent course is necessary. Students should be familiar with density matrices, quantum channels (TPCPMs), Hamiltonian evolution and partial trace. Familiarity with quantum entropy measures helps but is not strictly necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
Anpassung und Flexibilität		gefördert			
Kreatives Denken		geprüft			
Kritisches Denken		geprüft			
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>402-0474-06L</b>	<b>Quantum Information Tools for Gravity</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Giacomini</b>
Kurzbeschreibung	This course explores how quantum information can provide useful tools to answer fundamental questions arising when combining quantum theory and gravity, in particular those related to the lack of a classical spacetime structure.				
Lernziel	By the end of the course students are familiar with the mathematical formulation of physics in the weak-field regime of the gravitational field (e.g. linearized quantum gravity, quantum clocks in the gravitational field), with relational approaches to quantum theory such as Page-Wootters and quantum reference frames, and with basic quantum information tools (e.g. theory-independent operational methods, quantum communication protocols and relevant theorems). They are able to adapt and apply these concepts and methods to solve problems in this area. They are also aware of some of the open research questions in the field.				
Inhalt	Topics will include the quantum description of gravity at low energies and recent proposals to test the gravitational field of a quantum source, indefinite causality, quantum clocks, the Page-Wootters formalism, and quantum reference frames. Voraussetzungen: The students should have taken General Relativity prior to this course. The course is complementary to the course Quantum Information Theory. QIT could be taken concurrently.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0583-05L</b>	<b>Unconventional Superconductivity</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY523 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Sigrist, M. H. Fischer</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction to unconventional superconductivity along a microscopic and a phenomenological line, based on the generalized BCS and Ginzburg-Landau theory, respectively. Concepts of symmetry and topology are essential to characterize different superconducting phases together with their experimental signatures which will be discussed for specific exemplary material classes.				
Lernziel	At the end of this course, the students - know the main characteristics of unconventional superconductors. - have an overview over important material classes hosting unconventional superconductivity - can characterize superconductors in terms of their order parameter symmetry and topology. - know what experimental probes offer insights into the structure of a superconducting order parameter and how to interpret these experiments.				
Inhalt	Inhalt Generalized BCS theory of non-phonon mediated superconductivity; Symmetry classification of Cooper pairing states; Generalized Ginzburg-Landau theory; Topological superconductivity; Experimental probes identifying unconventional order parameters; Examples of unconventional superconductors				
Skript	Available on Moodle				
Literatur	Additional literature will be provided in the class				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0810-00L</b>	<b>Computational Quantum Physics</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY522 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Carrasquilla Alvarez</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to simulation methods for quantum systems. Starting from the one-body problem, a special emphasis is on quantum many-body problems, where we cover both approximate methods (Hartree-Fock, density functional theory) and exact methods (exact diagonalization, matrix product states, and quantum Monte Carlo methods).				
Lernziel	Through lectures and practical programming exercises, after this course: Students are able to describe the difficulties of quantum mechanical simulations. Students are able to explain the strengths and weaknesses of the methods covered. Students are able to select an appropriate method for a given problem. Students are able to implement basic versions of all algorithms discussed.				
Skript	A script for this lecture will be provided.				
Literatur	A list of additional references will be provided in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic knowledge of quantum mechanics, numerical tools (numerical differentiation and integration, linear solvers, eigensolvers, root solvers, optimization), and a programming language (for the teaching assignments, you are free to choose your preferred one).				
<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelman</b>
Kurzbeschreibung	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.  Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente.				

Inhalt	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.		
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.		
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.		

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>402-0848-00L</b>	<b>Advanced Field Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Chitra</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY572 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course will introduce students to concepts and methods in field theory which are used to study topics both in high energy physics and quantum condensed matter theory.				
Lernziel	The course aims to illustrate the deep similarities in the field theory methodologies used in both fields. The students will learn techniques commonly used to study interacting quantum systems and see corresponding applications both in high energy and condensed matter physics.				
	The course will show how continuum field theories can be used to describe a wide variety of collective phenomena in condensed matter systems, like magnetism and spin-charge separation in one dimensional electronic systems. The same field theory techniques are used in high energy physics to treat light bound states in quantum chromodynamics (pions), topological aspects of gauge theories etc.				
Voraussetzungen / Besonderes	Recommended/Prerequisite: Quantum Field Theory I Recommended: Statistical Physics				
	We will use a light version of the Euclidean path integrals in this course and will keep this course accessible independently of QFTII.				
	Students interested in more in-depth formulations of the path integral formalism and related topics can also attend QFT II in parallel.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

<b>402-0869-00L</b>	<b>Qualitative Methods in Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>V. Geshkenbein</b>
Kurzbeschreibung	We will discuss, how qualitative thinking allows to progress in different areas of physics, from classical to quantum mechanics, from phase transitions, to developed turbulence and Anderson localisation.				
Lernziel	The solution of most problems in theoretical physics begins with the application of the QUALITATIVE METHODS which constitute the most attractive and beautiful characteristic of this discipline. However, as experience shows, it is just these aspects which are most difficult for beginner. Unfortunately, the methods of theoretical physics are usually presented in a formal, mathematical way, rather than in the constructive form in which they are used in scientific work. The purpose of this lecture course is to make up this deficiency.				
Skript	Lecture notes and additional materials are available.				

<b>402-0874-15L</b>	<b>Introduction to Conformal Field Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Gaberdiel</b>
Kurzbeschreibung	An introduction to two-dimensional conformal field theory will be given.				
Lernziel	Understanding the structure of two-dimensional conformal field theories, and some of the techniques for solving them.				
Voraussetzungen / Besonderes	The former course unit is 401-4812-14L Conformal Field Theory (same unit for examinations!)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		

<b>402-0888-00L</b>	<b>Field Theory in Condensed Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This class is dedicated to non-perturbative many-body effects in condensed matter physics. The interplay between spontaneous symmetry breaking and topology (sensitivity to boundary conditions in the thermodynamic limit) will be studied by way of examples.				
Lernziel	To learn modern concepts in many-body condensed matter physics.				
Inhalt	In this class I will show, by examples, how field theory can describe some important non-perturbative phenomena in condensed matter physics.				
Skript	In this class I will show, by examples, how field theory can describe some important non-perturbative phenomena in condensed matter physics. I will start from the case study of polyacetylene and explain why polyacetylene supports emergent excitations that carry one half of the electron charge. Motivated by polyacetylene, I shall explain what are strong topological insulators and superconductors, symmetry topologically protected phases of matter, and fermionic invertible phases of matter.				

Literatur	Lecture Notes on Field Theory in Condensed Matter Physics, Christopher Mudry, World Scientific Publishing Company, ISBN 978-981-4449-09-0 (Hardcover), 978-981-4449-10-6 (paperback)]				
<b>402-0889-00L</b>	<b>Topological Condensed Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Huber</b>
Kurzbeschreibung	This course provides the student with a solid understanding of quantum phases with non-trivial topological properties. At the end of the course the student will be acquainted with the theoretical description of the integer and fractional quantum Hall phases, symmetry protected topological states like the topological insulators and quantum spin systems.				
Lernziel	The goal of this course is to provide the student with a solid understanding of quantum phases with non-trivial topological properties. The course is aimed at the graduate level and requires basic knowledge of quantum mechanics and solid state physics. The necessary tools and concepts are introduced on the example of the integer quantum Hall effect. At the end of the course the student will be acquainted with the theoretical description of the integer and fractional quantum Hall phases, symmetry protected topological states like the topological insulators and quantum spin systems.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>402-0895-00L</b>	<b>Standard Model and Beyond</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Isidori</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY563 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	A) Electroweak interactions - From the Fermi theory to the Standard Model (SM) - Spontaneous symmetry breaking and Higgs mechanism - Precision tests of the electroweak theory B) Flavour Physics - The flavour sector of the SM - Neutral-meson mixing and rare decays C) The SM as an effective theory - SM limitations and beyond-SM directions - Neutrino masses and neutrino oscillations				
Lernziel	An introduction to modern theoretical particle physics				
Literatur	As described in the entity: Lernmaterialien				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of Quantum Field Theory I is required. Parallel following of Quantum Field Theory II is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	

### ►►► Auswahl: Astrophysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0714-00L</b>	<b>Astro-Particle Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Biland</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the neutral components of the cosmic rays as well as on several aspects of Dark Matter. Main topics will be very-high energy astronomy and neutrino astronomy.				
Lernziel	Students can explain experimental methods to measure neutrinos as well as high and very high energetic photons from extraterrestrial sources and major background contributions. They are aware of the historical development and the current state of the field, including models to explain high-energy emission. As key point, they can describe the unexpected richness of galactic and extragalactic high-energy astrophysical object classes recently detected. In addition, they can present experimental evidence about the existence of Dark Matter and about selected Dark Matter theories.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brief summary about 'charged cosmic rays' (1st semester)</li> <li>• Neutrino Astronomy: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ atmospheric, stellar, extragalactic, and cosmological neutrinos</li> <li>◦ actual detectors and near-future experiments</li> </ul> </li> <li>• High Energy (HE) and Very-High Energy (VHE) Astronomy: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ operational and planned detectors for (V)HE gamma-rays</li> <li>◦ possible mechanisms to produce (V)HE gamma-rays</li> <li>◦ identified galactic and extragalactic high energy objects</li> <li>◦ the gamma-ray horizon and its cosmological relevance</li> <li>◦ Lorentz-invariance violation and Quantum Gravity</li> </ul> </li> <li>• Dark Matter: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ evidences for existence of non-barionic matter and selected Dark Matter models</li> <li>◦ actual and near-future experiments for direct and indirect Dark Matter searches</li> </ul> </li> </ul>				
Skript	See: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/">http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/</a>				
Literatur	See: <a href="http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/">http://ihp-ix2.ethz.ch/AstroTeilchen/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course can be attended independent of Astro-Particle Physics I.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>402-0368-13L</b>	<b>Extrasolar Planets</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. P. Quanz, C. Dorn, H. M. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces in detail some of the main observational methods for the detection and characterization of extra-solar planetary systems. It covers the physics of planets (in the solar system and in extra-solar systems) and provides some overview of the current state of this dynamic research field.				
Lernziel	The course gives an overview of the current state-of-the-art in exoplanet science and serves as basis for first research projects in the field of exoplanet systems and related topics.				
Inhalt	Content of the lecture EXTRASOLAR PLANETS 1. Planets in the astrophysical context 2. Planets in the solar systems 3. Detecting extra-solar planetary systems 4. Properties of planetary systems and planets 5. Planet formation 6. Search for habitable planets and bio-signatures				
<b>402-0368-61L</b>	<b>The Sun, Stars and Planets - Properties, Processes and Interactions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Harra, S. P. Quanz</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	The physics of solar flares, coronal mass ejections and the solar wind will be described. A discussion of the similarities and differences to stellar flares and coronal mass ejections will follow. An introduction to the detection and characterization of extrasolar planets, the impact of stellar phenomena on exoplanets and in particular on their potential habitability will be given.				
Lernziel	The main goal of the course is to give the students an overview of physical phenomena that lead to impacts on the Earth, planets and exoplanets. The areas described are at the forefront of scientific research internationally, and touch on significant questions such as 'is there life on other planets'. These topics will be of interest to students studying astrophysics, earth science and planetary sciences.				
Literatur	"Astronomy and Astrophysics", Zeilik and Gregory "Universe", Freedman and Kaufmann Living review "The Sun in time: activity and environment" Güdel "Solar Astrophysics", Peter Foukal "Host stars and their effect on Exoplanet Atmospheres", Jeffrey Linsky				
<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	Topics include: - modern methods of statistical data analysis - probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods. - most examples are taken from particle physics.  Methodology: - lectures about the statistical topics; - common discussions of examples; - exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures; - all students perform statistical calculations on (their) computers; - students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments; - at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation; - all students are directly tutored by assistants in the classroom.				
Skript	- Copies of all lectures are available on the web-site of the course. - A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.				
Literatur	1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag . 2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552. 3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag. 4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>402-0738-10L</b>	<b>Bayesian Statistical Methods and Data Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>T. Tröster</b>

	<i>Block course</i>		
Kurzbeschreibung	The course covers various data analysis methods using Bayesian statistics, with a focus on practical problem solving. We will go over a brief introduction to probability theory, Bayesian reasoning, and how to build a statistical model and compare it to data. The course builds towards analysing data from real astrophysical problems, using both classical statistical methods and machine learning.		
Lernziel	The goal of this course is to introduce students to Bayesian statistics and prepare them to solve statistical inference problems in contemporary (astrophysics) research. After introducing Bayesian statistics and general methodology, the course focusses on building up a structured approach to analyse increasingly complex data and models. The methods are general and applicable beyond (astro)physics, however.		
Inhalt	<p>Topics covered include:</p> <p>Review of probability theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Independence, joint and conditional probabilities</li> <li>- Univariate and multivariate probability distributions</li> <li>- Change of variables</li> </ul> <p>Bayesian statistics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bayes' theorem</li> <li>- Priors</li> <li>- Bayesian reasoning</li> <li>- Posterior distributions, model checking, and model comparison</li> </ul> <p>Tools for statistical inference:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Various sampling methods, such as Markov chain Monte Carlo (Metropolis Hastings, slice sampling, Hamiltonian Monte Carlo) and nested sampling</li> <li>- Simulation-based inference</li> <li>- PCA, bootstrap</li> <li>- Gaussian processes and Gaussian random fields</li> <li>- Machine learning and probabilistic programming</li> </ul> <p>The lectures are accompanied with code examples, both to illustrate the covered topics and to demonstrate how the theoretical concepts can be implemented in practical computational inference problems.</p> <p>The students complete a project on a statistical analysis, using the tools covered in the course.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Some prior knowledge of probability theory and statistics would be useful but not required. Since most of the course makes use of computational methods, some knowledge of scientific computing with Python (e.g. numpy, scipy) will be assumed.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert

### ▶▶▶ Auswahl: Weitere Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0742-00L	<b>Energy and Sustainability in the 21st Century (Part II)</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Morf</b>
Kurzbeschreibung	This second part of the lecture on "Energy and Environment in the 21st century" covers on one side the state of human civilization and its devastating impacts on the environment. On the other side we try to find ways into sustainability. Can natural science, economics, social sciences or philosophy help to find scientific measures and ethical guidelines to stay within the planetary boundaries?				
Lernziel	<p>Which Impacts do humans have on the planetary systems?          We try to understand the unsustainable aspects of our current lifestyle and our society.          Investigate the unsustainable use of resources, environmental destruction, climate change and mass extinctions.          How much longer can humanity remain on its current, unsustainable path?          What are the possible consequences?          Can we learn from historical collapse of societies?          Which of the existing models/experiments promise to change human society toward sustainability?          Which guidelines and transformational designs can we follow into a sustainable world?</p>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the lecture and a short history of the human-environmental interaction (23.2)</li> <li>2. Population growth – the impact of humans (by number) (1.3)</li> <li>3. Biodiversity loss – understanding the reasons and implications (8.3)</li> <li>4. Wastes and pollutions – the residues of our industrial culture, how to go on? (15.3)</li> <li>5. Agriculture and Fishing – where do we stand, what to do? (22.3)</li> <li>6. Systems, Ecosystems and The Planetary Boundaries (12.4)</li> <li>7. Limits to growth – models, economics and resource extractions (19.4)</li> <li>8. Over the limits – the consequences of destruction, over-use and over-pollution (26.4)</li> <li>9. Environmental Economics – growth, de-growth – path into sustainability (3.5)</li> <li>10. What can science do? The two cultures (10.5)</li> <li>11. Sustainability – what can it be? How to achieve? (17.5)</li> <li>12. Environmental ethics and policy - how can personal and social life be made sustainable? (24.5)</li> <li>13. Our future – possible ways into sustainability (31.5)</li> </ol>				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709">https://moodle-app2.let.ethz.ch/mod/resource/view.php?id=1022709</a>				
Literatur	Environmental Physics (Boeker and Grandelle) Humanökologie (Nentwig) Limits to growth (Meadows, Meadows, Randers and Behrens) Come On! (Weizäcker and Wijkman) Doughnut Economics (Kate Raworth)				



Voraussetzungen / Besonderes	As a prerequisite for this lecture, scientific basics are sufficient. These are used, among other things, to analyze the current environmental problems of mankind and also to outline possible ways out. Of course, the natural science approaches need to be complemented by social science analyses and methods in order to study sustainability in a comprehensive way and to develop approaches for a sustainable culture. In this lecture, we will reflect on and discuss the big issues of our time in a multidisciplinary way. Together we will compare approaches, classify attitudes and try to find personal and societal paths towards a sustainable future.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

---

**402-0248-00L    Electronics for Physicists II (Digital)    W    4 KP    4G    Y. M. Acremann**

**Kurzbeschreibung** The course will start with logic and finite state machines. These concepts will be applied in practical exercises using FPGAs. Based on this knowledge we will cover the working principles of microprocessors. We will cover combined systems where a micro processor is used for the complex parts and specialized logic on the FPGA is in charge of processing time-critical signals.

**Lernziel** The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and microcontrollers.

**Inhalt** The goal of this lecture is to give an overview over digital electronic design needed for timing and data acquisition systems used in physics. After this lecture you will have the knowledge to design digital systems based on FPGAs and micro controllers.

Contents:

- Combinational logic
  - Binary representations of numbers, binary arithmetic
- Sequential logic
  - Counters, shift registers
  - Finite state machines

Hardware description languages (mostly SystemVerilog)  
Field programmable gate arrays (FPGAs)

Buses (parallel, serial)  
System-on-chip buses (APB, AXI4)  
Clock domain crossings

Digital signal processing:  
The sampling theorem  
Z-transform,  
Digital filters  
Sampling rate conversion  
Frequency mixing

The microprocessor (illustrated on an open-source implementation of a RISC-V microprocessor)  
Hardware-software co-design: FPGA for the time critical part, processor for the user interface  
System-on-chip (FPGA based)

**Skript** The slides will be made available on Moodle.

**Literatur** Recommended:  
Hubert Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design", 2015 Elsevier Inc, DOI: 10.1016/C2013-0-09804-0 (available online through the ETH library)

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Students (or at least each group of 2 / 3 students) need a laptop computer. We provide a virtual machine image for the software. We can only support Linux (on Intel or AMD machines) or Windows.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert

---

**▶▶▶ Auswahl: Neuroinformatik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1032-00L</b>	<b>Neuromorphic Engineering II</b> <i>Information für UZH Studierende: Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand</b>

UZH Studierende: <https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html>

Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".		
Lernziel	Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.		
Inhalt	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".		
	The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.		
Literatur	S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►►► Auswahl: Biophysik, Physikalische Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0866-05L</b>	<b>Soft and Living Matter Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. Michaels</b>
Kurzbeschreibung	Soft matter physics is the study of materials that are "soft" and have behaviours between liquids and solids. Many every-day materials around us, like plastics, cosmetics, and food are soft. Soft materials also play a key role in biology: living matter is for the large part soft matter. In this course we will cover the fundamental concepts of soft and living matter physics.				
Lernziel	Soft matter physics is fantastically interdisciplinary, as it borrows concepts from various areas of physics (including statistical physics, thermodynamics, and continuum mechanics) and applies them to problems far afield, including biology, biomedicine, materials science and food technology. As such, the main outcome of this course is the ability to bring together several ideas (from statistical physics, thermodynamics, continuum mechanics and electromagnetism) to capture and predict the physical behaviour of complex soft and living matter systems driven simultaneously by mechanical, electromagnetic, and entropic forces. Students will be able to make order of magnitude estimates for predicting such a behaviour, isolate the main physical factors and discard the less relevant influences that affect such a system. Consolidation of learning will be through examples and solution of exercise problems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elements of fluid dynamics</li> <li>-Viscoelasticity and complex fluids</li> <li>-Brownian motion</li> <li>-Biological matter and elements of non-equilibrium physics</li> <li>-Surfaces and interfaces</li> <li>-Phase separation and multiphase flows</li> <li>-Polymers and biological macromolecules</li> <li>-Molecular self-assembly (including protein aggregation in Alzheimer's)</li> <li>-Surfactants and biological membranes</li> <li>-Colloids</li> <li>-Gels and elastomers</li> <li>-Liquid crystals</li> <li>-Emulsions and foams</li> <li>-Granular matter</li> <li>-Active matter</li> </ul>				
Skript	Lecture notes available in English.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002.</li> <li>- M. Doi, Soft Matter Physics, Oxford University Press, 2013.</li> <li>- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, and H.G. Garcia. Physical biology of the cell, Garland Science, 2012.</li> <li>- S.A. Safran, Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes, Addison Wesley, 1994.</li> <li>- P. Nelson, Biological Physics, Freeman, 2003.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Participants should be familiar with basic thermodynamics, statistical physics, mechanics, and electromagnetism.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien			geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft gefördert

### ►►► Auswahl: Medizinphysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0787-00L</b>	<b>Therapeutic Applications of Particle Physics:</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax</b>

## Principles and Practice of Particle Therapy

Kurzbeschreibung	Physics and medical physics aspects of particle physics Subjects: Physics interactions and beam characteristics; medical accelerators; beam delivery; pencil beam scanning; dosimetry and QA; treatment planning; precision and uncertainties; in-vivo dose verification; proton therapy biology.			
Lernziel	The lecture series is focused on the physics and medical physics aspects of particle therapy. The radiotherapy of tumours using particles (particularly protons) is a rapidly expanding discipline, with many new proton and particle therapy facilities currently being planned and built throughout Europe. In this lecture series, we study in detail the physics background to particle therapy, starting from the fundamental physics interactions of particles with tissue, through to treatment delivery, treatment planning and in-vivo dose verification. The course is aimed at students with a good physics background and an interest in the application of physics to medicine.			
Voraussetzungen / Besonderes	The former title of this course was "Medical Imaging and Therapeutic Applications of Particle Physics".			

<b>227-0968-00L</b>	<b>Monte Carlo in Medical Physics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stampanoni, M. K. Fix</b>
Kurzbeschreibung	Introduction in basics of Monte Carlo simulations in the field of medical radiation physics. General recipe for Monte Carlo simulations in medical physics from code selection to fine-tuning the implementation. Characterization of radiation by means of Monte Carlo simulations.				
Lernziel	Understanding the concept of the Monte Carlo method. Getting familiar with the Monte Carlo technique, knowing different codes and several applications of this method. Learn how to use Monte Carlo in the field of applied medical radiation physics. Understand the usage of Monte Carlo to characterize the physical behaviour of ionizing radiation in medical physics. Share the enthusiasm about the potential of the Monte Carlo technique and its usefulness in an interdisciplinary environment.				
Inhalt	The lecture provides the basic principles of the Monte Carlo method in medical radiation physics. Some fundamental concepts on applications of ionizing radiation in clinical medical physics will be reviewed. Several techniques in order to increase the simulation efficiency of Monte Carlo will be discussed. A general recipe for performing Monte Carlo simulations will be compiled. This recipe will be demonstrated for typical clinical devices generating ionizing radiation, which will help to understand implementation of a Monte Carlo model. Next, more patient related effects including the estimation of the dose distribution in the patient, patient movements and imaging of the patient's anatomy. A further part of the lecture covers the simulation of radioactive sources as well as heavy ion treatment modalities. The field of verification and quality assurance procedures from the perspective of Monte Carlo simulations will be discussed. To complete the course potential future applications of Monte Carlo methods in the evolving field of treating patients with ionizing radiation.				
Skript	A script will be provided.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

<b>402-0342-00L</b>	<b>Medical Physics II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Manser</b>
Kurzbeschreibung	Applications of ionizing radiation in medicine such as radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostics. Theory of dosimetry based on cavity theory and clinical consequences. Fundamentals of dose calculation, optimization and evaluation. Concepts of external beam radiation therapy and brachytherapy. Recent and future developments: IMRT, IGRT, SRS/SBRT, particle therapy.				
Lernziel	Getting familiar with the different medical applications of ionizing radiation in the fields of radiation therapy, nuclear medicine, and radiation diagnostics. Dealing with concepts such as external beam radiation therapy as well as brachytherapy for the treatment of cancer patients. Understanding the fundamental cavity theory for dose measurements and its consequences on clinical practice. Understanding different delivery techniques such as IMRT, IGRT, SRS/SBRT, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. Understanding the principles of dose calculation, optimization and evaluation for radiation therapy, nuclear medicine and radiation diagnostic applications. Finally, the lecture aims to demonstrate that medical physics is a fascinating and evolving discipline where physics can directly be used for the benefits of patients and the society.				
Inhalt	In this lecture, the use of ionizing radiation in different clinical applications is discussed. Primarily, we will concentrate on radiation therapy and will cover applications such as external beam radiotherapy with photons and electrons, intensity modulated radiotherapy (IMRT), image guided radiotherapy (IGRT), stereotactic radiotherapy and radiosurgery, brachytherapy, particle therapy using protons, heavy ions or neutrons. In addition, dosimetric methods based on cavity theory are reviewed and principles of treatment planning (dose calculation, optimization and evaluation) are discussed. Next to these topics, applications in nuclear medicine and radiation diagnostics are explained with the clear focus on dosimetric concepts and behaviour.				
Skript	A script will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended that the students have taken the lecture Medical Physics I in advance.				
	For students of the MAS in Medical Physics (Specialization A) the performance assessment is offered at the earliest in the second year of the studies.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	

<b>402-0343-00L</b>	<b>Physics Against Cancer: The Physics of Imaging and Treating Cancer</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. J. Lomax, U. Schneider</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY361 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie.				
Lernziel	Radiotherapy is a rapidly developing and technology driven medical discipline that is heavily dependent on physics and engineering. In the last few years, a multitude of new techniques, equipment and technology have been introduced, all with the primary aim of more accurately targeting and treating cancerous tissues, leading to a precise, predictable and effective therapy technique. In this lecture series, we will review and describe some of the current developments in radiotherapy, particularly from the physics and technological view point, and will indicate in which direction future research in radiotherapy will lie. Our ultimate aim is to provide the student with a taste for the critical role that physics plays in this rapidly evolving discipline and to show that there is much interesting physics still to be done.				

Inhalt	The lecture series will begin with a short introduction to radiotherapy and an overview of the lecture series (lecture 1). Lecture 2 will cover the medical imaging as applied to radiotherapy, without which it would be impossible to identify or accurately calculate the deposition of radiation in the patient. This will be followed by a detailed description of the treatment planning process, whereby the distribution of deposited energy within the tumour and patient can be accurately calculated, and the optimal treatment defined (lecture 3). Lecture 4 will follow on with this theme, but concentrating on the more theoretical and mathematical techniques that can be used to evaluate different treatments, using mathematically based biological models for predicting the outcome of treatments. The role of physics modeling, in order to accurately calculate the dose deposited from radiation in the patient, will be examined in lecture 5, together with a review of mathematical tools that can be used to optimize patient treatments. Lecture 6 will investigate a rather different issue, that is the standardization of data sets for radiotherapy and the importance of medical data bases in modern therapy. In lecture 7 we will look in some detail at one of the most advanced radiotherapy delivery techniques, namely Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT). In lecture 8, the two topics of imaging and therapy will be somewhat combined, when we will describe the role of imaging in the daily set-up and assessment of patients. Lecture 9 follows up on this theme, in which a major problem of radiotherapy, namely organ motion and changes in patient and tumour geometry during therapy, will be addressed, together with methods for dealing with such problems. Finally, in lectures 10-11, we will describe in some of the multitude of different delivery techniques that are now available, including particle based therapy, rotational (tomo) therapy approaches and robot assisted radiotherapy. In the final lecture, we will provide an overview of the likely avenues of research in the next 5-10 years in radiotherapy. The course will be rounded-off with an opportunity to visit a modern radiotherapy unit, in order to see some of the techniques and delivery methods described in the course in action.
Voraussetzungen / Besonderes	Although this course is seen as being complimentary to the Medical Physics I and II course of Dr Manser, no previous knowledge of radiotherapy is necessarily expected or required for interested students who have not attended the other two courses.

**402-0673-00L    Physics in Medical Research: From Humans to Cells    W    6 KP    2V+1U    B. K. R. Müller**

**Kurzbeschreibung** The aim of this lecture series is to introduce the role of physics in state-of-the art medical research and clinical practice. Topics to be covered range from applications of physics in medical implant technology and tissue engineering, with a strong focus on X-ray-based imaging, to its role in interventional and non-interventional therapies.

**Lernziel** The lecture series is focused on applying knowledge from physics in diagnosis, planning, and therapy close to clinical practice and fundamental medical research. Beside a general overview, the lectures give a deep insight into a very few selected techniques, which will help the students to apply the knowledge to a broad range of related techniques.

In particular, the lectures will elucidate the physics behind the X-ray imaging currently used in clinical environment and contemporary high-resolution developments. It is the goal to visualize and quantify microstructures of human tissues and implants as well as their interface.

Physicists in medicine are working on modeling and simulation. Based on the vascular structure in cancerous and healthy tissues, the characteristic approaches in computational physics to develop strategies against cancer are presented. In order to deliberately destroy cancerous tissue, heat can be supplied or extracted in different manner: cryotherapy (heat conductivity in anisotropic, viscoelastic environment), radiofrequency treatment (single and multi-probe), laser application, and proton therapy.

Mechanical stimuli can drastically influence soft and hard tissue behavior. The students should realize that a physiological window exists, where a positive tissue response is expected and how the related parameter including strain, frequency, and resting periods can be selected and optimized for selected tissues such as bone.

For the treatment of severe incontinence, we are developing artificial smart muscles. The students should have a critical look at promising solutions and the selection procedure as well as realize the time-consuming and complex way to clinical practice.

The course will be completed by relating the numerous examples and a common round of questions.

**Inhalt** Physics in Medical Research: From humans to cells - introduction and overview  
Hard X-ray-based computed tomography in clinics and related research  
Conventional microtomography for tissue and implant characterization, nondestructive imaging of unique objects  
Synchrotron radiation-based tomography of medically relevant objects  
Comparing microtomography in absorption- and phase-contrast modes  
Tomographic imaging of organs, tissues, cells and subcellular structures  
How to compare the performance of laboratory-based tomography  
Physical approaches in medicine and medical imaging  
Quantitative evaluation of medically relevant, three-dimensional data  
Shape memory alloy-based medical implants  
From open surgery to non-invasive interventions – role of medical imaging  
Artificial muscles for treating severe incontinence  
Applying physics in medicine: Benefitting patients

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Students from other departments are very welcome to join and gain insight into a variety of sophisticated techniques for the benefit of patients.  
No special knowledge is required. Nevertheless, gaps in basic physical knowledge will require additional efforts.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
			Kundenorientierung	gefördert
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

▶▶▶ **Auswahl: Umweltphysik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>151-0110-00L</b>	<b>Compressible Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Jenny, A. A. Kubik</b>
Kurzbeschreibung	Themen: Instationäre eindimensionale Unterschall- und Überschallströmungen, Akustik, Schallausbreitung, Überschallströmung mit Stössen und Prandtl-Meyer Expansionen, Umströmung von schlanken Körpern, Stossrohre, Reaktionsfronten (Deflagration und Detonation). Mathematische Werkzeuge: Charakteristikenverfahren, ausgewählte numerische Methoden.				
Lernziel	Illustration der Physik der kompressiblen Strömungen und Üben der mathematischen Methoden anhand einfacher Beispiele.				
Inhalt	Die Kompressibilität im Zusammenspiel mit der Trägheit führen zu Wellen in einem Fluid. So spielt die Kompressibilität bei instationären Vorgängen (Schwingungen in Gasleitungen, Auspuffrohren usw.) eine wichtige Rolle. Auch bei stationären Unterschallströmungen mit hoher Machzahl oder bei Überschallströmungen muss die Kompressibilität berücksichtigt werden (Flugtechnik, Turbomaschinen usw.). In dem ersten Teil der Vorlesung wird die Wellenausbreitung bei eindimensionalen Unterschall- und Überschallströmungen behandelt. Es werden sowohl Wellen kleiner Amplitude in akustischer Näherung, als auch Wellen grosser Amplitude mit Stossbildung behandelt.  Der zweite Teil befasst sich mit ebenen stationären Überschallströmungen. Schlanke Körper in einer Parallelströmung werden als schwache Störungen der Strömung angesehen und können mit den Methoden der Akustik behandelt werden. Zu der Beschreibung der zweidimensionalen Überschallumströmung beliebiger Körper gehören schräge Verdichtungsstösse, Prandtl-Meyer Expansionen usw.. Unterschiedliche Randbedingungen (Wände usw.) und Wechselwirkungen, Reflexionen werden berücksichtigt.				
Skript	nicht verfügbar				
Literatur	Eine Literaturliste mit Buchempfehlungen wird am Anfang der Vorlesung ausgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Fluiddynamik I und II				
<b>701-1244-00L</b>	<b>Aerosols II: Applications in Environment and Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Gysel Beer, D. Bell, J. Slowik</b>
Kurzbeschreibung	The life-cycle of atmospheric aerosols, the evolution of their physical and chemical properties, and their impacts on climate, atmospheric chemistry and health are studied in detail using examples from current research.				
Lernziel	The students achieve a profound knowledge of atmospheric aerosols and their climate and health impacts including the underlying physical and chemical processes. The students know and understand advanced experimental methods and are able to design experiments to study aforementioned impacts and processes.				
Inhalt	Atmospheric aerosols: important sources and sinks, wet and dry deposition, chemical composition and transformation processes, importance for men and environment, interaction with the gas phase, influence on health and climate.				
Skript	Information is distributed during the lectures				
Literatur	Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds up on the lecture "Aerosols I: Physical and Chemical Principles"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1264-00L</b>	<b>Atmospheric Physics Lab Work ■</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>1P</b>	<b>Z. A. Kanji</b>
Kurzbeschreibung	Versuche aus den Bereichen Atmosphärenphysik, Meteorologie und Aerosolphysik, die im Labor und teilweise im Freien durchgeführt werden.				
Lernziel	Dieser Kurs gibt Einblicke in verschiedene Aspekte der Atmosphärenphysik. Im Rahmen mehrerer Experimente werden folgende Themengebiete behandelt: Wind und die Bewegung von Luftpaketen, die Analyse von atmosphärischen Feinpartikeln (Aerosole) und deren Einfluss auf die Wolkenbildung sowie die Sonnenstrahlung, welche die Erde erreicht.				
Inhalt	Details zum Praktikum sind auf der Webseite zum Praktikum ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> ) zu erfahren.				
Skript	Versuchsanleitungen auf der Webseite ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	Three out of four available experiments must be carried out. The experiments are conducted in groups of 2-3 students. Three introduction lectures of 2 hours each will be given at the beginning of the semester to familiarize students with the topics covered and lab-report writing process. The introduction lectures will take place on Wednesday Feb. 21, Monday Feb. 26 and Monday Mar. 4, 2024 all from 10-12 hours in CHN L17.1. The experiments can begin as soon as the second week of the semester. In the first lecture, you will choose your experiments and self-organise into teams for the experiments.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>651-1504-00L</b>	<b>Snowcover: Physics and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Schneebeli, R. Dadic</b>
Kurzbeschreibung	Snow is a fascinating high-temperature material and relevant for applications in glaciology, hydrology, atmospheric sciences, polar climatology, remote sensing and natural hazards. This course introduces key concepts and underlying physical principles of snow, ranging from individual crystals to polar ice sheets.				
Lernziel	The course aims at a cross-disciplinary overview about the phenomenology of relevant processes in the snow cover, traditional and advanced experimental methods for snow measurements and theoretical foundations with key equations required for snow modeling. Tutorials and short presentations will also consider the bigger picture of snow physics with respect to climatology, hydrology and earth science.				
Inhalt	The lectures will treat snow formation, crystal growth, snow microstructure, metamorphism, ice physics, snow mechanics, heat and mass transport in the snow cover, surface energy balance, snow models, wind transport, snow chemistry, electromagnetic properties, and experimental techniques.				
	The tutorials include a demonstration/exercise part and a presentation part. The demonstration/exercise part consolidates key subjects of the lecture using small data sets, mathematical toy models, order of magnitude estimates, image analysis and visualization, small simulation examples, etc. The presentation is given by the students, summarizing a relevant paper on the topic. The first practical experience with modern methods measuring snow properties can be acquired in the field excursion.				
Skript	Lecture notes, and selected publications.				
Voraussetzungen / Besonderes	We strongly recommend the field excursion to Davos on Saturday, March 09, 2024, in Davos. The excursion will teach you the primary use of traditional and modern field techniques (snow profile, Near-infrared photography, SnowMicroPen), and you will have the chance to use the instruments yourself. The excursion includes visiting the SLF cold laboratories with the micro-tomography setup and the snowmaker.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				
Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.				
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	As announced in the course				
<b>701-1270-00L</b>	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.				
Lernziel	After attending this course, students will be able to: - Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations - Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers				
Inhalt	HPC Overview: - Why does weather and climate require HPC? - Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators - Scaling / Parallel efficiency - Algorithmic motifs in weather and climate				
	Writing HPC code: - Data locality and single node efficiency - Shared memory parallelism with OpenMP - Distributed memory parallelism with MPI - GPU computing - High-level programming and domain-specific languages				

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011</li> <li>- Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy</li> <li>- Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar (<a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a>)</li> <li>- Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout (<a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a>)</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling</li> <li>- basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...)</li> <li>- experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert

### ►►► Auswahl: Mathematik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3532-08L</b>	<b>Differential Geometry II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>P. Hintz</b>
Kurzbeschreibung	This is a continuation course of Differential Geometry I. Topics covered include: Introduction to Riemannian geometry: Riemannian manifolds, Levi-Civita connection, geodesics, Hopf-Rinow Theorem, curvature, second fundamental form, Riemannian submersions and coverings, Hadamard-Cartan Theorem, triangle and volume comparison.				
Lernziel	Continuing the introduction to Riemannian geometry, with a focus on the role of curvature and the interplay of geometry and topology; and introducing fundamental aspects of Lorentzian geometry.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser 1992</li> <li>- S. Kobayashi, K. Nomizu "Foundations of Differential Geometry" Volume I, Wiley 1963</li> <li>- B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry With Applications to Relativity, Academic Press 1983</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Differential Geometry I (or basics of differentiable manifolds)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft
<b>401-3462-00L</b>	<b>Functional Analysis II</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>M. Burger</b>
Kurzbeschreibung	The course will focus essentially on the theory of abelian Banach algebras and its applications to harmonic analysis on locally compact abelian groups, and spectral theorems. Time permitting we will talk about a fundamental property of highly non abelian groups, namely property (T); one of the spectacular applications thereof is the explicit construction of expander graphs.				
Lernziel	Acquire fluency with abelian Banach algebras in order to apply their theory to harmonic analysis on locally compact groups and to spectral theorems				
Inhalt	<p>Banach algebras and the spectral radius formula,</p> <p>Guelfand's theory of abelian Banach algebras,</p> <p>Locally compact groups, Haar measure, properties of the convolution product,</p> <p>Locally compact abelian groups, the dual group, basic properties of the Fourier transform,</p> <p>Positive definite functions and Bochner's theorem,</p> <p>The Fourier inversion formula, Plancherel's theorem,</p> <p>Pontryagin duality and consequences,</p> <p>Regular abelian Banach algebras, minimal ideals and Wiener's theorem for general locally compact abelian groups. Applications to Wiener-Ikehara and the prime number theorem,</p> <p>Guelfand's theory of abelian <math>C^*</math>-algebras and applications to the spectral theorem for normal operators,</p> <p>Property (T).</p>				
Skript	<a href="https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view">https://drive.google.com/file/d/1SIFesBUfhI5BvUyb_htHKZjLZ8gpDKOG/view</a>				

Literatur	<p>[EiWa] M. Einsiedler and T. Ward. Functional analysis, spectral theory, and applications. Vol. 276. Graduate Texts in Mathematics. Springer, 2017.</p> <p>[GeRaSh] I. Gelfand, D. Raikov, and G. Shilov. Commutative normed rings. Translated from the Russian, with a supplementary chapter. Chelsea Publishing Co., New York, 1964.</p> <p>[Ka] E. Kaniuth. A Course in Commutative Banach Algebras. Vol. 246. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 2009.</p> <p>[RaVa] D. Ramakrishnan and R. J. Valenza. Fourier Analysis on Number Fields. Vol. 186. Graduate Texts in Mathematics. Springer, New York, 1999.</p> <p>[Ru1] W. Rudin. Fourier Analysis on Groups. Interscience Tracts in Pure and Applied Mathematics 12. Interscience Publishers, New York-London, 1962.</p> <p>[Ru2] W. Rudin. Functional Analysis. Second Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.</p> <p>[Ru3] W. Rudin. Real and Complex Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, 1987.</p> <p>[Ta] M. Takesaki. Theory of Operator Algebras I. Springer, New York, 1979.</p> <p>[We] A. Weil. Basic Number Theory. Classics in Mathematics. Reprint of the second (1973) edition. Springer Berlin, Heidelberg, 1995.</p> <p>[Zi] R. J. Zimmer. Essential Results of Functional Analysis. Chicago Lectures in Mathematics. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1990.</p>																							
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Point set topology,</p> <p>Basic measure theory,</p>																							
Kompetenzen	<p>Basics of functional analysis specifically: Banach-Steinhaus, Banach-Alaoglu, and Hahn-Banach.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 40%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 20%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>			Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Problemlösung	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	gefördert		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																						
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																						
	Problemlösung	geprüft																						
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																						
	Kreatives Denken	gefördert																						
	Kritisches Denken	gefördert																						
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																						

<b>401-0674-00L</b>	<p><b>Numerical Methods for Partial Differential Equations W 10 KP 2G+2U+2P+4A R. Hiptmair</b>  <i>Nicht für Studierende BSc/MSc Mathematik</i></p>		
Kurzbeschreibung	<p>Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations: convection-diffusion, heat equation, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.</p>		
Lernziel	<p>Main skills to be acquired in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently.</li> <li>* Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations.</li> <li>* Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory</li> <li>* Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm.</li> <li>* Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations.</li> <li>* Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.</li> </ul>		
Inhalt	<p>This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages.</p> <p>Second-order scalar elliptic boundary value problems  Finite-element methods (FEM)  FEM: Convergence and Accuracy  Non-linear elliptic boundary value problems  Second-order linear evolution problems  Convection-diffusion problems  Numerical methods for conservation laws</p>		
Skript	<p>The lecture will be taught in flipped classroom format:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Video tutorials for all thematic units will be published online.</li> <li>- Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF.</li> <li>- A comprehensive lecture document will cover all aspects of the course, see <a href="https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf">https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf</a></li> </ul>		
Literatur	<p>Chapters of the following books provide supplementary reading (detailed references in course material):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* D. Braess: Finite Elemente, Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2007 (available online).</li> <li>* S. Brenner and R. Scott. Mathematical theory of finite element methods, Springer 2008 (available online).</li> <li>* A. Ern and J.-L. Guermond. Theory and Practice of Finite Elements, volume 159 of Applied Mathematical Sciences. Springer, New York, 2004.</li> <li>* Ch. Großmann and H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer 2007.</li> <li>* W. Hackbusch. Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment, volume 18 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer, Berlin, 1992.</li> <li>* P. Knabner and L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, volume 44 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.</li> <li>* S. Larsson and V. Thomée. Partial Differential Equations with Numerical Methods, volume 45 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.</li> <li>* R. LeVeque. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.</li> </ul> <p>However, study of supplementary literature is not important for following the course.</p>		



Voraussetzungen / Besonderes	Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.		
	Important: Coding skills and experience in C++ are essential.		
	Homework assignments involve substantial coding, partly based on a C++ finite element library. The written examination will be computer based and will comprise coding tasks.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert

## ►►► Auswahl: Wahlfächer der Universität Zürich

Dozierende der Universität Zürich empfehlen folgende Lehrveranstaltungen ausdrücklich auch den Studierenden der Physik an der ETH Zürich.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0752-00L	<b>Experimental Astro Particle Physics (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: PHY465  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a>	W	6 KP	2V+2U	Uni-Dozierende
402-0770-00L	<b>Physics with Muons: From Atomic Physics to Solid State Physics (Universität Zürich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: PHY432  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a>	W	6 KP	2V+1U	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Einführung und Überblick in Myonenphysik. Schwerpunkt auf Anwendungen der polarisierten Myonen als mikroskopische magnetische Proben in der Festkörperphysik/Chemie (Myonen Spinrotation und Relaxation Methoden). Beispiele aus aktueller Forschung in Magnetismus, Supraleitung, Halbleiterphysik und aus Untersuchungen von dünnen Filmen und Mehrfachschichten.				
Lernziel	Positive und negative Myonen haben viele Anwendungsmöglichkeit in den verschiedensten Gebieten der Physik. Als Bausteine des Standardmodells spielen sie eine grundlegende Rolle in der Teilchenphysik. Das positive Myon findet Einsatz als mikroskopische magnetische Probe in der Festkörperphysik und als leichtes Proton in der Chemie und negative Myonen und Myonium in der Atom- und Molekularphysik. In dieser Vorlesung wird eine Einführung und ein Überblick von den physikalischen Fragen angeboten, die mit Myonen adressiert werden können und von den Methoden die dabei angewendet werden. Besondere Betonung wird auf die Anwendungen in der Festkörperphysik und Materialforschung gegeben (Myonen Spinrotations- und Relaxationmethoden, muSR). Beispiele aus Forschung in Magnetismus, Supraleitung, Untersuchung von dünnen Filmen. Bestimmung von fundamentalen Konstanten und Präzisionsspektroskopie mit Myonen. Die Vorlesung eignet sich gut für Leuten, die Interesse an einem Praktikum oder an einer Bachelor/Masterarbeit in Myon Spin Spektroskopie Forschung am Paul Scherrer Institut haben.				
Inhalt	Einführung: Myoneigenschaften, Erzeugung von Myonenstrahlen Teilchenphysikaspekte: Myon-Zerfall, Messung der magnetischen Anomalie Hyperfeinwechselwirkung, Myoniumspektroskopie Grundlagen der Myon Spin Rotation /Relaxation /Resonanz Statische und dynamische Spin Relaxation Anwendungen in Magnetismus: Lokale magnetische Felder, Phasenübergänge, Spin-Glas Dynamik Anwendungen in Supraleitung: Messung der magnetischen Eindringtiefe und Kohärenzlänge, Phasendiagramm von Hochtemperatur Supraleitern, Vortex-Materie Wasserstoffzustände in Halbleitern Dünnschicht und Oberflächenuntersuchungen mit niederenergetischen Myonen				
Skript	Ein Skript (auf Englisch) wird am Anfang jeder Vorlesung verteilt. siehe auch <a href="http://www.psi.ch/lmu/lectures">http://www.psi.ch/lmu/lectures</a>				
Literatur	<a href="http://www.psi.ch/lmu/EducationLecturesEN/Literature.pdf">http://www.psi.ch/lmu/EducationLecturesEN/Literature.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung kann auf Englisch gehalten werden.				
402-0832-11L	<b>Applications of General Relativity in Astrophysics and Cosmology (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH belegt werden.</i> UZH Modulkürzel: PHY519  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.s.html</a>		6 KP	2V+1U	P. Jetzer
Kurzbeschreibung	The following topics will be discussed:  - Time delay of radar echoes - Geodetic precession - Lense-Thirring effect - Gravitational waves (their detection and applications) - Binary pulsar - Schwarzschild black holes - Kerr solution				
Lernziel	An objective of the course is that students should be able to understand the latest developments in the field of general relativity, for instance by reading and understanding the current literature. This way they would also have the needed tools to write a master thesis in the field of general relativity, for instance in gravitational waves or in other relevant topics of it.				
Skript	see homepage for script: <a href="http://www.itp.uzh.ch/lectures/jetzer/GR2013/">http://www.itp.uzh.ch/lectures/jetzer/GR2013/</a>				

## ►► Allgemeine Wahlfächer

Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich zur individuellen Auswahl offen - mit folgenden Einschränkungen:

Lehrveranstaltungen aus den ersten beiden Studienjahren eines Bachelor-Curriculums der ETH Zürich sowie Lehrveranstaltungen aus GESS "Wissenschaft im Kontext" sind nicht als allgemeines Wahlfach anrechenbar.

Die Dozierenden folgender Lehrveranstaltungen empfehlen sie ausdrücklich den Studierenden der Physik. (Für die Lehrveranstaltungen in dieser Liste können Sie die Kategorie "Allgemeine Wahlfächer" direkt in myStudies zuordnen. Für die Kategoriezuordnung anderer zugelassener Lehrveranstaltungen lassen Sie bei der Prüfungsanmeldung "keine Kategorie" ausgewählt und wenden Sie sich nach dem Verfügen des Prüfungsergebnisses an das Studiensekretariat ([www.phys.ethz.ch/de/studium/studiensekretariat.html](http://www.phys.ethz.ch/de/studium/studiensekretariat.html)).

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab ( <a href="http://www.uqlab.com">www.uqlab.com</a> ).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>151-0160-00L</b>	<b>Fuel Cycle and Waste Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Eichler, S. Churakov, O. Leupin, L. Robers</b>
	<i>Note: The previous course title until FS22 "Nuclear Energy Systems".</i>				
Kurzbeschreibung	Physikalische und chemische Aspekte der Entstehung und Verteilung von Uran, radioaktiver Zerfall und seine Detektion, Urangewinnung, Urananreicherung, Kernbrennstoffherstellung, Wiederaufarbeitung ausgedienter Brennelemente, Entsorgung von radioaktivem Abfall und tiefeingelagerte Endlagerung				
Lernziel	Die Studenten erhalten einen Überblick über die physikalischen und chemischen Grundlagen, die technologischen Prozesse und die Entwicklungstrends in Bereich der gesamten nuklearen Energieumwandlungskette inklusive Endlagerung				
Inhalt	(1-5) Überblick über den kosmischen und geologischen Ursprung von Uranvorkommen, (radio-)chemische Grundlagen mit Relevanz zur Urananwendung, Radioaktiver Zerfall und dessen Detektion, (6-9) Methoden des Uranbergbaus, der Urangewinnung aus dem Erz, (6-9) Urananreicherung (Diffusionszellen, Ultrazentrifugen, alternative Methoden), chemische Konvertierung Uranoxid - Fluorid - Oxid, Brennelementfertigung, Abbrand im Reaktor, Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (hydro- und pyrochemisch) einschliesslich der modernen Verfahren der Tiefentrennung hochaktiver Abfälle, Methoden der Minimierung von Menge und Radiotoxizität des nuklearen Abfalls, (10-13) Entsorgung von Nuklearabfall, Abfallkategorien und -herkunft, geologische und künstliche Barrieren in Tiefenlagern und deren Eigenschaften, Projekt für ein geologisches Tiefenlager für radioaktive Abfälle in der Schweiz				
Skript	Vorlesungsfolien werden verteilt und in digitaler Form bereit gestellt.				
<b>151-0156-00L</b>	<b>Technology and Safety of Nuclear Power Plants</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>A. Manera</b>
	<i>Note: The previous course title until FS22 "Safety of Nuclear Power Plants".</i>				
Kurzbeschreibung	Knowledge about safety concepts and requirements of nuclear power plants and their implementation in deterministic safety concepts and safety systems. Knowledge about behavior under accident conditions and about the methods of probabilistic risk analysis and how to handle results. Introduction into key elements of the enhanced safety of nuclear systems for the future.				
Lernziel	Deep understanding of safety requirements, concepts and system of nuclear power plants, knowledge of deterministic and probabilistic methods for safety analysis, aspects of nuclear safety research, licensing of nuclear power plant operation. Overview on key elements of the enhanced safety of nuclear systems for the future.				
Inhalt	(1) Introduction into the specific safety issues of nuclear power plants, main facts of health effects of ionizing radiation, defense in depth approach. (2) Reactor protection and reactivity control, reactivity induced accidents (RIA). (3) Loss-of-coolant accidents (LOCA), emergency core cooling systems. (4) Short introduction into severe accidents (Beyond Design Base Accidents, BDBA). (5) Probabilistic risk analysis (PRA level 1,2,3). (6) Passive safety systems. (7) Safety of innovative reactor concepts.				
Skript	Script: Hand-outs of lecture slides will be distributed Script "Short introduction into basics of nuclear power"				
Literatur	S. Glasston & A. Sesonke: Nuclear Reactor Engineering, Reactor System Engineering, Ed. 4, Vol. 2., Chapman & Hall, NY, 1994				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recommended in advance (not binding): 151-0163-00L Nuclear Energy Conversion				
<b>151-0166-00L</b>	<b>Physics of Nuclear Reactor II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Mikityuk</b>
Kurzbeschreibung	Reactor physics calculations for assessing the performance and safety of nuclear power plants are, in practice, carried out using large computer codes simulating different key phenomena. This course provides a basis for understanding state-of-the-art calculational methodologies in the above context.				

Lernziel	Students are introduced to advanced methods of reactor physics analysis for nuclear power plants.
Inhalt	Cross-sections preparation. Slowing down theory. Differential form of the neutron transport equation and method of discrete ordinates (Sn). Integral form of the neutron transport equation and method of characteristics. Method of Monte-Carlo. Modeling of fuel depletion. Lattice calculations and cross-section parametrization. Modeling of full core neutronics using nodal methods. Modeling of feedbacks from fuel behavior and thermal hydraulics. Point and spatial reactor kinetics. Uncertainty and sensitivity analysis.
Skript	Hand-outs will be provided on the website.
Literatur	Chapters from various text books on Reactor Theory, etc.

<b>151-1906-00L</b>	<b>Multiphase Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Coletti</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fluid flows with multiple interacting phases. The emphasis is on regimes where a dispersed phase is carried by a continuous one: e.g., particles, bubbles and droplets suspended in gas or liquid flows, laminar or turbulent. The flow physics is put in the context of natural, biological, and industrial problems.				
Lernziel	The main learning objectives are: - identify multiphase flow regimes and relevant non-dimensional parameters - distinguish spatio-temporal scales at play for each phase - quantify mutual coupling between different phases - apply fundamental principles in complex real-world flows - combine insight from theory, experiments, and numerics				
Inhalt	Single particle and multi-particle dynamics in laminar and turbulent flows; basics of suspension rheology; effects of surface tension on the formation, evolution and motion of bubbles and droplets; free-surface flows and wind-wave interaction; imaging techniques and modeling approaches.				
Skript	Lecture slides are made available.				
Literatur	Suggested readings are provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamental knowledge of fluid dynamics is essential.				

<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems				
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.				
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows				
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.				
Literatur	Books will be recommended in class				
Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				

<b>151-0620-00L</b>	<b>Embedded MEMS Lab</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Hierold, A. Güntner, M. Haluska</b>
Kurzbeschreibung	Practical course: Students are introduced to the process steps required for the fabrication of MEMS (Micro Electro Mechanical System) and carry out the fabrication and testing steps in the clean rooms themselves. Additionally, they learn the requirements for working in clean rooms. Processing and characterization will be documented and analyzed in a final report.				
Lernziel	Students learn the individual process steps that are required to make a MEMS (Micro Electro Mechanical System). Students carry out the process steps themselves in laboratories and clean rooms. Furthermore, participants become familiar with the special requirements (cleanliness, safety, operation of equipment and handling hazardous chemicals) of working in the clean rooms and laboratories. The entire production, processing, and characterization of the MEMS is documented and evaluated in a final report.				
Inhalt	With guidance from a tutor, the individual silicon microsystem process steps that are required for the fabrication of an accelerometer are carried out: - Photolithography, dry etching, wet etching, sacrificial layer etching, various cleaning procedures - Packaging and electrical connection of a MEMS device - Testing and characterization of the MEMS device - Written documentation and evaluation of the entire production, processing and characterization				
Skript	A document containing theory, background and practical course content is distributed in the informational meeting.				
Literatur	The document provides sufficient information for the participants to successfully participate in the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are required to attend all scheduled lectures and meetings of the course.  Participating students are required to provide proof that they have personal accident insurance prior to the start of the laboratory portion of the course.  This master's level course is limited to 15 students per semester for safety and efficiency reasons. If there are more than 15 students registered, we regret to restrict access to this course by the following rules:  Priority 1: master students of the master's program in "Micro and Nanosystems"  Priority 2: master students of the master's program in "Mechanical Engineering" with a specialization in Microsystems and Nanoscale Engineering (MAVT-tutors Profs Hierold, Koumoutsakos, Nelson, Norris, Poulikakos, Pratsinis, Stemmer), who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 3: master students, who attended the bachelor course "151-0621-00L Microsystems Technology" successfully.  Priority 4: all other students (PhD, bachelor, master) with a background in silicon or microsystems process technology.  If there are more students in one of these priority groups than places available, we will decide with respect to (in following order) best achieved grade from 151-0621-00L Microsystems Technology, registration to this practicum at previous semester, and by drawing lots. Students will be notified at the first lecture of the course (introductory lecture) as to whether they are able to participate.  The course is offered in autumn and spring semester.				

<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber,</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	--

**Based Resources**M. Mazzotti, M. Repmann,  
T. Schmidt, D. Sutter

Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.		
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.		
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.		
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.		
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft

<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include: - The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips. - How to make integrated circuit testable (design for test). - Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing. - Synchronization and metastability. - CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories. - Sinks of energy in CMOS circuits. - Power estimation and low-power design. - Current research in low-energy computing. - Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis. - Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution. - Floorplanning, chip assembly, packaging. - Layout design at the mask level, physical design verification. - Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up. - Models of industrial cooperation in microelectronics. - The caveats of virtual components. - The cost structures of ASIC development and manufacturing. - Market requirements, decision criteria, and case studies. - Yield models. - Avenues to low-volume fabrication. - Marketing considerations and case studies. - Management of VLSI projects.				
Skript	Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used. H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
Literatur	All written documents in English. H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				
Voraussetzungen / Besonderes	Highlight: Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.  Prerequisites: "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.				
	Further details: <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a>				

<b>227-0148-00L</b>	<b>VLSI 4: Practical VLSI: Measurement and Testing</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	In this revamped course, we will concentrate on practical aspects of modern integrated circuit testing with an emphasis on hands-on-experience on an IC tester. This will help students to better understand several aspects that have been highlighted in previous VLSI lecture series and allow them to test their own ICs designed during prior semester/bachelor theses.				

Lernziel	<p>In this course, students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Get hands-on experience working in a modern IC Test laboratory and learn the steps needed to bring-up, characterize and test digital integrated circuits.</li> <li>- Develop problem solving skills and get experience in approaching issues that involve many different engineering steps.</li> <li>- Gather first hand experience how Design-For-Test (DFT) methodologies help for IC Design, and understand the trade-offs between performance and testability.</li> <li>- Learn about challenges of IC Manufacturing process, and what kind of failures can be encountered, and get a deeper understanding of IC Design process</li> <li>- For students that have worked on a prior bachelor/semester thesis on an IC design project, allow them to test their own IC.</li> </ul>
Inhalt	<p>If you want to earn money by selling ICs, you will have to deliver a product that will function properly with a very large probability. This lecture will be discussing how this can be achieved.</p> <p>The main point of emphasis will be hands-on-exercises on a state-of-the-art automated test equipment (Advantest SoC V93000) where students will work in groups of two (or maximum three). Students will be able to schedule their exercises so that it fits their individual schedule.</p> <p>There will also be concentrated classroom lectures that will convey the necessary information that students will need for the exercises which will cover aspects of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Economics of testing</li> <li>- CMOS manufacturing and fault models, stuck at faults</li> <li>- Automated Test Equipment</li> <li>- Measuring timing and power</li> <li>- Testing of memories</li> <li>- Built in Self-Test (BIST)</li> </ul> <p>There will be 10 lectures (some weeks will be lecture free, exact schedule to be communicated) and 8 exercises. The final exercise will involve individual work where students test an IC with the knowledge they gained from previous exercises. Students that complete this exercise and present a test report (4-10 pages) will pass the course.</p> <p>Please note that the exercises in this class are involved and will require you to make preparations in advance. Expect to spend at least 4 hours of your own time for exercise preparations, and expect at least three individual half day sessions for the final exercise where you test the IC to qualify for a passing grade. It will be possible to finish the exercises until the end of July.</p>
Skript	<p>The following book will accompany students during the lecture: "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits" by Michael L. Bushnell and Vishwani D. Agrawal, Springer, 2004. This book is available online within ETH through <a href="http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406">http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb117406</a></p>
Literatur	<p>Course website: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a></p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>VLSI4 is meant for students interested in digital IC Design and especially for students that are planning or have already done a bachelor/semester thesis on IC Design.</p> <p>Although not strictly necessary, VLSI2 would be quite helpful for students visiting this lecture, VLSI2 and VLSI4 can be visited at the same time.</p> <p>Other lectures of the VLSI series (VLSI1, VLSI3) are not needed to follow VLSI4.</p> <p>Course website for up to date information: <a href="https://vlsi4.ethz.ch">https://vlsi4.ethz.ch</a></p>

<b>227-0161-00L</b>	<b>Molecular and Materials Modelling</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. Passerone, C. Pignedoli</b>
Kurzbeschreibung	<p>The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.</p>				
Lernziel	<p>The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.</p>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Classical force fields in molecular and condensed phase systems</li> <li>-Methods for finding stationary states in a potential energy surface</li> <li>-Monte Carlo techniques applied to nanoscience</li> <li>-Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties</li> <li>-From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions</li> <li>-Condensed phase systems: from periodicity to band structure</li> <li>-Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations</li> <li>-Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies</li> <li>-The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds</li> </ul>				
Skript	<p>A script will be made available and complemented by literature references.</p>				
Literatur	<p>D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.</p> <p>M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.</p> <p>C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004</p> <p>G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.</p> <p>K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.</p> <p>N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.</p> <p>E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.</p>				
<b>227-0455-00L</b>	<b>Terahertz: Technology and Applications</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+3A</b>	
	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p>				

Kurzbeschreibung	This block course will provide a solid foundation for understanding physical principles of THz applications. We will discuss various building blocks of THz technology - components dealing with generation, manipulation, and detection of THz electromagnetic radiation. We will introduce THz applications in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Lernziel	This is an introductory course on Terahertz (THz) technology and applications. Devices operating in THz frequency range (0.1 to 10 THz) have been increasingly studied in the recent years. Progress in nonlinear optical materials, ultrafast optical and electronic techniques has strengthened research in THz application developments. Due to unique interaction of THz waves with materials, applications with new capabilities can be developed. In theory, they can penetrate somewhat like X-rays, but are not considered harmful radiation, because THz energy level is low. They should be able to provide resolution as good as or better than magnetic resonance imaging (MRI), possibly with simpler equipment. Imaging, very-high bandwidth communication, and energy harvesting are the most widely explored THz application areas. We will study the basics of THz generation, manipulation, and detection. Our emphasis will be on the physical principles and applications of THz in the domain of imaging, sensing, communications, non-destructive testing and evaluations.				
Inhalt	<p>The second part of the block course will be a short project work related to the topics covered in the lecture. The learnings from the project work should be presented in the end.</p> <p>PART I:</p> <p>- INTRODUCTION - Chapter 1: Introduction to THz Physics Chapter 2: Components of THz Technology</p> <p>- THz TECHNOLOGY MODULES - Chapter 3: THz Generation Chapter 4: THz Detection Chapter 5: THz Manipulation</p> <p>- APPLICATIONS - Chapter 6: THz Imaging / Sensing / Communication Chapter 7: THz Non-destructive Testing Chapter 8: THz Applications in Plastic &amp; Recycling Industries</p> <p>PART 2:</p> <p>- PROJECT WORK - Short project work related to the topics covered in the lecture. Short presentation of the learnings from the project work. Full guidance and supervision will be given for successful completion of the short project work.</p>				
Skript	Soft-copy of lectures notes will be provided.				
Literatur	<p>- Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer 2009</p> <p>- Ali Rostami, Hassan Rasooli, and Hamed Baghban, Terahertz Technology: Fundamentals and Applications, Springer 2010</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic foundation in physics, particularly, electromagnetics is required. Students who want to refresh their electromagnetics fundamentals can get additional material required for the course.				
<b>227-0663-00L</b>	<b>Nano-Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Frimmer, L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Nano-Optics is the study of light-matter interaction at the sub-wavelength scale. It is an flourishing field of fundamental and applied research enabled by the rapid advance of nanotechnology. Nano-optics embraces topics such as plasmonics, optical antennas, optical trapping and manipulation, and high/super-resolution imaging and spectroscopy.				
Lernziel	Understanding concepts of light localization and light-matter interactions on the sub-wavelength scale.				
Inhalt	We start with the angular spectrum representation of fields to understand the classical resolution limit. We continue with the theory of strongly focused light, the point spread function, and resolution criteria of conventional microscopy, before turning to super-resolution techniques, based on near- and far-fields. We introduce the local density of states and approaches to control spontaneous emission rates in inhomogeneous environments, including optical antennas. Finally, we touch upon optical forces and their applications in optical tweezers.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>- Electromagnetic fields and waves (or equivalent)</p> <p>- Physics I+II</p>				
<b>227-0655-00L</b>	<b>Nonlinear Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Nonlinear Optics deals with the interaction of light with matter. I.e. the response of insulators, metals, semiconductors or metamaterials to light and the mathematical framework (classical and quantum mechanical) to describe the phenomena. It is the goal to understand phenomena such as the refractive index, the electro-optic effect, rectification, harmonic generation, FWM, soliton propagation,...				
Lernziel	The important nonlinear optical phenomena are understood and can be classified. The effects can be described mathematical by means of the susceptibility. Participants will be able to design and invent novel photonic, plasmonic or quantum devices.				
Inhalt	<p>Chapter 1: The Wave Equations in Nonlinear Optics</p> <p>Chapter 2: Nonlinear Effects - An Overview</p> <p>Chapter 3: The Nonlinear Optical Susceptibility - Classical and Quantummechanical Derivations</p> <p>Chapter 4: Second Harmonic Generation</p> <p>Chapter 5: The Electro-Optic Effect and the Electro-Optic Modulator</p> <p>Chapter 6: Acousto-Optic Effect</p> <p>Chapter 7: Nonlinear Effects of Third Order</p> <p>Chapter 8: Nonlinear Effects in Media with Gain</p>				
Literatur	Lecture notes are distributed. For students enrolled in the course, additional information, lecture notes and exercises can be found on moodle ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> ).				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics				
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Lernziel	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data. The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>327-2139-00L</b>	<b>Diffraction Physics in Materials Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Erni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on diffraction and scattering phenomena in materials science beyond basic Bragg diffraction. Introducing the Born approximation and Kirchhoff's theory, diffraction from ideal and non-ideal crystals is treated including, e.g., temperature and size effects, ordering phenomena, small-angle scattering and dynamical diffraction theories for both electron and X-ray diffraction.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To become familiar with advanced diffraction phenomena in order to be able to explore the structure and properties of (solid) matter and their defects.</li> <li>• To be able to judge what type of diffraction method is suitable to probe what type of materials information.</li> <li>• To build up a generally applicable and fundamental theoretical understanding of scattering and diffraction effects.</li> <li>• To be able to identify limitations of the methods and the underlying theory which is commonly used to analyze diffraction data.</li> </ul>				
Inhalt	The course provides a general introduction to advanced diffraction phenomena in materials science. The lecture series covers the following topics: derivation of a general scattering theory based on Green's function as basis for the introduction of the first-order Born approximation; Kirchhoff's diffraction theory with its integral theorem and the specific cases of Fresnel and Fraunhofer diffraction; diffraction from ideal crystals and diffraction from real crystals considering temperature effects expressed by the temperature Debye-Waller factor and by thermal diffuse scattering, atomic size effects expressed by the static Debye-Waller factor and diffuse scattering due to the modulation of the Laue monotonic scattering as a consequence of local order or clustering; the basics of small-angle scattering; and finally approaches used to treat dynamical diffraction are introduced. In addition, the specifics of X-ray, electron and neutron scattering are being discussed. The course is complemented by a lab visit, selected exercises and short topical presentations given by the participants.				
Skript	Full-text script is available covering within about 100 pages the core topics of the lecture and all necessary derivations.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffraction Physics, 3rd ed., J. M. Cowley, Elsevier, 1994.</li> <li>- X-Ray Diffraction, B. E. Warren, Dover, 1990.</li> <li>- Diffraction from Materials, 2nd ed., L. H. Schwartz, J. B. Cohen, Springer, 1987.</li> <li>- X-Ray Diffraction – In Crystals, Imperfect Crystals and Amorphous Bodies, A. Guinier, Dover, 1994.</li> <li>- Aberration-corrected imaging in transmission electron microscopy, 2nd ed., R. Erni, Imperial College Press, 2015.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basics of crystallography and the concept of reciprocal space, basics of electromagnetic and particle waves (but not mandatory)				
<b>364-0576-00L</b>	<b>Advanced Sustainability Economics</b> <i>PhD course, open for MSc students</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Komarov, A. Minabutdinov</b>
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.				
	Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksi Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>529-0442-00L</b>	<b>Advanced Kinetics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Richardson</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers the theoretical and conceptual foundations of quantum dynamics in molecular systems. Particular attention is taken to derive and compare quantum and classical approximations which can be used to simulate the dynamics of molecular systems and the reaction rate constant used in chemical kinetics.				

Lernziel	<p>The theory of quantum dynamics is derived from the time-dependent Schrödinger equation. This is illustrated with molecular examples including tunnelling, recurrences, nonadiabatic crossings. We consider thermal distributions, correlation functions, interaction with light and nonadiabatic effects. Quantum scattering theory is introduced and applied to discuss molecular collisions. The dynamics of systems with a very large number of quantum states are discussed to understand the transition from microscopic to macroscopic dynamics. A rigorous rate theory is obtained both from a quantum-mechanical picture as well as within the classical approximation. The approximations leading to conventional transition-state theory for polyatomic reactions are discussed. In this way, relaxation and irreversibility will be explained which are at the foundation of statistical mechanics.</p> <p>By the end of the course, the student will have learned many ways to simplify the complex problem posed by quantum dynamics. They will understand when and why certain approximations are valid in different situations and will use this to make quantitative and qualitative predictions about how different molecular systems behave.</p>				
Skript	Wird online zur Verfügung gestellt.				
Literatur	D. J. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective R. D. Levine, Molecular Reaction Dynamics S. Mukamel, Principles of Nonlinear Optical Spectroscopy				
Voraussetzungen / Besonderes	529-0422-00L Physikalische Chemie II: Chemische Reaktionskinetik				
<b>529-0434-00L</b>	<b>Physical Chemistry V: Spectroscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. J. Wörner</b>
Kurzbeschreibung	thermal radiation and Planck's law; transition probabilities, rate equations; atomic structure and spectra electronic, vibrational, and rotational spectroscopy of molecules symmetry, group theory, and selection rules				
Lernziel	When you successfully finished this course, you are able to analyze and interpret electronic spectra of atoms and rotational, vibrational as well as electronic spectra of molecules.				
Inhalt	In particular, you will be able * to determine the term symbols of the states of atoms, as well as diatomic and polyatomic molecules * to explain the theoretical steps that are needed to separate the motions of nuclei and electrons (Born-Oppenheimer approximation) as well as rotations and vibrations of the nuclear motion (normal-mode approximation), * to use group theory as tool in spectroscopy, e.g. to classify rotational modes according to symmetry and predict their spectroscopic activity, to construct symmetry-adapted molecular orbitals, and to use the symmetry of states to derive selection rules of molecules, * to use a quantum-mechanical picture to explain intensities of vibrational progressions of an electronic spectrum (Franck-Condon factors), and * to determine selection rules for spectroscopic transitions based on a qualitative evaluation of the dipole matrix element.				
Skript	Basics: thermal radiation, Planck's law transition probabilities rate equations Einstein coefficients and lasers				
Literatur	Atomic and molecular spectroscopy: tools to evaluate the transition matrix elements which describe atomic and molecular spectra quantum-mechanically, in particular - selection rules and symmetry/group theory : separation of electrons and nuclei (Born-Oppenheimer approximation) - separation of vibrations and rotations (normal mode approximation) and how to use these tools to understand and predict spectra qualitatively				
Skript	is available on the lecture website				
<b>529-0440-00L</b>	<b>Physical Electrochemistry and Electrocatalysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes and introduction into the technologies (e.g., fuel cell, electrolysis), electrochemical methods (e.g., voltammetry, impedance spectroscopy), mass transport.				
Lernziel	Providing an overview and in-depth understanding of Fundamentals of electrochemistry, electrochemical electron transfer, electrochemical processes, electrochemical kinetics, electrocatalysis, surface electrochemistry, electrochemical energy conversion processes (fuel cell, electrolysis), electrochemical methods and mass transport during electrochemical reactions. The students will learn about the importance of electrochemical kinetics and its relation to industrial electrochemical processes and in the energy sector.				
Inhalt	Review of electrochemical thermodynamics, description electrochemical kinetics, Butler-Volmer equation, Tafel kinetics, simple electrochemical reactions, electron transfer, Marcus Theory, fundamentals of electrocatalysis, elementary reaction processes, rate-determining steps in electrochemical reactions, practical examples and applications specifically for electrochemical energy conversion processes, introduction to electrochemical methods, mass transport in electrochemical systems. Introduction to fuel cells and electrolysis				
Skript	Will be handed out during the Semester				
Literatur	Physical Electrochemistry, E. Gileadi, Wiley VCH Electrochemical Methods, A. Bard/L. Faulkner, Wiley-VCH Modern Electrochemistry 2A - Fundamentals of Electroics, J. Bockris, A. Reddy, M. Gamboa-Aldeco, Kluwer Academic/Plenum Publishers				
<b>227-0948-00L</b>	<b>Magnetic Resonance Imaging in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to magnetic resonance imaging and spectroscopy, encoding and contrast mechanisms and their application in medicine.				
Lernziel	Understand the basic principles of signal generation, image encoding and decoding, contrast manipulation and the application thereof to assess anatomical and functional information in-vivo.				
Inhalt	Introduction to magnetic resonance imaging including basic phenomena of nuclear magnetic resonance; 2- and 3-dimensional imaging procedures; fast and parallel imaging techniques; image reconstruction; pulse sequences and image contrast manipulation; equipment; advanced techniques for identifying activated brain areas; perfusion and flow; diffusion tensor imaging and fiber tracking; contrast agents; localized magnetic resonance spectroscopy and spectroscopic imaging; diagnostic applications and applications in research.				
Skript	D. Meier, P. Boesiger, S. Kozerke Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy				
<b>227-0303-00L</b>	<b>Brain Inspired Computing: Bridging Device Physics to Real-World Applications</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>A. Emboras, G. Indiveri</b>
Kurzbeschreibung	<i>Previously named "Advanced Photonics" (up until HS23)</i> The Lecture offers a thorough understanding of diverse nano-scale brain-inspired devices, covering the foundational physics behind their operation, spanning from classical descriptions to quantum principles. Additionally, it provides an overview of micro/nano-fabrication technologies. The lecture will conclude by exploring real-world applications inspired by the brain's functionality.				



Lernziel	General training in atomic/ionic opto-electronic devices, commonly known as memristors. The students will be equipped with a deep comprehension of theoretical principles and fabrication methods.				
Inhalt	<p>Participants will gain hands-on experience, reinforcing theoretical knowledge. The curriculum highlights the significance of memristors in various applications, such as communications, digital computing, and neuromorphic computing. This training equips students with insights into the crucial role memristors play in advancing these fields.</p> <p>The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprehensive insight into the physical mechanisms that govern ionic-atomic brain-inspired devices (memristors).</li> <li>- Introduction to the quantum electronic and atomic structure of materials. These physical principles will then be connected to device-level modeling of memristors developed for neuromorphic computing applications.</li> <li>- Micro/nano-fabrication technologies for advanced brain-inspired devices: introduction and examples of devices. The students will have the opportunity to visit Heidelberg Instruments for an overview of cutting-edge lithography tools, featuring a real-time demonstration.</li> <li>- Presentation of real-world applications in digital and neuromorphic computing.</li> </ul>				
Skript	The presentation and the lecture notes will be provided every week.				
Literatur	<p>"Atomic/Ionic Devices":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistive Switching: From Fundamentals of Nanoionic Redox Processes to Memristive Device Applications, Daniele Ielmini and Rainer Waser, Wiley-VCH</li> <li>• Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, A. Bard and L. Faulkner, John Wiley &amp; Sons, Inc.</li> <li>• Molecular Electronics: An Introduction to Theory and Experiment, Elke Scheer and Juan Carlos Cuevas</li> </ul> <p>"Micro and nano Fabrication":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. H. Gatzel, Prof. Volker Saile, Prof. Juerg Leuthold: Micro and Nano Fabrication, Springer</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor physics, physics of the electromagnetic field and thermodynamics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			geprüft
<b>227-0390-00L</b>	<b>Elements of Microscopy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Stanpanoni, G. Csúcs, A. Sologubenko</b>
Kurzbeschreibung	The lecture reviews the basics of microscopy by discussing wave propagation, diffraction phenomena and aberrations. It gives the basics of light microscopy, introducing fluorescence, wide-field, confocal and multiphoton imaging. It further covers 3D electron microscopy and 3D X-ray tomographic micro and nanoimaging.				
Lernziel	Solid introduction to the basics of microscopy, either with visible light, electrons or X-rays.				
Inhalt	<p>It would be impossible to imagine any scientific activities without the help of microscopy. Nowadays, scientists can count on very powerful instruments that allow investigating sample down to the atomic level.</p> <p>The lecture includes a general introduction to the principles of microscopy, from wave physics to image formation. It provides the physical and engineering basics to understand visible light, electron and X-ray microscopy.</p> <p>During selected exercises in the lab, several sophisticated instrument will be explained and their capabilities demonstrated.</p>				
Literatur	Available Online.				
<b>227-0396-00L</b>	<b>EXCITE Interdisciplinary Summer School on Bio-Medical Imaging</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6G</b>	<b>S. Kozerke, M. P. Wolf</b>
	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p><i>The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process.</i></p> <p><i>Students have to apply for acceptance. To apply a curriculum vitae and an application letter need to be submitted.</i></p> <p><i>Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">www.excite.ethz.ch</a>.</i></p>				
Kurzbeschreibung	Two-week summer school organized by EXCITE (Center for EXperimental & Clinical Imaging TEchnologies Zurich) on biological and medical imaging. The course covers X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy, electron microscopy, image processing and analysis.				
Lernziel	Students understand basic concepts and implementations of biological and medical imaging. Based on relative advantages and limitations of each method they can identify preferred procedures and applications. Common foundations and conceptual differences of the methods can be explained.				
Inhalt	Two-week summer school on biological and medical imaging. The course covers concepts and implementations of X-ray imaging, magnetic resonance imaging, nuclear imaging, ultrasound imaging, optoacoustic imaging, infrared and optical microscopy and electron microscopy. Multi-modal and multi-scale imaging and supporting technologies such as image analysis and modeling are discussed. Dedicated modules for physical and life scientists taking into account the various backgrounds are offered.				
Skript	Presentation slides, Web links				
Voraussetzungen / Besonderes	The school admits 60 MSc or PhD students with backgrounds in biology, chemistry, mathematics, physics, computer science or engineering based on a selection process. To apply a curriculum vitae, a statement of purpose and applicants references need to be submitted. Further information can be found at: <a href="http://www.excite.ethz.ch">http://www.excite.ethz.ch</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	1. Learning Theory (a) Framework of Learning (b) Hypothesis Spaces and Target Functions (c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces (d) Bias-Variance Tradeoff (e) Estimation of Sample and Approximation Error  2. Classification (a) Binary Classifier (b) Support Vector Machines (separable case) (c) Support Vector Machines (nonseparable case) (d) Kernel Trick  3. Lossy and Lossless Compression (a) Basics of Compression (b) Compressed Sensing for General Sets and Measures (c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.				

<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
Lernziel	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Inhalt	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems. Mathematics of Information  1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems  2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso  3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma  Mathematics of Learning  4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes  5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.  H. Bölcskei and A. Bandeira				

<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emoras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				

Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.		
Inhalt	The following topics will be addressed: - Introduction to quantum transport modeling - Bandstructure representation and effective mass approximation - Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation - Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation - Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations - Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors - Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor - Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...) - Multi-band transport models		
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>		
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft

---

<b>227-0395-00L</b>	<b>Neural Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>R. Hahnloser, M. F. Yanik, B. Grewe</b>
---------------------	-----------------------	----------	-------------	-----------------	--

Kurzbeschreibung	This course introduces principles of information processing in neural systems. It covers basic neuroscience for engineering students, experiment techniques used in animal research and methods for inferring neural mechanisms. Students learn about neural information processing and basic principles of natural intelligence and their impact on artificially intelligent systems.				
Lernziel	This course introduces - Basic neurophysiology and mathematical descriptions of neurons - Methods for dissecting animal behavior - Neural recordings in intact nervous systems and information decoding principles - Methods for manipulating the state and activity in selective neuron types - Neuromodulatory systems and their computational roles - Reward circuits and reinforcement learning - Imaging methods for reconstructing the synaptic networks among neurons - Birdsong and language - Neurobiological principles for machine learning.				
Inhalt	From active membranes to propagation of action potentials. From synaptic physiology to synaptic learning rules. From receptive fields to neural population decoding. From fluorescence imaging to connectomics. Methods for reading and manipulation neural ensembles. From classical conditioning to reinforcement learning. From the visual system to deep convolutional networks. Brain architectures for learning and memory. From birdsong to computational linguistics.				
Voraussetzungen / Besonderes	Before taking this course, students are encouraged to complete "Bioelectronics and Biosensors" (227-0393-10L).  As part of the exercises for this class, students are expected to complete a programming or literature review project to be defined at the beginning of the semester.				

---

<b>363-0543-00L</b>	<b>Agent-Based Modelling of Economic Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Casiraghi, F. Schweitzer, L. Verginer</b>
---------------------	--	----------	-------------	--------------	---

Kurzbeschreibung	Agent-based modeling is introduced as a bottom-up approach to understand the complex dynamics of social systems. Topics include the growth, entry and exit dynamics of firms, strategic interactions of firms in collaboration networks and the emergence of failure cascades and systemic risk in networks. The role of randomness, heterogeneity and network effects for economic dynamics is pointed out.				
Lernziel	A successful participant of this course is able to - understand the importance of different modeling approaches and their goals - develop and implement different classes of agent-based models - efficiently simulate agent-based models using Python and visualize the output - understand the relation between rules implemented at the firm level and the emerging economic dynamics at the macro level - grasp the influence of randomness and agent heterogeneity on macro phenomena				
Inhalt	Agent-based modeling is introduced as a bottom-up approach to understand the complex dynamics of economic systems. The course is based on formal models of agents (e.g., firms) and their interactions. Computer simulations using Python allow the quantitative analysis of a wide range of economic dynamics, e.g., growth dynamics of firms, cooperation and competition, strategic interactions in networks, and systemic failure.  The course on agent-based modeling of economic systems complements our course on /Economic Dynamics and Complexity/ (offered in the fall), focusing on nonlinear dynamics from a macroeconomic perspective. Here, we take a micro perspective to study the collective interactions of firms.  We start by comparing different modeling approaches to highlight the problems and challenges of system modeling. The subsequent lectures then introduce different classes of agent-based models, in particular stochastic growth models, network models of R&D collaborations, and models of systemic risk. Weekly self-study tasks are used to apply the concepts introduced in the lectures. We practice how to simulate agent-based nonlinear models and how to interpret their results.				
Skript	The lecture slides are provided as handouts - including notes and literature sources - to registered students only. All material is to be found on the Moodle platform. More details during the first lecture.				
Literatur	See handouts. Specific literature is provided for download, for registered students only.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should be familiar with economic concepts and should have basic programming skills. All necessary details to develop and implement agent-based models will be provided in the course.  While the lectures focus on the theoretical foundations of agent-based modeling, weekly exercise classes provide practical skills. Using the Python programming language, the participants implement agent-based models in guided and in self-chosen projects, which they present and jointly discuss.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kommunikation Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>465-0952-00L</b>	<b>Biomedical Photonics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The lecture introduces the principles of light generation, light propagation in tissue and detection of light and its therapeutic and diagnostic application in medicine.				
Lernziel	The students are expected to acquire a basic understanding of the fundamental physical principles within biomedical photonics. In particular, they will develop a broad skill set for research in fundamentals of light-tissue interaction, technologies such as microscopy, lasers and fiber optics and issues related to light applications in therapeutics and diagnostics in medicine.				
Inhalt	Optics always was strongly connected to the observation and interpretation of physiological phenomenon. The basic knowledge of optics for example was initially gained by studying the function of the human eye. Nowadays, biomedical optics is an independent research field that is no longer restricted to the observation of physiological processes but studies diagnostic and therapeutic problems in medicine. A basic prerequisite for applying optical techniques in medicine is the understanding of the physical properties of light, the light propagation in and its interaction with tissue. The lecture gives inside into the generation, propagation and detection of light, its propagation in tissue and into selected optical applications in medicine. Various optical imaging techniques (optical coherence tomography or optoacoustics) as well as therapeutic laser applications (refractive surgery, photodynamic therapy or nanosurgery) will be discussed.				
Skript	will be provided via Internet (Ilias)				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Born, E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press</li> <li>- B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley and Sons, Inc.</li> <li>- O. Svelto, "Principles of Lasers", Plenum Press</li> <li>- J. Eichler, T. Seiler, "Lasertechnik in der Medizin", Springer Verlag</li> <li>- M.H. Niemz, "Laser-Tissue Interaction", Springer Verlag</li> <li>- A.J. Welch, M.J.C. van Gemert, "Optical-thermal response of laser-irradiated tissue", Plenum Press</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Language of instruction: English This is the same course unit (465-0952-00L) with former course title "Medical Optics".				
<b>651-4001-02L</b>	<b>Advanced Geophysical Fluid Dynamics ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. A. R. Noir, F. Burmann</b>
Kurzbeschreibung	Fluid layers in planets are ubiquitous, either in the form of metallic cores, oceans or atmospheres. In this class we will go through the fundamentals of rotating and stratified fluids in a geophysical context, it includes convection and heat transfer, surface and internal waves, inertial rotating waves and modes and their stability.				
Lernziel	The objectives of this class will be to acquire the basics of stratified and rotating fluid dynamics, convection and heat transfer. The students will be exposed to the classical techniques of scaling analysis, dimensionless numbers, derivation of onsets of instabilities and comparison with experiment and geophysical data.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Introduction to rotating fluid dynamics: Geostrophic flows / inertial modes / inertial waves / Instabilities and turbulence</li> <li>-Introduction to stratified fluids: stratification, interface waves, internal gravity waves, breakdown of stratification</li> <li>-Introduction to thermal and compositional convection, with and without rotation.</li> <li>-Application to planets: Earth's core convection / Precession/nutations of the Earth's and Lunar core.</li> </ul>				
Skript	available through the moodle page.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Michel Rieutord: Fluid dynamics, an introduction (basic)</li> <li>S. Chandrasekhar: Hydrodynamic and hydrodynamic stability</li> <li>H.P. Greenspan The theory of rotating fluid.</li> <li>K. Zhang: Theory and Modeling of Rotating Fluids.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Some introduction to fluid dynamics, including Stokes flows, potential flows and the full Navier-Stokes equation. For instance the mandatory course : 651-4001-00 Geophysical Fluid Dynamics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen  Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>651-4008-00L</b>	<b>Dynamics of the Mantle and Lithosphere</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Balázs</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Mantle-Lithosphäre Systems zu erreichen. Der Kurs fokussiert hauptsächlich auf die Erde aber bespricht auch wie diese Prozesse in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
Lernziel	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Umhang-Lithosphäre Systems zu erreichen, konzentriert, hauptsächlich auf Masse aber auch bespricht, wie diese Prozesse anders als in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
<b>651-4017-00L</b>	<b>Earth's Core and the Geodynamo</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. D. Marti, S. Maffei</b>
Kurzbeschreibung	In Earth's core, motions of liquid iron act as a dynamo producing the geomagnetic field. This course explores the composition, structure and physical conditions in Earth's core and describes the geomagnetic field before focusing on the geodynamo mechanism. An interdisciplinary perspective is adopted involving electromagnetism and fluid dynamics but also seismology and mineral physics.				
Lernziel	The objectives of this course are: (i) Development of the geophysical and sometimes mathematical tools needed to understand Earth's core and the geodynamo. (ii) Acquisition of knowledge concerning physical and observational constraints on the dynamics of Earth's core and the evolution of the geomagnetic field.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>(i) Structure and composition of Earth's core: Including PREM, Adams-Williamson equation, Inner core anisotropy, Geochemical constraints, High Pressure mineral physics Experiments, Phase changes, Adiabatic temperature profiles, Geotherms, Power sources for the Geodynamo.</li> <li>(ii) Observational geomagnetism: Spherical harmonics, Global field models, Westward drift, Jerks, Core field inverse problem, Core field structure and historical evolution, Polarity excursions and reversals, Time-averaged field.</li> <li>(iii) Theory of the Geodynamo: Review of Maxwell's equations, Induction equation, Alpha Effect and Omega Effect, Proudman-Taylor theorem Geostrophy, Rotating Convection, Experimental and numerical dynamos.</li> </ul>				

Voraussetzungen / Besonderes	The Earth's Core and Geodynamo Course capitalizes on the knowledge of: - 651-4001-00L: Geophysical Fluid Dynamics - 651-4130-00L: Mathematical Methods Therefore we recommend that the students have attended those courses or others of similar content.				
<b>651-4096-00L</b>	<b>Inverse Theory I: Basics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Fichtner</b>
Kurzbeschreibung	Inverse theory is the art of inferring properties of a physical system from noisy and sparse observations. It is used to transform observations of waves into 3D images of a medium seismic tomography, medical imaging and material science; to constrain density in the Earth from gravity; to obtain probabilities of life on exoplanets ... . Inverse theory is at the heart of many natural sciences.				
Lernziel	The goal of this course is to enable students to develop a mathematical formulation of specific inference (inverse) problems that may arise anywhere in the physical sciences, and to implement suitable solution methods. Furthermore, students should become aware that nearly all relevant inverse problems are ill-posed, and that their meaningful solution requires the addition of prior knowledge in the form of expertise and physical intuition. This is what makes inverse theory an art.				
Inhalt	<p>This first of two courses covers the basics needed to address (and hopefully solve) any kind of inverse problem. Starting from the description of information in terms of probabilities, we will derive Bayes' Theorem, which forms the mathematical foundation of modern scientific inference. This will allow us to formalise the process of gaining information about a physical system using new observations. Following the conceptual part of the course, we will focus on practical solutions of inverse problems, which will lead us to study Monte Carlo methods and the special case of least-squares inversion.</p> <p>In more detail, we aim to cover the following main topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The nature of observations and physical model parameters</li> <li>2. Representing information by probabilities</li> <li>3. Bayes' theorem and mathematical scientific inference</li> <li>4. Random walks and Monte Carlo Methods</li> <li>5. The Metropolis-Hastings algorithm</li> <li>6. Simulated Annealing</li> <li>7. Linear inverse problems and the least-squares method</li> <li>8. Resolution and the nullspace</li> <li>9. Basic concepts of iterative nonlinear inversion methods</li> </ol> <p>While the concepts introduced in this course are universal, they will be illustrated with numerous simple and intuitive examples. These will be complemented with a collection of computer and programming exercises.</p> <p>Prerequisites for this course include (i) basic knowledge of analysis and linear algebra, (ii) basic programming skills, for instance in Matlab or Python, and (iii) scientific curiosity.</p>				
Skript	Presentation slides and detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the first part of the semester				
<b>651-4096-02L</b>	<b>Inverse Theory II: Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Fichtner, C. Böhm, A. Zunino</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss von 651-4096-00L Inverse Theory I: Basics.</i></p> <p>This second part of the course on Inverse Theory provides an introduction to the numerical solution of large-scale inverse problems. Specific examples are drawn from different areas of geophysics and image processing. Students solve various model problems using python and jupyter notebooks, and familiarize themselves with relevant open-source libraries and commercial software.</p>				
Lernziel	This course provides numerical tools and recipes to solve (non)-linear inverse problems arising in nearly all fields of science and engineering. After successful completion of the class, the students will have a thorough understanding of suitable solution algorithms, common challenges and possible mitigations to infer parameters that govern large-scale physical systems from sparse data measurements.				
Inhalt	<p>Prerequisites for this course are (i) 651-4096-00L Inverse Theory: Basics, (ii) basic programming skills.</p> <p>The class discusses several important concepts to solve (non)-linear inverse problems and demonstrates how to apply them to real-world data applications. All sessions are split into a lecture part in the first half, followed by tutorials using python and jupyter notebooks in the second. The range of covered topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regularization filters and image deblurring</li> <li>2. Travel-time tomography</li> <li>3. Line-search methods</li> <li>4. Time reversal and Born's approximation</li> <li>5. Adjoint methods</li> <li>6. Full-waveform inversion</li> </ol>				
Skript	Presentation slides and some background material will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the second part of the semester				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	<p>Attendees will learn about:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations</li> <li>* the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination</li> <li>* the impact of population structure on disease transmission</li> </ul> <p>Attendees will learn how:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the emergence spread of infectious diseases is described mathematically</li> <li>* the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models</li> <li>* population biological models are parameterized from empirical data</li> <li>* genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease</li> </ul> <p>The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").</p>				

Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>701-1236-00L</b>	<b>Messmethoden in der Meteorologie und Klimaforschung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>M. Hirschi, D. Michel, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, technischen und theoretischen Grundlagen zur Messung physikalischer Grössen in der Atmosphäre. Zusätzlich werden Überlegungen zur Planung von Messkampagnen und zur Datenauswertung diskutiert.				
Lernziel	Lernziele der Veranstaltung sind: - Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre unter schwierigen Umweltbedingungen - Kennenlernen verschiedener Messmethoden - Erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode bei gegebener Fragestellung - Finden der optimalen Beobachtungsstrategie bezüglich der Wahl des Instrumentes, Beobachtungshäufigkeit, Genauigkeit etc.				
Inhalt	Probleme der Zeitreihenanalyse, Abtasttheorem, Zeitkonstanten und Abtastrate. Theoretische Analyse der verschiedenen Sensoren für Temperatur, Feuchte, Wind und Druck. Diskussion störender Einflüsse auf Messinstrumente, Funktionsweise aktiver und passiver Fernerkundungssysteme. Prinzip der Messung von turbulenten Flüssen (z.B. Wärmefluss) mittels Eddy-Korrelation. Beschreibung der technischen Ausführung von Sensoren und komplexer Messsysteme (Radiosonden, automatische Wetterstationen, Radar, Windprofiler). Demonstration von Instrumenten.				
Skript	Studierende können eine Kopie der Vorlesung als PDF-Datei herunterladen.				
Literatur	- Erweis, Stefan: Measurement Methods in Atmospheric Sciences, In situ and remote. Bornträger 2010, ISBN 978-3-443-01066-9 - Brock, F. V. and S. J. Richardson: Meteorological Measurement Systems, Oxford University Press 2001, ISBN 0-19-513451-6 - Thomas P. DeFelice: An Introduction to Meteorological Instrumentation and Measurement. Prentice-Hall 2000, 229 p., ISBN 0-13-243270-6 - Fritschen, L.J., Gay L.W.: Environmental Instrumentation, 216 p., Springer, New York 1979. - Lenschow, D.H. (ed.): Probing the Atmospheric Boundary Layer, 269 p., American Meteorological Society, Boston MA 1986. - Meteorological Office (publ.): Handbook of Meteorological Instruments, 8 vols., Her Majesty's Stationery Office, London 1980. - Wang, J.Y., Felton, C.M.M.: Instruments for Physical Environmental measurements, 2 vol., 801 p., Kendall/Hunt Publ. Comp., Dubuque Iowa 1975/76.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung konzentriert sich auf die physikalischen atmosphärischen Grössen, während sich die Vorlesung 701-0234-00 mit den chemischen Grössen beschäftigt. Die beiden Vorlesungen sind komplementär, zusammen vermitteln sie die instrumentellen Grundlagen zum Praktikum 701-0460-00. Die Kontaktzeiten in diesem Praktikum sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesungen möglich ist.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
<b>701-0234-00L</b>	<b>Messmethoden in der Atmosphärenchemie</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>U. Krieger</b>
Kurzbeschreibung	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt: Überwachung der Luftreinhaltverordnung, Spurengasanalysemethoden, Remote Sensing, Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen.				
Lernziel	Lernziel: Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre, Kriterien für die Wahl der optimalen Methode. Kenntnis verschiedener Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen.				
Inhalt	Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre und erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode für eine gegebene Fragestellung. Kenntnis der verschiedenen Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen sowie von ausgewählten Messinstrumenten.				
Inhalt	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt und theoretisch analysiert, die in atmosphärenchemischen Messungen Verwendung finden: Geräte zur Überwachung im Rahmen der Luftreinhaltverordnung, Spurengasanalysemethoden, "remote sensing", Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen zu atmosphärischen Fragestellungen.				
Literatur	B. J. Finnlayson-Pitts, J. N. Pitts, "Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere", Academic Press, San Diego, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	Methodenvorlesung zu den Praktika 701-0460-00 und 701-1230-00. Die Kontaktzeiten in diesen Praktika sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesung möglich ist.				
	Voraussetzungen: Atmosphärenphysik I und II				
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				

Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				
<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				
Inhalt	<p>The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society.</p> <p>The course provides an introduction to the following themes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events</li> <li>2) methods to optimize and constrain model parameters using observations</li> <li>3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer)</li> <li>4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources</li> </ol>				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.				
Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0655-00L</b>	<b>ETH Global Development Summer School</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Does not take place this semester. The ETH Global Development Summer School provides young researchers with the opportunity to work on current and sustainability-related topics in interdisciplinary and intercultural teams. Focus is given not only to teaching theoretical knowledge but also to solving specific case studies.				
Lernziel	Does not take place this semester. Within ETH Zurich's Critical Thinking Initiative (CTI), students further develop their critical thinking and communications skills including: the capability to analyse and reflect critically, to form an independent opinion and develop a point of view, as well as to communicate, argue and act in an effective and responsible manner.				
	Based on this concept, the ETH Global Development Summer School is providing its students with the following qualifications and learning outcomes:				
	- Interdisciplinary and multicultural competence: Students gain basic knowledge in scientific disciplines beyond their own and learn how to work effectively in interdisciplinary and multicultural teams.				
	- Methodological competence: Students gain basic knowledge of different scientific methods beyond their selected study discipline.				
	- Reflection competence: Students learn to critically reflect their own way of thinking, their own research approaches, and how academia influences and interacts with society at large.				
	- Implementation skills: Students will apply creative technologies in solution finding processes to gain knowledge and prototyping-skills to increase hands-on experience by applying knowledge in concrete cases.				
	This year's event on sustainable mobility is a collaboration between ETH for Development (ETH4D) and Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST, Kumasi, Ghana), and will take place in Kumasi, Ghana.				
	To find more information and to register, visit our website: <a href="https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html">https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html</a>				

Inhalt	Does not take place this semester. The Summer School is a collaboration between ETH for Development (ETH4D) and Kwame Nkrumah University of Science & Technology (KNUST) in Kumasi, Ghana. It provides students and young researchers the opportunity to develop and test solutions for a real-world challenge related to mobility. Students will work in interdisciplinary teams. The summer school will be held in person in Kumasi, Ghana.		
Literatur	Does not take place this semester. further information and registration: <a href="https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html">https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Does not take place this semester. No prerequisites. The summer school is open to Bachelor, Master and Doctoral students from all disciplines. Candidates must apply for the limited slots through a competitive application process. Applications will be evaluated on their academic strength, creativity, technical-related expertise, and their dedication to contribute to solving the world's most pressing challenges. Participants will be informed of the selection by 10 March 2023.		
Kompetenzen	Depending on the Covid-19 situation, the course might have to change format or be postponed.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>052-0578-24L</b>	<b>Understanding Light</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Barba, P. Anantha Murthy</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs erforscht Licht aus der Perspektive von Physik und Kunst und eröffnet neue Dimensionen für interdisziplinäre Kooperationen, indem es Fragen zu Ursprung und Natur des Lichts behandelt: Wie bewegt es sich durch Raum und Zeit? Wie kann es im künstlerischen Sinne produktiv gemacht werden? Was können künstlerische Methoden dazu beitragen, mit Licht zu experimentieren und darüber nachzudenken?				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen der Eigenschaften von Licht: Intensität, Phasen, Farben und Wechselwirkungen mit Materien</li> <li>- Erforschung optischer Effekte: Reflexion, Brechung, Dispersion</li> <li>- Planung und Durchführung eines Kunstprojekts auf der Grundlage von Forschungsergebnissen aus anderen Wissenschaften</li> <li>- Förderung des konzeptionellen und interdisziplinären Denkens in ungewöhnlichen Konstellationen</li> <li>- Erlernen des Umgangs mit unvorhergesehenen Ergebnissen und des Produktivmachens zufälliger Ereignisse für die erfolgreiche Durchführung eines Projekts</li> <li>- Förderung von Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten</li> </ul>				
Inhalt	In diesem Kurs schaffen wir einen performativen Rahmen für Experimente und Erkundungen.  In Verbindung mit wöchentlichen Projekten im Departement Physik werden die Studierenden in Konzepte zu Ursprung von Licht und Farbe eingeführt sowie mit Interpretationen der uns umgebenden optischen Welt vertraut gemacht. Wir lernen verstehen, was die Effekte unserer täglichen Wahrnehmung hervorruft – von Schmetterlingsflügeln und Herbstfarben bis zum Aussehen von Gebäuden und Städten. Wir werden praktische Experimente mit grundlegenden optischen Komponenten, wie Linsen, Spiegeln und Prismen, durchführen und verstehen lernen, wie diese zur Generierung von Bildern zum Einsatz kommen können. Beiträge von Gastdozent*innen (z. B. zu den Themen Licht in der Fotografie, Anthropologie oder Stadtlandschaften) sind geplant. Die teilnehmenden Studierenden werden gebeten, verwandte Themen zu präsentieren.				
Kompetenzen	Am Ende des Semesters werden künstlerische Experimente präsentiert.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert		

## ► Proseminare und Semesterarbeiten

Detaillierte Informationen auf:  
<https://www.phys.ethz.ch/studies/master/semester-projects.html>

Bachelor Studierende Physik welche sich für eine MSc Semesterarbeit oder ein Proseminaren einschreiben wollen, wenden sich bitte an das Studiensekretariat ([studiensekretariat@phys.ethz.ch](mailto:studiensekretariat@phys.ethz.ch)).

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0218-MSL	Research Project ■	W	8 KP	15A	Betreuer/innen



Kurzbeschreibung	Students conduct a small research project within a research group or carry out a guided self-study of original papers on a given theoretical topic. The results are submitted in a written report and an oral presentation.		
Lernziel	Students are enabled to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• expand their knowledge in a specific area of physics,</li> <li>• conduct a project (a) in a research laboratory or (b) on a specific topic of theoretical physics,</li> <li>• discuss their project results and conclusions in a team,</li> <li>• present their findings in written and oral form.</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>402-0219-MSL</b>	<b>Research Project II ■</b> <i>Um diese LE zu belegen kontaktieren Sie bitte das Studiensekretariat unter studies.physics@ethz.ch</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>15A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Students conduct a small research project within a research group or carry out a guided self-study of original papers on a given theoretical topic. The results are submitted in a written report and an oral presentation.				
Lernziel	Students are enabled to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• expand their knowledge in a specific area of physics,</li> <li>• conduct a project (a) in a research laboratory or (b) on a specific topic of theoretical physics,</li> <li>• discuss their project results and conclusions in a team,</li> <li>• present their findings in written and oral form.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert		

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-PHYS*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-2000-00L</b>	<b>Scientific Works in Physics</b> <i>Zielpublikum: Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>		<b>D. Kienzler</b>
Kurzbeschreibung	<i>Weisung <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf</a></i>				
	Literature Review: ETH-Library, Journals in Physics, Google Scholar; Thesis Structure: The IMRAD Model; Document Processing: LaTeX and BibTeX, Mathematical Writing, AVETH Survival Guide; ETH Guidelines for Integrity; Authorship Guidelines; ETH Citation Etiquettes; Declaration of Originality.				
Lernziel	Basic standards for scientific works in physics: How to write a Master Thesis. What to know about research integrity.				
<b>402-0900-30L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>57D</b>	Betreuer/innen

- a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;  
 b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.  
 c. im Master-Studium die erforderlichen 8 KP in der Kategorie Proseminare und Semesterarbeiten erworben hat.

Weitere Informationen:  
[www.phys.ethz.ch/phys/education/master/msc-theses](http://www.phys.ethz.ch/phys/education/master/msc-theses)

Kurzbeschreibung	The Master's thesis concludes the Master's programme and constitutes a full-time project of six-month duration aimed at advancing the skills and capabilities of students to work independently and creatively towards the solution of an individual research problem which has been agreed upon in advance.		
Lernziel	Students are enabled to: - solve a complex problem by applying theoretical and experimental methods and skills, - articulate their beliefs and thoughts on a scientific subject, appreciate the positions of others and revisit their own positions based on new insights, - contribute constructively to the projects of a diverse research team, - actively participate in a scientific discourse on a specific area of physics and present positions based on scientific arguments.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	

### ► Seminare, Kolloquia und Ergänzende Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-4000-00L</b>	<b>Chemie</b>	<b>Z</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Segawa</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Chemie mit Aspekten aus der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie.				
Lernziel	- Einfache Modelle der chemischen Bindung und der dreidimensionalen Struktur von Molekülen verstehen - Ausgewählte chemische Systeme anhand von Reaktionsgleichungen und Gleichgewichtsrechnungen beschreiben und quantitativ erfassen - Grundlegende Begriffe der chemischen Kinetik (z. B. Reaktionsordnung, Geschwindigkeitsgesetz und -konstante) verstehen und anwenden.				
Inhalt	Periodisches System der Elemente, chemische Bindung (LCAO-MO), molekulare Struktur (VSEPR), Reaktionen, Gleichgewicht, chemische Kinetik.				
Skript	Kopien der Vorlesungs-Präsentationen und weitere Unterlagen werden abgegeben.				
Literatur	C.E. Housecroft, E.C. Constable, Chemistry. An Introduction to Organic, Inorganic and Physical Chemistry, 4th ed., Pearson: Harlow 2010. C.E. Mortimer, U. Müller, Chemie, 11. Auflage, Thieme: Stuttgart 2014.				
<b>402-0101-00L</b>	<b>The Zurich Physics Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>S. Huber, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	The goal of this event is to bring you closer to current day research in all fields of physics. In each semester we have a set of distinguished speakers covering the full range of topics in physics. As a participating student should learn how to follow a research talk. In particular, you should be able to extract key points from a colloquium where you don't necessarily understand every detail that is presented.				
<b>402-0800-00L</b>	<b>The Zurich Theoretical Physics Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>J. Renes, Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	The Zurich Theoretical Physics Colloquium is jointly organized by the University of Zurich and ETH Zurich. Its mission is to bring both students and faculty with diverse interests in theoretical physics together. Leading experts explain the basic questions in their field of research and communicate the fascination for their work.				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorträge evtl. auch auf Deutsch				
<b>402-0551-00L</b>	<b>Laser Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>J. Faist, T. Esslinger, J. Home, A. Imamoglu, U. Keller, F. Merkt, H. J. Würner</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>402-0600-00L</b>	<b>Nuclear and Particle Physics with Applications</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Rubbia, K. S. Kirch, R. Wallny</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Widen the horizon on the physics topics relevant for our IPA groups. In addition, it shall provide opportunities to share and exchange scientific ideas.				
<b>402-0700-00L</b>	<b>Seminar in Elementary Particle Physics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Spira</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	Stay informed about current research results in elementary particle physics.				
Inhalt	see web page <a href="http://www.psi.ch/ltp/thursday-colloquia">http://www.psi.ch/ltp/thursday-colloquia</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
<b>402-0746-00L</b>	<b>Seminar: Particle and Astrophysics (Aktuelles aus der E-Teilchen- und Astrophysik)</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY003 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Lernziel	Im Seminar werden neueste Erkenntnisse aus verschiedenen Gebieten der Teilchen- und Astrophysik vorgestellt. Dies bietet gleichzeitig eine Gelegenheit für den wissenschaftlichen Ideenaustausch.				
Inhalt	In Seminarvorträgen werden aktuelle Fragestellungen aus der Teilchenphysik vom theoretischen und experimentellen Standpunkt aus diskutiert. Besonders wichtig erscheint uns der Bezug zu den eigenen Forschungsmöglichkeiten am PSI, CERN und DESY.				
<b>402-0893-00L</b>	<b>Particle Physics Seminar</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>T. K. Gehrmann, M. Krstic Marinkovic, C. Anastasiou</b>
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				
Voraussetzungen / Besonderes	Occasionally, talks may be delivered in German.				
<b>402-0530-00L</b>	<b>Mesoscopic Systems</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>T. M. Ihn</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of mesoscopic systems and nanostructures. They can present their own results, critically reflect published research in this field, explain both to an audience of physicists, and participate in a critical and constructive scientific discussion.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>402-0620-00L</b>	<b>Current Topics in Accelerator Mass Spectrometry and Its Applications</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Christl, S. Willett</b>
Kurzbeschreibung	Das Seminar richtet sich an Studierenden, Doktorierenden und Wissenschaftler die sich im Rahmen ihrer Ausbildung/Forschung mit der Technik und den Anwendungen der Beschleuniger Massenspektrometrie oder verwandten hochsensitiven Nachweistechiken beschäftigen. Es werden die Grundlagen der Methodik, neuesten Entwicklungen und spezielle aktuelle Beispiele aus dem breiten Anwendungsspektrum diskutiert.				
Lernziel	Das Seminar vermittelt den Teilnehmern einen Überblick über neueste Trends und Entwicklungen der Beschleuniger Massenspektrometrie und deren Anwendungen. Die Teilnehmer setzen sich in Vorträgen und anschließenden Diskussionen intensiv mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinander und erlangen so ein breites Verständnis, sowohl der physikalischen Grundlagen der Beschleuniger Massenspektrometrie als auch deren Anwendungen, welches weit über den Tellerrand der eigenen Studien hinaus geht.				
<b>227-0980-00L</b>	<b>Seminar on Biomedical Magnetic Resonance</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>K. P. Prüssmann, S. Kozerke, M. Weiger Senften</b>
Kurzbeschreibung	Current developments and problems of magnetic resonance imaging (MRI)				
Lernziel	Getting insight into advanced topics in magnetic resonance imaging				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen der Magnetresonanz				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>402-0396-00L</b>	<b>Recent Research Highlights in Astrophysics (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden. UZH Modulkürzel: AST006.1</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
<b>401-5330-00L</b>	<b>Talks in Mathematical Physics</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>M. Gaberdiel, G. M. Graf, P. Hintz, T. H. Willwacher</b>
Kurzbeschreibung	Research colloquium				
Inhalt	Forschungsseminar mit wechselnden Themen aus dem Gebiet der mathematischen Physik.				
<b>227-1043-00L</b>	<b>Neuroinformatics - Colloquia (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the</i>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1K</b>	<b>S.-C. Liu, R. Hahnloser, V. Mante</b>

corresponding module directly at UZH as an incoming student.  
UZH Module Code: INI701

Mind the enrolment deadlines at UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html>

Kurzbeschreibung	The colloquium in Neuroinformatics is a series of lectures given by invited experts. The lecture topics reflect the current themes in neurobiology and neuromorphic engineering that are relevant for our Institute.
Lernziel	The goal of these talks is to provide insight into recent research results. The talks are not meant for the general public, but really aimed at specialists in the field.
Inhalt	The topics depend heavily on the invited speakers, and thus change from week to week. All topics concern neural computation and their implementation in biological or artificial systems.

<b>402-0300-00L</b>	<b>IPA Colloquium</b>	<b>E-</b>	<b>0 KP</b>	<b>1S</b>	<b>A. Biland, A. Refregier, H. M. Schmid, weitere Dozierende</b>
---------------------	-----------------------	-----------	-------------	-----------	--

Kurzbeschreibung	Research colloquium, with a particular emphasis on IPA-related research topics.
Lernziel	Das Ziel soll sein, den Horizont zu erweitern auf die physikalischen Themen, die von unseren eigenen Gruppen untersucht werden, Gleichzeitig soll der wissenschaftliche Diskurs zwischen unseren Forschungsgruppen gefördert werden.

<b>402-0010-00L</b>	<b>Basics of Computing Environments for Scientists</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>1V</b>	<b>C. D. Herzog, C. Becker, S. Müller</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---

*Einschreibung nur unter <https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/laborpraktika>  
Keine Belegung über myStudies notwendig.*

Kurzbeschreibung	Introduce IT services at D-PHYS, offer modules covering IT-related topics for scientists.
Lernziel	The "IT at D-PHYS" introduction provides a good understanding of how IT works at D-PHYS and presents an overview of the IT services and their providers. It is recommended for everyone joining the department.

The "IT and Information Security" introduction is meant to prepare you for the dangerous world of "the internet". We will take a look at common threat vectors and how you can counter them.

The remainder is structured into individual modules which can be attended separately. They give practical insights into everyday research-related IT challenges.

The "Linux Basics" modules offer an introduction to the Linux landscape and show how to work on the shell by using command line tools. The first part provides a basic understanding of Linux systems and their components. It introduces commands essential to working with local and remote machines. The second part focuses on more advanced tools and workflows and provides guidelines to scripting, automation and customization.

The "Python Ecosystem" modules present various aspects of the environment around Python. Without teaching the Python programming language itself, it aims at providing understanding of various concepts surrounding it. The first part focuses on getting ready to run code. It discusses the management of Python interpreters, packages and virtual environments. The second part presents tools for writing Python code and interacting with strings. From development environments (IDE, Jupyter), over code formatters and linters, to string formatting and parsing with regular expressions. The third part sits at the interface between Python code and external data files. We explain how to read or write files, discuss data types and file formats. We show how to handle configuration parameters and mention tools to automate the data analysis.

The "System Aspects module" deals with the hardware-related side of Scientific Computing. To get the best performance out of your scientific code, you have to be aware of the underlying hardware and adapt to it.

Inhalt	Introduction: a. IT at D-PHYS (IT service providers and IT services at D-PHYS) - not a module b. IT and Information Security (how to deal with common threats on "the internet") - not a module
--------	---

- Modules:
1. Linux Basics I (system components, basic shell usage)
  2. Linux Basics II (advanced tools, scripting)
  3. Python Ecosystem I (packages, virtual environments)
  4. Python Ecosystem II (development environments, formatter and linter, string formatting, regex)
  5. Python Ecosystem III (external data files, config parameters and automation)
  6. System Aspects (how the hardware affects your scientific code and vice versa)

Voraussetzungen / Besonders	Modules can be booked individually and separately.
--------------------------------	--

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>406-0204-AAL</b>	<b>Electrodynamics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>N. Beisert</b>
---------------------	--	-----------	-------------	------------	-------------------

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch  
Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	Introduction to Electrodynamics. Discussion and formulation of Maxwell's equations in vacuum and with matter. Connection to the special theory of relativity.
------------------	---

Lernziel	Conceptual understanding of static and dynamic charged objects and of the structure of the classical field theory of electrodynamics including gauge symmetries. Recognition of the relation between electrical, magnetic and optical phenomena and the influence of matter. Understanding of classical phenomena of electrodynamics and ability to independent solution of simple problems. Application of mathematical capabilities for fields and differential equations. Conceptual understanding of the basics of the relativistic formulation of electrodynamics.
----------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• electrostatics</li> <li>• magnetostatics</li> <li>• Maxwell's equations</li> <li>• electromagnetic waves</li> <li>• relativistic field equations</li> <li>• conservation laws and symmetries</li> <li>• field and radiation of point charges</li> <li>• electrodynamics with matter</li> <li>• special field configurations</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.D. Jackson, Classical Electrodynamics</li> <li>• W.K.H Panovsky and M. Phillis, Classical electricity and magnetism</li> <li>• L.D. Landau, E.M. Lifshitz, and L.P. Pitaevskii, Electrodynamics of continuous media</li> <li>• A. Sommerfeld, Electrodynamics / Optics (Lectures on Theoretical Physics)</li> <li>• M. Born and E. Wolf, Principles of optics</li> <li>• R. Feynman, R. Leighton, and M. Sands, The Feynman Lectures of Physics, Vol II</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft

<b>401-2673-AAL</b>	<b>Numerical Methods for CSE</b>	<b>E-</b>	<b>9 KP</b>	<b>19R</b>	<b>V. C. Gradinaru</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction into fundamental techniques and algorithms of numerical mathematics which play a central role in numerical simulations in science and technology.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Knowledge of the fundamental algorithms in numerical mathematics</li> <li>* Knowledge of the essential terms in numerical mathematics and the techniques used for the analysis of numerical algorithms</li> <li>* Ability to choose the appropriate numerical method for concrete problems</li> <li>* Ability to interpret numerical results</li> <li>* Ability to implement numerical algorithms efficiently in C++</li> </ul>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Computing with Matrices and Vectors</li> <li>2. Direct Methods for Linear Systems of Equations</li> <li>3. Direct Methods for Linear Least Squares Problems</li> <li>4. Filtering Algorithms</li> <li>5. Data Interpolation and Data Fitting in 1D</li> <li>6. Approximation of Functions in 1D</li> <li>7. Numerical Quadrature</li> <li>8. Iterative Methods for Non-linear Systems of Equations</li> <li>12. Numerical Integration - Single Step Methods</li> <li>13. Single Step Methods for Stiff Initial Value Problems</li> </ol>				
Skript	<a href="https://people.math.ethz.ch/~grsam/HS16/NumCSE/NumCSE16.pdf">https://people.math.ethz.ch/~grsam/HS16/NumCSE/NumCSE16.pdf</a>				
Literatur	W. Dahmen, A. Reusken "Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler", Springer 2006. M. Hanke-Bourgeois "Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens", BG Teubner, 2002 P. Deuflhard and A. Hohmann, "Numerische Mathematik I", DeGruyter, 2002 U. Ascher and C. Greif "A first course in Numerical Methods"				
Voraussetzungen / Besonderes	Examination will be conducted at the computer and will involve coding in C++/Eigen. A course covering the material is taught in English every autumn term (course unit 401-0663-00L). Course documents, exercises and examinations are available online.				

### Physik Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
KP Kreditpunkte  
■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Quantitative Finance Master

siehe [www.msfinance.ch/index.html?/portrait/Curriculum.html](http://www.msfinance.ch/index.html?/portrait/Curriculum.html)

Studierende im Joint Degree Master-Studiengang "Quantitative Finance" müssen Module der UZH direkt an der UZH buchen. Die entsprechenden Module sind hier nicht aufgelistet.

## ► Kernmodule

### ►► Bereich FIN (Finance)

Für allfällige (weitere) Kursangebote siehe [www.msfinance.ch](http://www.msfinance.ch)

### ►► Bereich MF (Mathematical Methods in Finance)

Für allfällige weitere Kursangebote siehe [www.msfinance.ch](http://www.msfinance.ch)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-4658-00L</b>	<b>Numerical Methods for Finance</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>C. Schwab</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to principal methods of option pricing. Emphasis on PDE-based methods. Prerequisite MATLAB and Python programming and knowledge of numerical mathematics at ETH BSc level.				
Lernziel	Introduce the main methods for efficient numerical valuation of derivative contracts in a Black Scholes as well as in incomplete markets due Levy processes or due to stochastic volatility models. Develop implementation of pricing methods in MATLAB and Python. Finite-Difference/ Finite Element based methods for the solution of the pricing integrodifferential equation.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Review of option pricing. Wiener and Levy price process models. Deterministic, local and stochastic volatility models.</li><li>2. Finite Difference Methods for option pricing. Relation to bi- and multinomial trees. European contracts.</li><li>3. Finite Difference methods for Asian, American and Barrier type contracts.</li><li>4. Finite element methods for European and American style contracts.</li><li>5. Pricing under local and stochastic volatility in Black-Scholes Markets.</li><li>6. Finite Element Methods for option pricing under Levy processes. Treatment of integrodifferential operators.</li><li>7. Stochastic volatility models for Levy processes.</li><li>8. Techniques for multidimensional problems. Baskets in a Black-Scholes setting and stochastic volatility models in Black Scholes and Levy markets.</li><li>9. Introduction to sparse grid option pricing techniques.</li></ol>				
Skript	There will be english lecture notes as well as MATLAB or Python software for registered participants in the course.				
Literatur	Main reference (course text): N. Hilber, O. Reichmann, Ch. Schwab and Ch. Winter: Computational Methods for Quantitative Finance, Springer Finance, Springer, 2013.  Supplementary texts: R. Cont and P. Tankov : Financial Modelling with Jump Processes, Chapman and Hall Publ. 2004.  Y. Achdou and O. Pironneau : Computational Methods for Option Pricing, SIAM Frontiers in Applied Mathematics, SIAM Publishers, Philadelphia 2005.  D. Lamberton and B. Lapeyre : Introduction to stochastic calculus Applied to Finance (second edition), Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series, Taylor & Francis Publ. Boca Raton, London, New York 2008.  J.-P. Fouque, G. Papanicolaou and K.-R. Sircar : Derivatives in financial markets with stochastic volatility, Cambridge Univeristy Press, Cambridge, 2000.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of Numerical Analysis/ Scientific Computing Techniques corresponding roughly to BSc MATH or BSc RW/CSE at ETH is expected. Basic programming skills in MATLAB or Python are required for the exercises, and are <code>_not_</code> taught in this course.				
<b>401-3629-00L</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Introduction</li><li>2. Basic Concepts in Risk Management</li><li>3. Empirical Properties of Financial Data</li><li>4. Financial Time Series</li><li>5. Extreme Value Theory</li><li>6. Multivariate Models</li><li>7. Copulas and Dependence</li><li>8. Backtesting</li><li>9. Operational Risk</li></ol>				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools AJ McNeil, R Frey and P Embrechts Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition) <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.  The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>401-3932-19L</b>	<b>Mathematics for New Technologies in Finance</b> <i>formerly until FS22: Machine Learning in Finance</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>J. Teichmann, P. Harms</b>
Kurzbeschreibung	The course will deal with the following topics with rigorous proofs and many coding excursions: Universal approximation theorems, Stochastic gradient Descent, Deep networks and wavelet analysis, Deep Hedging, Deep calibration, Different network architectures, Reservoir Computing, Time series analysis by machine learning, Reinforcement learning, generative adversarial networks, Economic games.				
Inhalt	CATALOGUE DATA TO BE ADJUSTED				
Voraussetzungen / Besonderes	Bachelor in mathematics, physics, economics or computer science.				

## ► Wahlmodule

### ►► Bereich FIN (Finance)

Für allfällige weitere Kursangebote siehe [www.msfinance.ch](http://www.msfinance.ch)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3956-00L</b>	<b>Economic Theory of Financial Markets</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich</b>
Kurzbeschreibung	This lecture provides an introduction to the economic theory of financial markets. It presents the basic financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries.				
Lernziel	This lecture aims at providing the fundamental financial and economic concepts to insurance mathematicians and actuaries. It focuses on portfolio theory, cash flow valuation and deflator techniques.				
Inhalt	We treat the following topics: - Fundamental concepts in economics - Portfolio theory - Mean variance analysis, capital asset pricing model - Arbitrage pricing theory - Cash flow theory - Valuation principles - Stochastic discounting, deflator techniques - Interest rate modeling - Utility theory				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).				
	This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .				
	Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				

### ►► Bereich MF (Mathematical Methods in Finance)

Für allfällige weitere Kursangebote siehe [www.msfinance.ch](http://www.msfinance.ch)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3936-00L</b>	<b>Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, C. M. Buser</b>
Kurzbeschreibung	We study statistical methods in supervised learning for non-life insurance pricing such as generalized linear models, generalized additive models, Bayesian models, neural networks, classification and regression trees, random forests and gradient boosting machines.				
Lernziel	The student is familiar with classical actuarial pricing methods as well as with modern machine learning methods for insurance pricing and prediction.				
Inhalt	We present the following chapters: - generalized linear models (GLMs) - generalized additive models (GAMs) - neural networks - credibility theory - classification and regression trees (CARTs) - bagging, random forests and boosting				
Skript	The lecture notes are available from: M.V. Wüthrich, C. Buser. Data Analytics for Non-Life Insurance Pricing <a href="http://ssrn.com/abstract=2870308">http://ssrn.com/abstract=2870308</a>				
Literatur	M.V. Wüthrich, M. Merz. Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications <a href="http://ssrn.com/abstract=3822407">http://ssrn.com/abstract=3822407</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).				
	This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>				
	Good knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.				

<b>401-4920-00L</b>	<b>Market-Consistent Actuarial Valuation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. V. Wüthrich, H. Furrer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to market-consistent actuarial valuation. Topics: Stochastic discounting, full balance sheet approach, valuation portfolio in life and non-life insurance, technical and financial risks, risk management for insurance companies.				
Lernziel	Goal is to give the basic mathematical tools for describing insurance products within a financial market and economic environment and provide the basics of solvency considerations.				

Inhalt	<p>In this lecture we give a full balance sheet approach to the task of actuarial valuation of an insurance company. Therefore we introduce a multidimensional valuation portfolio (VaPo) on the liability side of the balance sheet. The basis of this multidimensional VaPo is a set of financial instruments. This approach makes the liability side of the balance sheet directly comparable to its asset side.</p> <p>The lecture is based on four sections:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Stochastic discounting</li> <li>2) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for life insurance products (with guarantees)</li> <li>3) Construction of a multidimensional Valuation Portfolio for a run-off portfolio of a non-life insurance company</li> <li>4) Measuring financial risks in a full balance sheet approach (ALM risks)</li> </ol>
Literatur	<p>Market-Consistent Actuarial Valuation, 3rd edition. Wüthrich, M.V. EAA Series, Springer 2016. ISBN: 978-3-319-46635-4</p> <p>Wüthrich, M.V., Merz, M. Claims run-off uncertainty: the full picture. SSRN Manuscript ID 2524352 (2015).</p> <p>England, P.D, Verrall, R.J., Wüthrich, M.V. On the lifetime and one-year views of reserve risk, with application to IFRS 17 and Solvency II risk margins. Insurance: Mathematics and Economics 85 (2019), 74-88.</p> <p>Wüthrich, M.V., Embrechts, P., Tsanakas, A. Risk margin for a non-life insurance run-off. Statistics &amp; Risk Modeling 28 (2011), no. 4, 299--317.</p> <p>Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance. Wüthrich, M.V., Merz, M. Springer Finance 2013. ISBN: 978-3-642-31391-2</p> <p>Cheridito, P., Ery, J., Wüthrich, M.V. Assessing asset-liability risk with neural networks. Risks 8/1 (2020), article 16.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The exams ONLY take place during the official ETH examination period (no semester end exams), and they will only be taken in person (no remote exams).</p> <p>This course will be held in English and counts towards the diploma of "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a>.</p> <p>Knowledge in probability theory, stochastic processes and statistics is assumed.</p>

---

<b>401-3642-00L</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>D. Possamaï</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. It includes the construction and properties of Brownian motion, basics of Markov processes in continuous time and of Levy processes, and stochastic calculus for continuous semimartingales.				
Lernziel	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. The following topics are planned:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition and construction of Brownian motion</li> <li>- Some important properties of Brownian motion</li> <li>- Basics of Markov processes in continuous time</li> <li>- Stochastic calculus, including stochastic integration for continuous semimartingales, Ito's formula, Girsanov's theorem, stochastic differential equations and connections with partial differential equations</li> <li>- Basics of Levy processes</li> </ul>				
Skript	Lecture notes will be made available in class.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.F. Bass, Stochastic Processes, Cambridge University Press (2001).</li> <li>- I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991).</li> <li>- J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016).</li> <li>- D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005).</li> <li>- L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004).</li> <li>- R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).</li> </ul>				

---

<b>401-3917-00L</b>	<b>Stochastic Loss Reserving Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Dahms</b>
Kurzbeschreibung	Loss Reserving is one of the central topics in non-life insurance. Mathematicians and actuaries need to estimate adequate reserves for liabilities caused by claims. These claims reserves have influence all financial statements, future premiums and solvency margins. We present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate those loss reserves.				
Lernziel	Our goal is to present the stochastics behind various methods that are used in practice to estimate claim reserves. These methods enable us to set adequate reserves for liabilities caused by claims and to determine prediction errors of these predictions.				
Inhalt	We will present the following stochastic claims reserving methods/models:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stochastic Chain-Ladder Method</li> <li>- Bayesian Methods, Bornhuetter-Ferguson Method, Credibility Methods</li> <li>- Distributional Models</li> <li>- Linear Stochastic Reserving Models, inclusive one practice lesson</li> <li>- Bootstrap Methods</li> <li>- inflation, large claims, mid year reserving</li> <li>- Claims Development Result (solvency view)</li> <li>- Coupling of portfolios</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	The exams ONLY take place during the official ETH examination periods.				
	This course will be held in English and counts towards the diploma "Aktuar SAV". For the latter, see details under <a href="http://www.actuaries.ch">www.actuaries.ch</a> .				
	Basic knowledge in probability theory is assumed, in particular conditional expectations.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>	<b>W</b> <b>8 KP</b> <b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.		
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert
<b>363-1114-00L</b>	<b>Introduction to Risk Modelling and Management</b>	<b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2V</b>	<b>H. Schernberg, D. N. Bresch</b>
Kurzbeschreibung	This course is a practical, hands-on introduction to various aspects of modelling, dealing with and managing risks across different industries, contexts and applications.		
Lernziel	The course illustrates what is required of the 21st century's risk manager. It provides a qualitative and quantitative introduction to some of the various risks that societies and businesses face and to their management.		
	The course encourages students to think critically about models and mathematical representations of risks. It identifies and explores the current challenges of managing today's risks given available technologies.		
Inhalt	After taking this course, students can formulate a risk analysis problem with quantitative methods in a particular field.		
	The course describes the building blocks of risk modelling as well as the process of risk-management. It examines at different approaches to modelling and dealing with as well as mitigating different kind of risks in different industries.		
	The lectures emphasise the decision-making processes in various businesses and how risk-management relates to a company's value chain. Applications range from enterprise risk management, natural catastrophes, climate risk, energy market risk, risk engineering, financial risks, operational risk, cyber risk and more.		
	Note that the programme varies every year. Therefore, all aforementioned topics are not necessarily explored every year.		
	The panel of lecturers comprises risk professionals from various industries and government as well as academics from different disciplines.		
	The course covers the following areas:		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of Risk Modelling: Probability, Uncertainty, Vulnerability...</li> <li>2. Fundamentals of Risk Management and Enterprise Risk Management</li> <li>3. Risk Modelling and Management across Different Areas, with invited speakers</li> </ol>		
Skript	The course materials are provided via Moodle. For each session, slides (and in most cases a video recording) are available.		
Literatur	Additional readings will be discussed during the lectures.		
Voraussetzungen / Besonderes	The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful.		

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft			
		Verfahren und Technologien	geprüft			
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft			
		Entscheidungsfindung	geprüft			
		Medien und digitale Technologien	gefördert			
		Problemlösung	geprüft			
		Projektmanagement	gefördert			
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert			
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert			
		Kundenorientierung	gefördert			
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
		Verhandlung	gefördert			
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
		Kreatives Denken	geprüft			
Kritisches Denken		geprüft				
Integrität und Arbeitsethik		gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert				
<b>363-1153-00L</b>	<b>Decentralized Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. J. Bergmann, H. Gersbach, R. Wattenhofer</b>	
Kurzbeschreibung	DLT is emerging for a disruption of our current financial infrastructure. As such, Blockchain Finance seeks to combine open-source, peer to peer building blocks into sophisticated products using blockchain technology, seeking to disintermediate and decentralize the traditional financial service industry. This lecture will combine insights on DLT with recent applications from finance.					
Lernziel	At its core, Blockchain Finance aims to provide financial products and services on blockchain technologies. The combination of decentralized, smart-contract-based business logic solutions with a blockchain-based settlement layer facilitates the creation of financial services in a decentralized way. Traditional, functional roles of trusted third-party such as brokerage firms, banks, are replaced by smart contracts which fulfill the functions automatically.					
	The goal if this lecture is to let you understand,					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The building blocks of Distributed Ledger Technology (DLT)</li> <li>- Some basic applications like smart contracts, tokens, decentralized autonomous organisations (DAOs)</li> <li>- Limitations and concepts for overcoming centralized financial systems</li> <li>- Recent advances on Central Bank Digital Currencies and other applications in DeFi</li> <li>- The business logic behind a decentralized applications (DApps)</li> <li>- How a DLT project is run within a larger organization and in the start-up context</li> </ul>					
	The lecture will cover also guest speakers from companies, start-ups, and agencies.					
Inhalt	The lecture will start with the fundamentals around blockchain technologies and smart contracts. Afterwards students learn about aspects and applications of blockchain finance, e.g. decentralised exchanges, tokenisations, digital currencies covering some theoretical and technological insights as well as insights on recent applications involving guest speakers from industry, start-ups, agencies. The focus of each session will be on the discussion part. You will be asked to prepare yourself (watch a video, read a paper, etc) for each session.					
	Part 1: Intro to Blockchain, Focus on Exchanges, Transaction Ordering					
	Part 2: Smart Contracts; Focus on Programming, Attacks					
	Part 3: Decentralized Governance, DAOs and Applications					
	Part 4: Central Bank Digital Currencies, recent advances, and approaches					
	Part 5 & 6: DeFi applications, legal aspects, challenges, opportunities & risk in the corporate context					
	The lecture is targeted to students across ETH with an interest in DLT. No specific coding experience is required. During the course you will follow step by step examples. For passing the course you will take online quizzes, selected exercises, and a short exam during the class.					
Skript	There will be lecture slides to each section shared in advanced to each session.					
Literatur	Selected readings and books are presented in each session.					
Voraussetzungen / Besonderes	The course is opened to students from all backgrounds. Some experience with quantitative disciplines such as probability and statistics, however, is useful but not mandatory.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft			
		Verfahren und Technologien	geprüft			
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert			
		Problemlösung	gefördert			
		Projektmanagement	gefördert			
		Kommunikation	gefördert			
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert			
	Soziale Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert			
		Kritisches Denken	geprüft			
	Persönliche Kompetenzen					
	<b>401-3928-00L</b>	<b>Reinsurance Analytics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Arbenz</b>
	Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and models for extreme events such as natural or man-made catastrophes. The lecture covers reinsurance contracts, Experience and Exposure pricing, natural catastrophe modelling, solvency regulation, and insurance linked securities				

Lernziel	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds		
Inhalt	This course provides an introduction to reinsurance from an actuarial perspective. The objective is to understand the fundamentals of risk transfer through reinsurance and the mathematical approaches associated with low frequency high severity events such as natural or man-made catastrophes. Topics covered include: - Reinsurance Contracts and Markets: Different forms of reinsurance, their mathematical representation, history of reinsurance, and lines of business. - Experience Pricing: Modelling of low frequency high severity losses based on historical data, and analytical tools to describe and understand these models - Exposure Pricing: Loss modelling based on exposure or risk profile information, for both property and casualty risks - Natural Catastrophe Modelling: History, relevance, structure, and analytical tools used to model natural catastrophes in an insurance context - Solvency Regulation: Regulatory capital requirements in relation to risks, effects of reinsurance thereon, and differences between the Swiss Solvency Test and Solvency 2 - Insurance linked securities: Alternative risk transfer techniques such as catastrophe bonds		
Skript	Slides and lecture notes will be made available.		
Voraussetzungen / Besonderes	An excerpt of last year's lecture notes is available here: <a href="https://sites.google.com/site/philippbarbenz/reinsuranceanalytics">https://sites.google.com/site/philippbarbenz/reinsuranceanalytics</a> Basic knowledge in statistics, probability theory, and actuarial techniques		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

401-4910-24L	Topics in Mathematical Finance	W	4 KP	2S	M. Schweizer
	<i>Number of participants limited to 12.</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar will treat advanced topics in the area of mathematical finance.				
Lernziel	Students will learn to read, digest and present advanced mathematical results in the area of mathematical finance.				
Inhalt	The core of the seminar is the paper "A compactness principle for bounded sequences of martingales with applications" by F. Delbaen and W. Schachermayer. The goal is to go through that paper in detail and understand and present its results, in the form of a reading group with a presentation each week. One highlight is an application which gives a proof of the optional decomposition theorem in full generality, for general (not locally bounded) semimartingales.				
Literatur	F. Delbaen and W. Schachermayer (1999), A compactness principle for bounded sequences of martingales with applications, in: R. C. Dalang, M. Dozzi and F. Russo (eds.), Seminar on Stochastic Analysis, Random Fields and Applications, Progress in Probability 45, Birkhäuser, pp. 137-173				
Voraussetzungen / Besonderes	Participating students are expected to have good foundations in stochastic calculus and mathematical finance, at the level of the course "Mathematical Finance" taught at ETHZ in HS 23.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement			gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert

## ► Master Arbeit

siehe [www.oec.uzh.ch/studies/general/theses/oec.html](http://www.oec.uzh.ch/studies/general/theses/oec.html)

**Quantitative Finance Master - Legende für Typ**

Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Quantum Engineering Master

## ► Kernfächer

A minimum of 24 credits must be obtained from core courses during the MSc QE, course selection is subject to the tutor's agreement.

## ►► Engineering Core Courses

These core courses target students with a physics background and all those who need additional engineering foundations.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
227-0159-00L	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	W	6 KP	2V+2U	M. Luisier, A. Emboras
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	The following topics will be addressed: - Introduction to quantum transport modeling - Bandstructure representation and effective mass approximation - Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation - Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation - Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations - Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors - Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor - Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...) - Multi-band transport models				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
227-0207-00L	<b>Nonlinear Systems and Control</b> <i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>	W	6 KP	4G	E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.				
Inhalt	Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.  Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.  During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.  This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.				
Skript	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.				
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
227-0418-00L	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	W	6 KP	4G	H.-A. Loeliger

Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.
	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials.
Skript	Lecture Notes (english)

## ►► Physics Core Courses

*These core courses target students with an engineering background and all those who need additional physics foundations.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b> <i>Offered in the spring semester from FS24.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				
Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>402-0871-00L</b>	<b>Solid State Theory</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY411 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>T. Neupert</b>
Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Experimentalphysik und der theoretischen Physik. Sie bietet eine Einführung in wichtige theoretische Konzepte der Festkörperphysik.				
Lernziel	Ziel der Vorlesung ist die Entwicklung eines theoretischen Rahmens zum Verständnis grundlegender Phänomene der Festkörperphysik. Dazu gehören Symmetrien, Bandstrukturen, Teilchen-Teilchen Wechselwirkung, Landau Fermi-Flüssigkeiten, sowie spezifische Themen wie Transport, Quanten-Hall-Effekt und Magnetismus. Die Übungen unterstützen und illustrieren die Vorlesung durch handwerkliches Lösen spezifischer Probleme. Der Student versteht grundlegende theoretische Konzepte der Festkörperphysik und kann Probleme selbständig lösen. Es werden keine diagrammatischen Techniken verwendet.				
Inhalt	Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Experimentalphysik und der theoretischen Physik. Sie bietet eine Einführung in wichtige theoretische Konzepte der Festkörperphysik. Es werden folgende Themen abgedeckt: Symmetrien und Gruppentheorie, Elektronenstruktur in Kristallen, Isolatoren-Halbleiter-Metalle, Phononen, Wechselwirkungseffekte, (un-)geladene Fermi-Flüssigkeiten, lineare Antworttheorie, kollektive Moden, Abschirmung, Transport in Halbleitern und Metallen, Magnetismus, Mott-Isolatoren, Quanten-Hall-Effekt.				
Skript	in Englisch				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Wahlfächer

*This is a selection of courses particularly suitable for the MSc QE. In agreement with the tutor, students may choose other courses from the ETH course catalogue.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0111-00L</b>	<b>Communication Electronics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>H. Wang</b>
Kurzbeschreibung	Electronics for communications systems, with emphasis on realization. Low noise amplifiers, modulators and demodulators, transmit amplifiers and oscillators are discussed in the context of wireless communications. Wireless receiver, transmitter and frequency synthesizer will be described. Importance of and trade offs among sensitivity, linearity and selectivity are discussed extensively.				
Lernziel	Foundation course for understanding modern electronic circuits for communication applications. We learn how theoretical communications principles are reduced to practice using transistors, switches, inductors, capacitors and resistors. The harsh environment such communication electronics will be exposed to and the resulting requirements on the sensitivity, linearity and selectivity help explain the design trade offs encountered in every circuit block found in a modern transceiver.				

Inhalt Accounting for more than two trillion dollars per year, communications is one of the most important drivers for advanced economies of our time. Wired networks have been a key enabler to the internet age and the proliferation of search engines, social networks and electronic commerce, whereas wireless communications, cellular networks in particular, have liberated people and increased productivity in developed and developing nations alike. Integrated circuits that make such communications devices light weight and affordable have played a key role in the proliferation of communications.

This course introduces our students to the key components that realize the tangible products in electronic form. We begin with an introduction to wireless communications, and describe the harsh environment in which a transceiver has to work reliably. In this context we highlight the importance of sensitivity or low noise, linearity, selectivity, power consumption and cost, that are all vital to a competitive device in such applications.

We shall review bipolar and MOS devices from a designer's perspectives, before discussing basic amplifier structures - common emitter/source, common base/gate configurations, their noise performance and linearity, impedance matching, and many other things one needs to know about a low noise amplifier.

We will discuss modulation, and the mixer that enables its implementation. Noise and linearity form an inseparable part of the discussion of its design, but we also introduce the concept of quadrature demodulator, image rejection, and the effects of mismatch on performance. When mixers are used as a modulator the signals they receive are usually large and the natural linearity of transistors becomes insufficient. The concept of feedback will be introduced and its function as an improver of linearity studied in detail.

Amplifiers in the transmit path are necessary to boost the power level before the signal leaves an integrated circuit to drive an even more powerful amplifier (PA) off chip. Linearized pre-amplifiers will be studied as part of the transmitter.

A crucial part of a mobile transceiver terminal is the generation of local oscillator signals at the desired frequencies that are required for modulation and demodulation. Oscillators will be studied, starting from stability criteria of an electronic system, then leading to criteria for controlled instability or oscillation. Oscillator design will be discussed in detail, including that of crystal controlled oscillators which provide accurate time base.

An introduction to phase-locked loops will be made, illustrating how it links a variable frequency oscillator to a very stable fixed frequency crystal oscillator, and how phase detector, charge pump and programmable dividers all serve to realize an agile frequency synthesizer that is very stable in each frequency synthesized.

Skript Script is available online under <https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/communication-electronics/>

Voraussetzungen / Besonderes The course Analog Integrated Circuits is recommended as preparation for this course.

227-0112-00L	High-Speed Signal Propagation	W	6 KP	2V+2U	C. Bolognesi, T. Popovic
Kurzbeschreibung	Understanding of high-speed signal propagation in microwave cables and integrated circuits and printed circuit boards.				
	As clock frequencies rise in the GHz domain, there is a need grasp signal propagation to maintain good signal integrity in the face of symbol interference and cross-talk.				
Lernziel	The course is of high value to all interested in high-speed analog (RF, microwave) or digital systems.				
	Understanding of high-speed signal propagation in interconnects, microwave cables and integrated transmission lines such as microwave integrated circuits and/or printed circuit boards.				
	As system clock frequencies continuously rise in the GHz domain, a need urgently develops to understand high-speed signal propagation in order to maintain good signal integrity in the face of phenomena such as inter-symbol interference (ISI) and cross-talk.				
	Concepts such as Scattering parameters (or S-parameters) are key to the characterization of networks over wide bandwidths. At high frequencies, all structures effectively become "transmission lines." Unless care is taken, it is highly probable that one ends-up with a bad transmission line that causes the designed system to malfunction.				
	Filters will also be considered because it turns out that some of the problems associated by lossy transmission channels (lines, cables, etc) can be corrected by adequate filtering in a process called "equalization."				
Inhalt	Transmission line equations of the lossless and lossy TEM-transmission line. Introduction of current and voltage waves. Representation of reflections in the time and frequency domain. Application of the Smith chart. Behavior of low-loss transmission lines. Attenuation and impulse distortion due to skin effect. Transmission line equivalent circuits. Group delay and signal dispersion. Coupled transmission lines. Scattering parameters. Butterworth-, Chebychev- and Bessel filter approximations: filter synthesis from low-pass filter prototypes.				
Skript	Skript: Leitungen und Filter (DE) Lecture notes in English Exercise slides and problems in English				
Literatur	David M. Pozar, Microwave Engineering				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

227-0104-00L	Communication and Detection Theory	W	6 KP	4G	A. Lapidoth
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				

Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseband representation of passband signals.</li> <li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li> <li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li> <li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li> <li>- Sampling passband signals.</li> <li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li> <li>- Nyquist Pulses.</li> <li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li> <li>- Hypothesis testing.</li> <li>- The Bhattacharyya Bound.</li> <li>- The multivariate Gaussian distribution</li> <li>- Gaussian stochastic processes.</li> <li>- Detection in white Gaussian noise.</li> </ul>
Skript	n/a
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)

<b>227-0125-00L</b>	<b>Optics and Photonics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	This lecture covers both - the fundamentals of "Optics" such as e.g. "ray optics", "coherence", the "Planck law", the "reciprocity theorem" or the "Einstein relations" but also the fundamentals of "Photonics" on the generation (the laser), processing, transmission and detection of photons.				
Lernziel	A sound base for work in the field of optics and photonics will be conveyed. Key principles of optics will be taught. The lecture passes on the essentials for work with free-space optics, fiber or waveguide optics. In addition important optical devices will be discussed. Among them are e.g. optical filters, couplers (MMI-couplers,...), Holograms,...				
Inhalt	Chapter 1: Ray Optics Chapter 2: Electromagnetic Optics Chapter 3: Polarization Chapter 4: Coherence and Interference Chapter 5: Fourier Optics and Diffraction Chapter 6: Guided Wave Optics Chapter 7: Optical Fibers Chapter 8: The Laser				
Skript	Lecture notes will be handed out.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	

<b>227-0147-00L</b>	<b>VLSI 2: From Netlist to Complete System on Chip</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>F. K. Gürkaynak, L. Benini</b>
Kurzbeschreibung	This second course in our VLSI series is concerned with how to turn digital circuit netlists into safe, testable and manufacturable mask layout, taking into account various parasitic effects. Low-power circuit design is another important topic. Economic aspects and management issues of VLSI projects round off the course.				
Lernziel	Know how to design digital VLSI circuits that are safe, testable, durable, and make economic sense.				
Inhalt	The second course begins with a thorough discussion of various technical aspects at the circuit and layout level before moving on to economic issues of VLSI. Topics include: <ul style="list-style-type: none"> <li>- The difficulties of finding fabrication defects in large VLSI chips.</li> <li>- How to make integrated circuit testable (design for test).</li> <li>- Synchronous clocking disciplines compared, clock skew, clock distribution, input/output timing.</li> <li>- Synchronization and metastability.</li> <li>- CMOS transistor-level circuits of gates, flip-flops and random access memories.</li> <li>- Sinks of energy in CMOS circuits.</li> <li>- Power estimation and low-power design.</li> <li>- Current research in low-energy computing.</li> <li>- Layout parasitics, interconnect delay, static timing analysis.</li> <li>- Switching currents, ground bounce, IR-drop, power distribution.</li> <li>- Floorplanning, chip assembly, packaging.</li> <li>- Layout design at the mask level, physical design verification.</li> <li>- Electromigration, electrostatic discharge, and latch-up.</li> <li>- Models of industrial cooperation in microelectronics.</li> <li>- The caveats of virtual components.</li> <li>- The cost structures of ASIC development and manufacturing.</li> <li>- Market requirements, decision criteria, and case studies.</li> <li>- Yield models.</li> <li>- Avenues to low-volume fabrication.</li> <li>- Marketing considerations and case studies.</li> <li>- Management of VLSI projects.</li> </ul> Exercises are concerned with back-end design (floorplanning, placement, routing, clock and power distribution, layout verification). Industrial CAD tools are being used.				
Skript	H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Gate-Level Circuits to CMOS Fabrication", Lecture Notes Vol.2 , 2015.				
Literatur	All written documents in English. H. Kaeslin: "Top-Down Digital VLSI Design, from Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Elsevier, 2014, ISBN 9780128007303.				



Voraussetzungen / Besonderes	<p><b>Highlight:</b> Students are offered the opportunity to design a circuit of their own which then gets actually fabricated as a microchip! Students who elect to participate in this program register for a term project at the Integrated Systems Laboratory in parallel to attending the VLSI II course.</p> <p><b>Prerequisites:</b> "VLSI I: from Architectures to Very Large Scale Integration Circuits and FPGAs" or equivalent knowledge.</p> <p><b>Further details:</b> <a href="https://vlsi2.ethz.ch">https://vlsi2.ethz.ch</a></p>				
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
	<i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>				
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0427-10L</b>	<b>Model-Based Estimation and Signal Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course develops a selection of topics pivoting around state space models, factor graphs, and pertinent algorithms for estimation, model fitting, and learning.				
Lernziel	The course develops a selection of topics pivoting around state space methods, factor graphs, and pertinent algorithms: - hidden-Markov models - factor graphs and message passing algorithms - linear state space models, Kalman filtering, and recursive least squares - Gibbs sampling, particle filter - recursive local polynomial fitting for signal analysis - parameter learning by expectation maximization - linear-model fitting beyond least squares: sparsity, Lp-fitting and regularization, jumps - binary, M-level, and half-plane constraints in control and communications				
Skript	Lecture notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid mathematical foundations (especially in probability, estimation, and linear algebra) as provided by the course "Introduction to Estimation and Machine Learning".				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.  H. Bölcskei and A. Bandeira				
<b>227-0655-00L</b>	<b>Nonlinear Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Leuthold</b>
Kurzbeschreibung	Nonlinear Optics deals with the interaction of light with matter. I.e. the response of insulators, metals, semiconductors or metamaterials to light and the mathematical framework (classical and quantum mechanical) to describe the phenomena. It is the goal to understand phenomena such as the refractive index, the electro-optic effect, rectification, harmonic generation, FWM, soliton propagation,...				
Lernziel	The important nonlinear optical phenomena are understood and can be classified. The effects can be described mathematical by means of the susceptibility. Participants will be able to desing and invent novel photonic, plasmonic or quantum devices.				
Inhalt	Chapter 1: The Wave Equations in Nonlinear Optics Chapter 2: Nonlinear Effects - An Overview Chapter 3: The Nonlinear Optical Susceptibility - Classical and Quantummechanical Derivations Chapter 4: Second Harmonic Generation Chapter 5: The Electro-Optic Effect and the Electro-Optic Modulator Chapter 6: Acousto-Optic Effect Chapter 7: Nonlinear Effects of Third Order Chapter 8: Nonlinear Effects in Media with Gain				
Literatur	Lecture notes are distributed. For students enrolled in the course, additional information, lecture notes and exercises can be found on moodle ( <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> ).				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Electromagnetic Fields (Maxwell Equations) & Bachelor Lectures on Physics				
<b>227-0663-00L</b>	<b>Nano-Optics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Frimmer, L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Nano-Optics is the study of light-matter interaction at the sub-wavelength scale. It is an flourishing field of fundamental and applied research enabled by the rapid advance of nanotechnology. Nano-optics embraces topics such as plasmonics, optical antennas, optical trapping and manipulation, and high/super-resolution imaging and spectroscopy.				
Lernziel	Understanding concepts of light localization and light-matter interactions on the sub-wavelength scale.				
Inhalt	We start with the angular spectrum representation of fields to understand the classical resolution limit. We continue with the theory of strongly focused light, the point spread function, and resolution criteria of conventional microscopy, before turning to super-resolution techniques, based on near- and far-fields. We introduce the local density of states and approaches to control spontaneous emission rates in inhomogeneous environments, including optical antennas. Finally, we touch upon optical forces and their applications in optical tweezers.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Electromagnetic fields and waves (or equivalent) - Physics I+II				
<b>227-0669-00L</b>	<b>Chemistry of Devices and Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+2U</b>	<b>M. Yarema</b>
Kurzbeschreibung	The course covers basics of chemistry and material science, relevant for modern devices and technologies. The course consists of interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory sessions) and individual component. For the latter, students accomplish individual projects to study, evaluate, and present a chosen technology from a viewpoint of chemistry and materials science.				
Lernziel	The course brings relevant chemistry knowledge, tailored to the needs of electrical engineering students. Students will gain understanding of the basic concepts of chemistry and materials science, acquire technology-related practical and analytic skills through the small group activities, laboratory experiments, workshops, and conference sessions as well as guidance through individual projects that require interdisciplinary and critical thinking.				
Inhalt	Students will learn which materials, reactions, and device fabrication processes are important for nowadays technologies and products. They will gain important knowledge of state-of-the-art technologies from materials and fabrication viewpoints. Finally, students will choose selected technologies or devices and study them in details in order to establish and understand the link between the structure, properties, and performance of functional materials. By doing this, students will also improve important soft skills, such as academic text writing, presenting, and active learning.  Students will spend 3h per week in the interactive classroom activities (lectures, workshops, laboratory and conference sessions) and additional 4-6h per week working on individual projects. The goal of the individual student's project is to understand the chemistry related to the manufacture and operation of a specific device or technology and how the structure and properties of materials relate to the performance of devices/technologies (students will be able to choose which technology they want to study). To ensure project-based continued learning throughout the semester, students will receive a matching information during the classroom activities. Individual projects will be evaluated by three interim project reports and by a final presentation.				
Literatur	Lecture notes will be made available on the website.				
<b>151-0966-00L</b>	<b>Quantum Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Introduction to Quantum Mechanics for Engineers"</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides fundamental knowledge in the principles of quantum mechanics and connects it to applications in engineering.				
Lernziel	To work effectively in many areas of modern engineering, such as renewable energy and nanotechnology, students must possess a basic understanding of quantum mechanics. The aim of this course is to provide this knowledge while making connections to applications of relevancy to engineers. After completing this course, students will understand the basic postulates of quantum mechanics and be able to apply mathematical methods for solving various problems including atoms, molecules, and solids. Additional examples from engineering disciplines will also be integrated.				
Inhalt	Fundamentals of Quantum Mechanics - Historical Perspective - Schrödinger Equation - Postulates of Quantum Mechanics - Operators - Harmonic Oscillator - Hydrogen atom - Multielectron Atoms - Crystalline Systems - Spectroscopy - Approximation Methods - Applications in Engineering				
Skript	Class Notes and Handouts				
Literatur	Text: David J. Griffiths and Darrell F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, 3rd Edition, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis III, Mechanics III, Physics I, Linear Algebra II				

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2P</b>	<b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>402-0206-00L</b>	<b>Quantum Mechanics II</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>M. Krstic Marinkovic</b>
	<i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0206-10L Quantum Mechanics II" belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Many-body quantum physics rests on symmetry considerations that lead to two kinds of particles, fermions and bosons. Formal techniques include Hartree-Fock theory and second-quantization techniques, as well as quantum statistics with ensembles. Few- and many-body systems include atoms, molecules, the Fermi sea, elastic chains, radiation and its interaction with matter, and ideal quantum gases.				
Lernziel	Basic command of few- and many-particle physics for fermions and bosons, including second quantisation and quantum statistical techniques. Understanding of elementary many-body systems such as atoms, molecules, the Fermi sea, electromagnetic radiation and its interaction with matter, ideal quantum gases and relativistic theories.				
Inhalt	The description of indistinguishable particles leads us to (exchange-) symmetrized wave functions for fermions and bosons. We discuss simple few-body problems (Helium atoms, hydrogen molecule) and proceed with a systematic description of fermionic many body problems (Hartree-Fock approximation, screening, correlations with applications on atoms and the Fermi sea). The second quantisation formalism allows for the compact description of the Fermi gas, of elastic strings (phonons), and the radiation field (photons). We study the interaction of radiation and matter and the associated phenomena of radiative decay, light scattering, and the Lamb shift. Quantum statistical description of ideal Bose and Fermi gases at finite temperatures concludes the program. If time permits, we will touch upon of relativistic one particle physics, the Klein-Gordon equation for spin-0 bosons and the Dirac equation describing spin-1/2 fermions.				

Literatur	G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, Menlo Park, California, 1969) L.I. Schiff, Quantum Mechanics (Mc-Graw-Hill, New York, 1955) A. Messiah, Quantum Mechanics I & II (North-Holland, Amsterdam, 1976) E. Merzbacher, Quantum Mechanics (John Wiley, New York, 1998) C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics I & II (John Wiley, New York, 1977) P.P. Feynman and A.R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw-Hill, New York, 1965) A.L. Fetter and J.D. Walecka, Theoretical Mechanics of Particles and Continua (Mc Graw-Hill, New York, 1980) J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley, Reading, 1994) J.J. Sakurai, Advanced Quantum mechanics (Addison Wesley) F. Gross, Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (John Wiley, New York, 1993)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of single-particle Quantum Mechanics				
<b>402-0275-00L</b>	<b>Quantum Electronics</b> <i>Studierende im Physik Bachelor Studienreglement 2016 müssen die LE "402-0275-10L Quantum Electronics" belegen.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>R. Grange, R. Chapman</b>
Kurzbeschreibung	Classical and semi-classical introduction to Quantum Electronics. Mandatory for further elective courses in Quantum Electronics. The field of Quantum Electronics describes propagation of light and its interaction with matter. The emphasis is set on linear pulse and beam propagation in dispersive media, optical anisotropic materials, and waveguides and lasers.				
Lernziel	Teach the fundamental building blocks of Quantum Electronics. After taking this course students will be able to describe light propagation in dispersive and nonlinear media, as well as the operation of polarization optics and lasers.				
Inhalt	Propagation of light in dispersive media Light propagation through interfaces Interference and coherence Interferometry Fourier Optics Beam propagation Optical resonators Laser fundamentals Polarization optics Waveguides Nonlinear optics				
Skript	Scripts will be distributed in class (online) via moodle				
Literatur	Reference: Saleh, B.E.A., Teich, M.C.; Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc., newest edition				
Voraussetzungen / Besonderes	Mandatory lecture for physics students				
Kompetenzen	Prerequisites (minimal): vector analysis, differential equations, Fourier transformation				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0318-00L</b>	<b>Semiconductor Materials: Characterization, Processing and Devices</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Schön, W. Wegscheider</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction into the fundamentals of semiconductor materials. The main focus in this semester is on state-of-the-art characterization, semiconductor processing and devices.				
Lernziel	Basic knowledge of semiconductor physics and technology. Application of this knowledge for state-of-the-art semiconductor device processing				

Inhalt	1. Material characterization: structural and chemical methods 1.1 X-ray diffraction methods (Powder diffraction, HRXRD, XRR, RSM) 1.2 Electron microscopy Methods (SEM, EDX, TEM, STEM, EELS) 1.3 SIMS, RBS 2. Material characterization: electronic methods 2.1 van der Pauw technique 2.2 Hall effect 2.3 Cyclotron resonance spectroscopy 2.4. Quantum Hall effect 3. Material characterization: Optical methods 3.1 Absorption methods 3.2 Photoluminescence methods 3.3 FTIR, Raman spectroscopy 4. Semiconductor processing: lithography 4.1 Optical lithography methods 4.2 Electron beam lithography 4.3 FIB lithography 4.4 Scanning probe lithography 4.5 Direct growth methods (CEO, Nanowires) 5. Semiconductor processing: structuring of layers and devices 5.1 Wet etching methods 5.2 Dry etching methods (RIE, ICP, ion milling) 5.3 Physical vapor deposition methods (thermal, e-beam, sputtering) 5.4 Chemical vapor Deposition methods (PECVD, LPCVD, ALD) 5.5 Cleanroom basics & tour 6. Semiconductor devices 6.1 Semiconductor lasers 6.2 LED & detectors 6.3 Solar cells 6.4 Transistors (FET, HBT, HEMT)				
Skript	<a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22032</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The "compulsory performance element" of this lecture is a short presentation of a research paper complementing the lecture topics. Several topics and corresponding papers will be offered on the moodle page of this lecture.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert		
<b>402-0444-00L</b>	<b>Dissipative Quantum Systems</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Imamoglu</b>
Kurzbeschreibung	This course builds up on the material covered in the Quantum Optics course. The emphasis will be on analysis of dissipative quantum systems and quantum optics in condensed-matter systems.				
Lernziel	The course aims to provide the knowledge necessary for pursuing advanced research in the field of Quantum Optics in condensed matter systems. Fundamental concepts and techniques of Quantum Optics will be linked to experimental research in interacting photonic systems.				
Inhalt	Description of open quantum systems using master equation and quantum trajectories. Decoherence and quantum measurements. Dicke superradiance. Dissipative phase transitions. Signatures of electron-exciton and electron-electron interactions in optical response.				
Skript	Lecture notes will be provided				
Literatur	C. Cohen-Tannoudji et al., Atom-Photon-Interactions (recommended) Y. Yamamoto and A. Imamoglu, Mesoscopic Quantum Optics (recommended) A collection of review articles (will be pointed out during the lecture)				
Voraussetzungen / Besonderes	Masters level quantum optics knowledge				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>402-0447-00L</b>	<b>Quantum Science with Superconducting Circuits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Wallraff, J.-C. Besse, C. Hellings</b>
Kurzbeschreibung	Superconducting Circuits provide a versatile experimental platform to explore the most intriguing quantum-physical phenomena and constitute one of the prime contenders to build quantum computers. Students will get a thorough introduction to the underlying physical concepts, the experimental setting, and the state-of-the-art of quantum computing in this emerging research field.				

Lernziel	Based on today's most advanced solid state platform for quantum control, the students will learn how to engineer quantum coherent devices and how to use them to process quantum information. The students will acquire both analytical and numerical methods to model the properties and phenomena observed in these systems. The course is positioned at the intersection between quantum physics and engineering.		
Inhalt	Introduction to Quantum information Processing -- Superconducting Qubits -- Quantum Measurements -- Experimental Setup & Noise Mitigation -- Open Quantum Systems -- Multi-Qubit Systems: Entangling gates & Characterization -- Quantum Error Correction -- Near-term Applications of Quantum Computers		
Voraussetzungen / Besonderes	All students and researchers with a general interest in quantum information science, quantum optics, and quantum engineering are welcome to this course. Basic knowledge of quantum physics is a plus, but not a strict requirement for the successful participation in this course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>402-0455-00L</b>	<b>Quantum Sensing and Metrology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Fadel</b>
Kurzbeschreibung	Quantum Sensing is the process in which we use a quantum system to acquire information about a physical quantity. It is becoming a vital process in science and technology, with applications in the measurement of e.g. gravitational waves, forces, electromagnetic fields, and the state of qubits. The course will treat both theoretical and experimental aspects of this topic.				
Lernziel	The course provides an insight into various concepts, techniques and limitations in quantum sensing and metrology. When the course is over, you will understand and be able to calculate the accuracy/sensitivity of quantum sensing protocols in a variety of settings. You will understand why and when quantum mechanics allows for an advantage over classical protocols and how to engineer your system to achieve high accuracy.				
Inhalt	The course covers a selection of quantum sensing techniques and precision limitations. Topics include: historical overview and motivations, quantum sensing protocols and their sensitivity, method of moments, quantum Fisher information (Cramér–Rao bound and local estimation), standard quantum limit, Heisenberg limit, squeezed/nonclassical states, measurement theory, concrete applications (e.g. gravitational wave detection, magnetometry, force sensing), experimental techniques for state preparation and detection, seminal demonstrations, multi-parameter sensing, open questions.				
Skript	Latex lecture notes will be available.				
Literatur	Literature references are available in the lecture notes.				
Voraussetzungen / Besonderes	Quantum Mechanics I is a prerequisite. The course is complementary to the courses Quantum Information Theory and Quantum Information Processing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert

<b>402-0460-00L</b>	<b>Quantum Error Correction</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course develops the theory of quantum error correction, useful for protecting quantum computation and quantum communication from noise.				
Lernziel	By the end of the course students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. stabilizers, encoders, and decoders) and the tools (e.g. stabilizer formalism and the Gottesman-Knill theorem) of quantum error correction. They are able to adapt and apply these concepts and methods to analytically and numerically solve problems in this area.				
Inhalt	Topics will include exact and approximate classical and quantum error-correcting codes, the stabilizer formalism and stabilizer codes, fault-tolerance, threshold theorems, topological codes, decoding algorithms, and related aspects of quantum many-body physics.				
Skript	Will be distributed in the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is complementary to the course Quantum Information Theory. QIP I could potentially be taken concurrently.				

<b>402-0462-00L</b>	<b>Advanced Topics in Quantum Information Theory</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Solid introduction on advanced topics in quantum information theory, including: quantum thermodynamics, quantum clocks and control, measurement theory, and other topics in quantum foundations.				
	Pre-requisites: Quantum Information Theory or equivalent courses.				
Lernziel	To prepare master students for a PhD or industry career by providing a selection of active research topics in quantum information theory and related areas.				
Inhalt	<p>1. Quantum thermodynamics</p> <p>a) Virtual temperatures b) Passivity and complete passivity c) Equilibration, Jaynes principle, thermal states and baths d) Maxwell's demon and Szilard's engine, Landauer erasure e) Thermodynamics protocols for finite-size systems f) Autonomous thermal machines: master equation, continuous dynamics, steady states g) Autonomous thermal machines: types of engines, working regimes</p> <p>2. Quantum clocks</p> <p>a) Ideal quantum clocks b) Finite Quasi-ideal clocks c) Information theory of clocks</p> <p>3. Other topics in quantum foundations, out of the following:</p> <p>a) Measurement theory b) Quantum marginal problem c) Quantum correlations d) Quantum reference frames e) Quantum causality f) Quantum paradoxes</p>				
Skript	Provided for the majority of contents; hand-written lecturer notes for the rest.				
Literatur	There is no textbook as such appropriate for the course, there will be research papers pointed out during the lectures.				

Voraussetzungen / Besonderes	Quantum Information Theory or equivalent course is necessary. Students should be familiar with density matrices, quantum channels (TPCPMs), Hamiltonian evolution and partial trace. Familiarity with quantum entropy measures helps but is not strictly necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>402-0467-00L</b>	<b>Quantum Science with Rydberg Atoms</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>W. Xu</b>
Kurzbeschreibung	Experimental platforms based on Rydberg atoms is promising for implementing quantum technologies, including quantum nonlinear optics, quantum simulation, quantum computation and sensing. This course covers the basic properties of Rydberg atoms, the state-of-art experimental systems based on Rydberg atoms, and their variety applications for implementing quantum information science.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learn the basic properties of Rydberg atoms and explain the advantages of using Rydberg atoms for quantum science.</li> <li>• Learn several experimental schemes to build the state-of-art quantum hardware based on Rydberg atoms, including free-space approach, Rydberg atoms in an optical cavity, and programmable arrays of Rydberg atoms.</li> <li>• Discuss several near-term applications in quantum information science, including how to use the arrays of Rydberg atoms to simulate quantum many-body systems and to perform quantum logic operations for quantum computation, how to facilitate precise control over individual photons with Rydberg atoms, and so on.</li> </ul>				
Inhalt	This course will focus on quantum science with Rydberg atoms. It aims to cover both theoretical and experimental aspects. Topics which will be covered include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A brief review of quantum technologies</li> <li>• Properties of Rydberg atoms</li> <li>• Quantum nonlinear optics with Rydberg atoms <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Engineering photon-photon interactions with Rydberg polaritons in free space</li> <li>◦ Performing photonic quantum gate operations with Rydberg atoms in optical cavity systems</li> </ul> </li> <li>• Quantum simulation with arrays of Rydberg atoms <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Simulating quantum spin models with arrays of Rydberg atoms (including the study on quantum phase transitions, quantum dynamics, and so on)</li> </ul> </li> <li>• Quantum computation with Rydberg atoms <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Encoding qubits with atoms and performing quantum gate operations with Rydberg atoms</li> <li>◦ Start-of-art schemes for achieving general purpose quantum computation and current limitations</li> <li>◦ Near-term applications in quantum optimizations</li> </ul> </li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course requires a good working knowledge in non-relativistic quantum mechanics. 402-0442-00L Quantum Optics (or equivalent course) must have been visited previously				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
<b>402-0484-00L</b>	<b>Experimental and Theoretical Aspects of Quantum Gases</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. U. Donner</b>
Kurzbeschreibung	Quantum Gases are the most precisely controlled many-body systems in physics. This provides a unique interface between theory and experiment, which allows addressing fundamental concepts and long-standing questions. This course lays the foundation for the understanding of current research in this vibrant field.				
Lernziel	The lecture conveys a basic understanding for the current research on quantum gases. Emphasis will be put on the connection between theory and experimental observation. It will enable students to read and understand publications in this field.				
Inhalt	Part of the course are also presentations by the students on recent literature. Cooling and trapping of neutral atoms  Bose and Fermi gases  Ultracold collisions  The Bose-condensed state  Elementary excitations  Vortices  Superfluidity  Supersolidity  Interference and Correlations  Optical lattices  Many-body cavity QED				
Skript	notes and material accompanying the lecture will be provided				
Literatur	C. J. Pethick and H. Smith, Bose-Einstein condensation in dilute Gases, Cambridge. Proceedings of the Enrico Fermi International School of Physics, Vol. CXL, ed. M. Inguscio, S. Stringari, and C.E. Wieman (IOS Press, Amsterdam, 1999).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>402-0498-00L</b>	<b>Trapped-Ion Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Kienzler</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the physics of trapped ions at the quantum level described as harmonic oscillators coupled to spin systems, for which the 2012 Nobel prize was awarded. Trapped-ion systems have achieved an extraordinary level of control and provide leading technologies for quantum information processing and quantum metrology.				
Lernziel	The objective is to provide a basis for understanding the wide range of research currently being performed with trapped ion systems: fundamental quantum mechanics with spin-spring systems, quantum information processing and quantum metrology. During the course students would expect to gain an understanding of the current frontier of research in these areas, and the challenges which must be overcome to make further advances. This should provide a solid background for tackling recently published research in these fields, including experimental realisations of quantum information processing using trapped ions.				
Inhalt	This course will cover trapped-ion physics. It aims to cover both theoretical and experimental aspects. In all experimental settings the role of decoherence and the quantum-classical transition is of great importance, and this will therefore form one of the key components of the course. The topics of the course were cited in the Nobel prize which was awarded to David Wineland in 2012.				
	Topics which will be covered include:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamental working principles of ion traps and modern trap geometries, quantum description of motion of trapped ions</li> <li>- Electronic structure of atomic ions, manipulation of the electronic state, Rabi- and Ramsey-techniques, principle of an atomic clock</li> <li>- Quantum description of the coupling of electronic and motional degrees of freedom</li> <li>- Laser cooling</li> <li>- Quantum state engineering of coherent, squeezed, cat, grid and entangled states</li> <li>- Trapped ion quantum information processing basics and scaling, current challenges</li> <li>- Quantum metrology with trapped ions: quantum logic spectroscopy, optical clocks, search for physics beyond the standard model using high-precision spectroscopy</li> </ul>				
Literatur	S. Haroche and J-M. Raimond "Exploring the Quantum" (recommended) M. Scully and M.S. Zubairy, Quantum Optics (recommended)				
Voraussetzungen / Besonderes	The preceding attendance of the scheduled lecture Quantum Optics (402-0442-00L) or a comparable course is required.				
<b>402-0533-00L</b>	<b>Quantum Acoustics and Optomechanics</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>Y. Chu</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to the interaction of mechanical motion with electromagnetic fields in the quantum regime. There are parallels between the quantum descriptions of mechanical resonators, electrical circuits, and light, but each system also has its own unique properties. We will explore how interfacing them can be useful for technological applications and fundamental science.				
Lernziel	The course aims to prepare students for performing theoretical and/or experimental research in the fields of quantum acoustics and optomechanics. For example, after this course, students should be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand and explain current research literature in quantum acoustics and optomechanics</li> <li>- predict and simulate the behavior of mechanical quantum systems using tools such as the QuTIP package in Python</li> <li>- apply concepts discussed in the class toward designing devices and experiments</li> </ul>				
Inhalt	The focus of this course will be on the properties of and interactions between mechanical and electromagnetic systems in the context of quantum information and technologies. We will only briefly touch upon precision measurement and sensing with optomechanics since it is the topic of another course (227-0653-00L). Some topics that will be covered are:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical motion and acoustics in solid state materials</li> <li>- Quantum description of motion, electrical circuits, and light.</li> <li>- Different models for quantum interactions: optomechanical, Jaynes-Cummings, etc.</li> <li>- Mechanisms for mechanical coupling to electromagnetic fields: piezoelectricity, electrostriction, radiation pressure, etc.</li> <li>- Coherent interactions vs. dissipative processes: phenomenon and applications in different regimes.</li> <li>- State-of the art electromechanical and optomechanical systems.</li> </ul>				
Skript	Notes will be provided for each lecture.				
Literatur	Parts of books and research papers will be used.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of quantum mechanics is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>402-0596-00L</b>	<b>The Physics of Quantum Dot Qubits</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>T. M. Ihn</b>



Kurzbeschreibung	The lecture discusses the basic physics concepts of quantum dot charge and spin qubits from the experimental viewpoint. Among them are the Coulomb and Spin blockade, qubit manipulation techniques including elements of circuit QED, relaxation and decoherence mechanisms as well as qubit read-out techniques.		
Lernziel	Students are able to understand modern experiments in the field of quantum dot qubits. They can critically reflect published research in this field and explain it to an audience of physicists. Students know and understand the fundamental phenomena related to qubit manipulation as well as decoherence and their significance. They are able to apply their knowledge to practical experiments in a modern research lab.		
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coulomb blockade and Constant Interaction Model, Excited State Spectroscopy</li> <li>2. Rate equation model of state occupation and transport, resonant tunneling and co-tunneling</li> <li>3. States in double quantum dots</li> <li>4. Transport in double quantum dots</li> <li>5. Charge qubit, Charge Noise and Phonon Relaxation</li> <li>6. Spin States, Spin Blockade</li> <li>7. Singlet-Triplet Qubit, Hyperfine Interaction</li> <li>8. Charge detection, T1-time measurement</li> <li>9. Spin-orbit interaction</li> <li>10. AC excitation, Rabi oscillations</li> <li>11. Landau-Zener-Tunneling, Landau-Zener Interference</li> <li>12. Types of T2-times and their measurement</li> <li>13. Qubit-Photon Coupling, Elements of Circuit QED</li> <li>14. Qubit Implementations in Different Materials</li> </ol>		
Skript	Parts of the lecture are based on the book: T. Ihn, Semiconductor Nanostructures: Quantum States and Electronic Transport, ISBN 978-0-19-953442-5, Oxford University Press, 2010.		
Voraussetzungen / Besonderes	A solid basis in quantum mechanics, electrostatics, quantum statistics and in solid state physics is required. Having passed the lecture Semiconductor Nanostructures (fall semester) may be advantageous, but is not required.		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Problemlösung</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>

<b>402-0810-00L</b>	<b>Computational Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Carrasquilla Alvarez</b>
	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY522 direkt an der UZH buchen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to simulation methods for quantum systems. Starting from the one-body problem, a special emphasis is on quantum many-body problems, where we cover both approximate methods (Hartree-Fock, density functional theory) and exact methods (exact diagonalization, matrix product states, and quantum Monte Carlo methods).				
Lernziel	Through lectures and practical programming exercises, after this course: Students are able to describe the difficulties of quantum mechanical simulations. Students are able to explain the strengths and weaknesses of the methods covered. Students are able to select an appropriate method for a given problem. Students are able to implement basic versions of all algorithms discussed.				
Skript	A script for this lecture will be provided.				
Literatur	A list of additional references will be provided in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic knowledge of quantum mechanics, numerical tools (numerical differentiation and integration, linear solvers, eigensolvers, root solvers, optimization), and a programming language (for the teaching assignments, you are free to choose your preferred one).				

### ► Semester-Projekt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1871-00L</b>	<b>Semester Project ■</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>20A</b>	Betreuer/innen
	<i>Registration in myStudies required!</i> <i>Supervisor must be a professor at D-ITET or D-PHYS, see <a href="http://master-qe.ethz.ch/education/semester-project.html">http://master-qe.ethz.ch/education/semester-project.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Die Studienarbeiten leitet die Studierenden zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten an. Mit einer Studienarbeit können die technischen, aber auch die sozialen Fähigkeiten gefördert werden. Die Studienarbeit umfasst einen Aufwand von min 280 Stunden und wird von einem Professor geleitet.				
Lernziel	siehe oben				
Voraussetzungen / Besonderes	Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <a href="https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html">https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html</a>				

### ► Praktikum

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1873-00L</b>	<b>Internship in Industry ■</b>	<b>W</b>	<b>12 KP</b>		externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	The main objective of the (minimum) 12-week (full-time) internship in industry is to expose master's students to the industrial work environment. During this period, students can be involved in on-going projects at the company. Projects in academic institutions are subject to agreement of the programme direction.				
Lernziel	see above				

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-1800-00L</b>	<b>Master's Thesis ■</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>68D</b>	Betreuer/innen
	<i>Admission only if ALL of the following apply:</i> <i>a) bachelor program successfully completed;</i>				

- b) acquired (if applicable) all credits from additional requirements for admission to master program;
- c) successfully completed the semester project.

Note: the conditions above are not applicable to incoming exchange students.

Registration in mystudies required!  
 Supervisor must be a professor at D-ITET or D-PHYS, see <http://master-qe.ethz.ch/education/master-project.html>.

**Kurzbeschreibung** Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Master-Studiengangs. Sie umfasst in einem Bericht die Ergebnisse eines sechsmonatigen Forschungsprojekts. Die Studierenden haben damit belegt, dass sie eine wissenschaftliche Arbeit über ein spezifisches Problem selbstständig ausführen können. Die Arbeit wird von einem Professor des D-ITET oder einem assoziierten Professor geleitet.

**Lernziel** siehe oben

**Voraussetzungen / Besonderes** Supervisor must be a professor at D-ITET or associated, see <https://www.ee.ethz.ch/studies/main-master/projects-and-master-thesis.html>

► **Wissenschaft im Kontext**

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-ITET*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

**Quantum Engineering Master - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Raumbezogene Ingenieurwissenschaften Bachelor

Einschreibung via myStudies bis spätestens 15. Januar für Arbeiten im Frühjahrssemester, bis spätestens 15. August für Arbeiten im Herbstsemester.

## ► Grundlagenfächer

### ►► Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0242-00L</b>	<b>Analysis II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>5V+2U</b>	<b>M. Akveld</b>
Kurzbeschreibung	Mathematische Hilfsmittel des Ingenieurs				
Lernziel	Mathematik als Hilfsmittel zur Lösung von Ingenieurproblemen (wie Analysis I): Verständnis für mathematische Formulierung von technischen und naturwissenschaftlichen Problemen Erarbeitung des mathematischen Grundwissens für einen Ingenieur				
Inhalt	Differentialrechnung für Funktionen mit mehreren Variablen: Gradient, Richtungsableitung, Kettenregel für mehrere Variablen, Taylorentwicklung Mehrfache Integrale: Koordinatentransformationen, Linienintegrale, Integrale über Oberflächen, Satz von Green, Gauss und Stokes, Anwendungen in der Physik.				
Skript	Ein Skript vom Dozent ist in Moodle erhältlich.				
Literatur	- Dürrschnabel, Mathematik für Ingenieure - M. Akveld, R. Sperb. Analysis II. vdf, 2015 - James Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole - Papula, L.: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag - Arens et al., Mathematik.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis I				
<b>401-0612-00L</b>	<b>Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. L. Bühlmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Modellierung von Unsicherheiten im Zusammenhang mit Entscheidungsfindungen im Ingenieurwesen. Die Schwerpunkte liegen im Erstellen wahrscheinlichkeitstheoretischer Modelle, im Testen von Hypothesen und in der Überprüfung der Modelle.				
Lernziel	Das Ziel des Kurses besteht darin, den Studierenden grundlegende Hilfsmittel der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie näherzubringen. Stets bezogen auf den Bereich der Risikobeurteilung und Entscheidungsfindung im Ingenieurwesen liegt der Schwerpunkt in der Anwendung der Hilfsmittel und in der Argumentation, die hinter der Anwendung dieser Disziplinen steht.				
Inhalt	<p>Kompetenzen: In dem Fach "Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung" werden die Kompetenzen Modellierung sowie Datenanalyse &amp; Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft. Des Weiteren wird die Programmierung gelehrt.</p> <p>Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie:</p> <p>Grundlagen der Mengenlehre, Definitionen von Wahrscheinlichkeit, Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie, Wahrscheinlichkeiten von Vereinigungen und Schnittmengen, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Satz von Bayes.</p> <p>Modellierung von Unsicherheiten:</p> <p>Zufallsvariablen, diskrete und kontinuierliche Verteilungen, Momente, Verteilungsparameter, Eigenschaften des Erwartungswertes, multivariate Verteilungen, Funktionen von Zufallsvariablen, der zentrale Grenzwertsatz, typische Verteilungen im Ingenieurwesen.</p> <p>Beschreibende Statistik:</p> <p>Grafische Darstellungen (Histogramme, Streudiagramme, Box-Plots), numerische Kennwerte.</p> <p>Schätzungen und Modellbildung:</p> <p>Auswahl der Verteilungsmodelle, QQ-Plots, Parameterschätzung, Momentenmethode, Maximum-Likelihood-Methode, Vertrauensintervalle, Hypothesentests.</p>				
Literatur	L. Meier, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: Eine Einführung für Verständnis, Intuition und Überblick, Springer, 2020 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>252-0846-00L</b>	<b>Informatik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Fischer, M. Lüthi</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs behandelt Grundlagen für das Programmieren und Arbeiten mit Daten. Informatik II legt die Grundlage für das Verständnis, den Entwurf und die Analyse von Algorithmen und Datenstrukturen.				
Lernziel	Basierend auf Kenntnissen aus der Vorlesung Informatik I ist das primäre Ziel dieses Kurses das konstruktive Wissen über Datenstrukturen und Algorithmen. Nach erfolgreichem Besuch des Kurses beherrschen die Teilnehmer die Mechanismen zum Erstellen eines Programms in Python und zum Arbeiten mit mehrdimensionalen Daten mithilfe von Python-Bibliotheken. Die Studierenden verstehen insbesondere, wie ein algorithmisches Problem mit einem ausreichend effizienten Computerprogramm gelöst werden kann. Sekundäre Bildungsziele sind formales Denken, die Macht der Abstraktion und Modellierungsfähigkeiten. In dem Fach "Informatik II" wird die Kompetenz Modellierung, Programmieren und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				

Inhalt	Einführung von Python: von Java zu Python, erweiterte Konzepte und integrierte Datenstrukturen in Python; Analysieren von Daten, Bearbeiten von Daten mit Numpy und Visualisieren mit Matplotlib; mathematische Werkzeuge zur Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionswachstum, Rekurrenzgleichungen, Rekurrenz bäume); klassische algorithmische Probleme (Suchen, Auswahl und Sortieren), Entwurfparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Divide and Conquer und dynamische Programmierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verknüpfte Listen, Bäume, Heaps, Hash-Tabellen). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird mit Graph-Algorithmen (Traversieren, Topologische Sortierung, Kürzeste Wege, Minimaler Spannbaum, Maximaler Fluss) und geometrischen Algorithmen (Scanline) veranschaulicht. Die im Kurs bereitgestellten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und veranschaulicht.			
	Die in diesem Kurs verwendete Programmiersprache ist Python.			
	Die Übungen werden in Code Expert, einem Online-IDE- und Übungsmanagementsystem, durchgeführt.			
Skript	Die Folien werden auf der Vorlesungswebseite zum Herunterladen bereitgestellt.			
Literatur	Thomas Ottmann, Peter Widmayer, Algorithmen und Datenstrukturen, Springer 2012			
	T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg, 2010			
	Aditya Y. Bhargava, Algorithmen Kapiere, mitp 2019			
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Kurs 252-0845 Informatik I oder äquivalente Programmierkenntnisse. Alle erforderlichen mathematischen Werkzeuge über Schulniveau werden behandelt, einschließlich einer grundlegenden Einführung in die Graphentheorie.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert	
<b>103-0414-10L</b>	<b>Verkehr GZ</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>
	<b>F. Corman, N. Garrick, A. Kouvelas, J. Lordieck</b>			
Kurzbeschreibung	-Einführung in die Grundbegriffe des Verkehrswesens -Bildung des Verständnisses der Wechselwirkung zwischen Flächennutzung und Verkehr -Einführung in die Dynamik der Systeme von den täglichen bis zu den historischen Mustern			
Lernziel	-Einführung in die Grundbegriffe des Verkehrswesens -Bildung des Verständnisses der Wechselwirkung zwischen Flächennutzung und Verkehr -Einführung in die Dynamik der Systeme von den täglichen bis zu den historischen Mustern			
Inhalt	-Erreichbarkeit -Gleichgewichte in Netzen -Grundlegende Verhaltensmodelle -Verkehrsfluss und seine Steuerung -Fahrdynamik Schiene und Strasse -Verkehrsmittel und ihre Angebotsstrukturen -Fahrplan			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>103-0132-00L</b>	<b>Geodätische Messtechnik GZ ■</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G+3P</b>
	<b>A. Wieser, H. Laasch, N. Ryter</b>			
Kurzbeschreibung	Einführung in die wichtigsten Arbeits-, Rechenmethoden und Sensoren der Geodätischen Messtechnik			
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Sensoren, Arbeits- und Rechenmethoden der Geodätischen Messtechnik			
Inhalt	Überblick über die Arbeitsgebiete der Geodätischen Messtechnik Geodätische Instrumente und Sensoren 3D-Koordinatenbestimmung mit GNSS, Tachymeter, Nivellement Rechenmethoden der Geodätischen Messtechnik Beurteilung der Präzision, Einführung in die Varianzfortpflanzung Aufnahme und Absteckung			
Skript	Die Folien der Vorlesungseinheiten werden als PDF zur Verfügung gestellt.			
Literatur	Witte B, Sparla P (2015) Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen. 8. Aufl., Wichmann Verlag - oder neuer			

Voraussetzungen / Besonderes	Das während des Semesters Gelernte wird im Feldkurs durch praktische Anwendung und Diskussion vertieft. Der Feldkurs findet in der ersten Woche nach Vorlesungsende statt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

## ►► Weitere Grundlagenfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0510-10L	<b>Projektarbeit Raumbezogene Ingenieurwissenschaften</b>	O	4 KP	8A	K. Schindler, F. Corman
Kurzbeschreibung	Dieser projekt-basierte Kurs vermittelt den Studierenden erste Einblicke in eine ausgewählte Herausforderung aus dem Bereich der Raumbezogenen Ingenieurwissenschaften. Neben Methoden- und Fachkompetenz, die vom gewählten Projekt abhängen, dient der Kurs vor allem dem Ausbau einer Reihe von überfachlichen Kompetenzen, insbesondere Teamwork, Kritisches Denken und Kommunikation.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Die Studierenden kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und wenden sie an.</li> <li>-Die Studierenden kennen Erfolgsfaktoren für Teamwork, wie Teamrollen, Teamphasen und Reflexion, und wenden diese an.</li> <li>-Die Studierenden kennen die Elemente Kritisches Denkens. Sie identifizieren und reflektieren ihre eigene Position in Diskussionen.</li> <li>-Die Studierenden haben Einblicke in eine ausgewählte Herausforderung aus dem Bereich der Raumbezogenen Ingenieurwissenschaften erworben und können diese Einblicke anderen Studierenden mitteilen.</li> </ul>				
Inhalt	Den Studierenden werden verschiedene Themen zur Auswahl angeboten. Sie wählen eines davon aus und bearbeiten es in Gruppen von ca. 4 Personen. Die Studierenden diskutieren und planen ihre jeweiligen Rollen im Team, ergreifen Initiative und Verantwortung für die Teamresultate, sodass die Projektziele erreicht werden können. Zu Beginn des Semesters erfolgt eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten für alle Studierenden. Die Bearbeitung des Projektes erfolgt zumindest teilweise während Zeiten, die jede Gruppe individuell festlegt. An vorgegebenen Terminen findet ein Austausch mit den Dozierenden und den anderen Gruppen statt. Die Projektresultate werden in einem Bericht und einem Poster dokumentiert und den anderen Studierenden vorgestellt.				
Skript	Es steht kein Skriptum zur Verfügung.				
Literatur	Unterlagen und Literaturempfehlungen werden je nach Themenstellung von den Dozierenden während des Semesters ausgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine besonderen Voraussetzungen.				

## ► Obligatorische Fächer

### ►► Prüfungsblock 1

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

### ►► Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
402-0044-00L	<b>Physik II</b>	O	4 KP	3V+1U	L. P. Gallmann
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Student/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.				
Inhalt	Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen) Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung) Kurze Einführung in die Quantenphysik				
Skript	Die Vorlesung richtet sich nach dem Lehrbuch "Physik" von Paul A. Tipler				
Literatur	Paul A. Tipler and Gene Mosca Physik Springer Spektrum Verlag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
103-0849-00L	<b>Multivariate Statistik und Machine Learning</b>	O	4 KP	3G	K. Schindler
Kurzbeschreibung	Einführung in statistische Modellierung und maschinelles Lernen.				
Lernziel	Ziel ist es, das Prinzip und die die Werkzeuge des maschinellen Lernens kennenzulernen, und sie zur Datenanalyse in praktischen Situationen anwenden zu können.				
Inhalt	Multivariate Verteilungen; Vergleich von Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Regression; Klassifizierung; Modellselektion und cross-validation; Clustering und Dichteschätzung; mixture models; neuronale Netze				
Literatur	C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006 T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer 2017 R. Duda, P. Hart, D. Stork: Pattern Classification, Wiley 2000				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft

### ►► Prüfungsblock 3

*Wird im Herbstsemester angeboten.*

### ► Wahlmodule

### ►► Geodäsie und Satellitennavigation

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>103-0850-00L</b>	<b>Physikalische und kinematische Geodäsie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Aichinger-Rosenberger, S. Behzadpour</b>
Kurzbeschreibung	Die physikalische Geodäsie beschäftigt sich mit der Messung und Modellierung des Schwerefeldes der Erde. Ergänzt wird die physikalische Betrachtung durch Messverfahren zur kinematischen Erfassung der Bewegung von Objekten durch Inertialtechnologie sowie deren Kombination mittels Kalman-Filter.				
Lernziel	Physikalische Geodäsie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherer Umgang mit Koordinaten- und Höhensystemen</li> <li>• Beherrschung der grundlegenden Theorien und Messmethoden zur Bestimmung des Erdschwerefeldes</li> <li>• Verständnis des Konzepts der Kugelflächenfunktionen in der Beschreibung des Schwerefeldes</li> </ul> Kinematische Geodäsie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschen der Winkel-, Längen- und Flächenberechnung auf der Kugel und dem Ellipsoid</li> <li>• Formulieren der Navigationsgleichungen in beschleunigten Bezugssystemen</li> <li>• Grundlegendes Verständnis des Messprinzips der Trägheitsnavigation</li> <li>• Praktische Erfahrungen im Umgang mit Inertialsensoren und deren Integration in eine Filterlösung</li> </ul>				
Skript	Ein Skript zur Vorlesung ist verfügbar unter: <a href="https://polybox.ethz.ch/index.php/s/xeTDAiBA1BGvkdY">https://polybox.ethz.ch/index.php/s/xeTDAiBA1BGvkdY</a>				
Kompetenzen	Das Passwort wird in der ersten Stunde bekannt gegeben.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	

---

### ►► Digitalisierung und 3D-Modellierung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0851-00L</b>	<b>Photogrammetrie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>K. Schindler</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die Grundlagen der Photogrammetrie.				
Lernziel	Ziel ist ein detailliertes Verständnis der Prinzipien, Methoden und Anwendungen der bildbasierten 3D-Vermessung.				
Inhalt	Die Grundlagen der Photogrammetrie und ihre Produkte und Anwendungen: das Prinzip der bildbasierten Vermessung; digitale Luftbildkameras und verwandte Sensoren; projektive Geometrie; mathematische Beschreibung, Kalibrierung und Orientierung von Kameras; photogrammetrische Triangulierung und Flächenrekonstruktion; Orthophoto-Herstellung; Buendelausgleichung; Aufnahmegeometrie und Bildflugplanung; flugzeuggestütztes Laser-Scanning				
Literatur	- Wolfgang Foerstner and Bernhard Wrobel: Photogrammetric Computer Vision, Springer, 2016 - Thomas Luhmann: Nahbereichsphotogrammetrie. Grundlagen, Methoden, Beispiele, Wichmann Verlag, 4. Auflage 2018 - Richard Hartley and Andrew Zisserman: Multiple View Geometry, Cambridge University Press; 2. Auflage 2004				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

---

<b>103-0274-01L</b>	<b>Bildverarbeitung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>K. Schindler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die grundlegenden Konzepte und Methoden der digitalen Bildverarbeitung.				
Lernziel	- Mathematische und statistische Modellierung von Bildern verstehen und erklären - computer-gestützte Bildverarbeitung als Grundlage von Fernerkundung, Photogrammetrie und computer vision verstehen - grundlegende Methoden der digitalen Bild- und Signalverarbeitung kennen und verstehen - wichtige Bildverarbeitungsoperationen und -algorithmen kennen, anwenden und auswählen - Bildverarbeitungsaufgaben mit Hilfe der vorgestellten Werkzeuge lösen -				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Bilder, Signalprozessierung, Abtastung</li> <li>• Geometrische Transformationen</li> <li>• Farbräume</li> <li>• Filterung von Bildern, Bildrestauration und -verbesserung</li> <li>• Morphologische Operationen</li> <li>• Punkt- und Liniendetektion</li> <li>• Ähnlichkeitsmasse und Matching von Bildern</li> <li>• Bildsegmentierung</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert

## ►► GIS und Kartografie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0153-00L</b>	<b>Kartografie II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	Theorie und mathematische Grundlagen zur kartografischen Visualisierung von attribuierten Geo-Objekten für statische und interaktive Karten (mit Übungen).				
Lernziel	Die Veranstaltung vermittelt erste computergrafische, programmiertechnische und mathematische Grundlagen und Konzepte der Kartografie. Die begleitenden Übungen führen in die Benutzung von weiteren Kartografie- und GIS-Programmen sowie Programmibliotheken für Visualisierungsprojekte ein. Sie zeigen zudem, wie mit Webbrowsern, Texteditoren und Skripten effiziente Werkzeuge für die kartografische Datenaufbereitung, -gestaltung und -visualisierung entstehen.				
Inhalt	Kartografischer Workflow, Datentypen, Datenerfassung, Datenquellen und rechtliche Grundlagen Einführung in QGIS, ArcGIS und OCAD für kartografische Anwendungen Datentypen: Analyse- und Visualisierungsprozesse in der Kartografie Colormanagement und Druckvorstufe Webkarten mit HTML, CSS, JavaScript, SVG und Canvas 2D Interaktionen mit Diagrammen und Karten Bibliotheken und APIs für Kartenanwendungen				
Skript	Skript und Beilagen werden während den Lektionen abgegeben.				
Literatur	Literatur wird laufend bekanntgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Kartografie GZ				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
<b>103-0229-00L</b>	<b>Projekt GIS &amp; Kartografie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Kiefer, L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	- Modellierung und Analyse raumzeitlicher und quantitativer Informationen mittels GIS-Tools. - Konzeption und Gestaltung einer thematischen Karte mittels GIS-Funktionen.				
Lernziel	- Anwendung von raumzeitlichen Modellierungs- und Analysemethoden mit GIS. - Kennenlernen der kartografischen Gestaltungsmittel für thematische Karten. - Anwendung der GIS-Funktionalität zur Gestaltung einer thematischen Karte.				
Inhalt	Das Projekt umfasst folgende Themenbereiche und Prozesse: - Strukturierung und Verarbeitung von quantitativen Informationen (statistische Daten, Messwerte, Kennzahlen) zu einem spezifischen Thema innerhalb eines geografischen Raumes. - Raum-zeitliche Modellierung und Analyse der thematischen Daten mit GIS-Methoden. - Konzeption einer visuellen Umsetzung der bereitgestellten Daten mit Ausdrucksmitteln der thematischen Kartografie (Diagramme, Choroplethen). - Bereitstellung und Vorverarbeitung von geeigneten Geodaten für zweckdienliche Basiskarten. - Gestaltung und Beschriftung der thematischen Daten und der Basiskarte zu einer thematischen Karte mit verfügbarer GIS-Funktionalität.				
Skript	Skript und Beilagen werden während den Lektionen abgegeben.				
Literatur	Literatur wird laufend bekanntgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Geoinformationstechnologien und -analysen Kartografie II				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► Raum- und Umweltplanung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0357-00L</b>	<b>Umweltplanung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schwaab, F. E. Walther</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden Instrumente, Methoden und Verfahren der Landschafts- und Umweltplanung erarbeitet. Mittels Exkursionen wird deren praktische Umsetzung veranschaulicht.				
Lernziel	Kenntnis über die verschiedenen Instrumente und Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der Umweltplanung. Kenntnis der vielfältigen Wechselbeziehungen der Instrumente.				
	In dem Fach "Umweltplanung" werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und geprüft.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forstliche Planung</li> <li>- Inventare</li> <li>- Eingriff und Ausgleich</li> <li>- ökologische Vernetzung / Infrastruktur</li> <li>- Agrarpolitik</li> <li>- Landschaftsentwicklungskonzept</li> <li>- Landschaftskonzeptionen</li> <li>- Parke</li> <li>- Landschaftskonzept</li> <li>- Gewässerraum</li> </ul>				
	Hinweis: Mehrere nicht-obligatorische Exkursionen sind Teil der Lehrveranstaltung. Es wird empfohlen, an diesen teilzunehmen um das vertiefte Verständnis der verschiedenen Themenbereiche zu verbessern.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
<b>102-0516-01L</b>	<b>Umweltverträglichkeitsprüfung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Riva</b>
Kurzbeschreibung	Schwerpunkt sind Verfahren, Ablauf und Inhalt der Umweltverträglichkeitsprüfung sowie gesetzliche Grundlagen und Methoden zur Erarbeitung eines UV-Berichtes. Mittels Exkursionen und Fallbeispielen wird ein vertiefter Einblick in die UVP ermöglicht. Am Beispiel eines Projektes werden Methoden zur Wirkungsabschätzung und der Ablauf einer UVP nachvollzogen und kritisch beurteilt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis des Zusammenhangs von Raumplanung und Umweltschutz</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung der zentralen Instrumente und Planungsabläufe zur Abschätzung der Umweltfolgen und -risiken von Vorhaben</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung von quantitativen Methoden zur Abschätzung der Umweltfolgen und -risiken von Vorhaben</li> <li>- Wissen über den Ablauf und Inhalt einer UVP</li> <li>- Fähigkeit zur kritischen Beurteilung von Umweltverträglichkeitsprüfungen</li> </ul>				
Inhalt	In dem Fach "Umweltverträglichkeitsprüfung" werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis und Konzeptentwicklung angewandt und Systemverständnis auch geprüft.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nominaler und funktionaler Umweltschutz in der Schweiz</li> <li>- Instrumente des Umweltschutzes</li> <li>- Abstimmungsbedarf zwischen Umweltschutz und Raumplanung</li> <li>- Umweltschutz und Umweltverträglichkeitsprüfung</li> <li>- gesetzliche Grundlagen der UVP</li> <li>- Verfahrensablauf der UVP</li> <li>- Inhalt der UVP</li> <li>- Inhalt und Aufbau des UVB</li> <li>- Anwendung der Wirkungsanalyse</li> <li>- Monitoring und Controlling</li> <li>- Ausblick bezüglich Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung</li> <li>- Exkursionen zu UVP-pflichtigen Vorhaben</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bundesamt für Umwelt 2009: UVP-Handbuch. Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Umwelt-Vollzug Nr. 0923, Bern. 156 S.</li> <li>- Leitfäden zur UVP (werden in der Vorlesung bekannt gegeben)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Zusatzinformation zum Prüfungsmodus: kein Taschenrechner erlaubt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Verhandlung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>103-0315-04L</b>	<b>Angewandte Planung zur nachhaltigen Siedlungsentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Grêt-Regamey, U. Wissen Hayek</b>
Kurzbeschreibung	Selbstständige Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen und Ausarbeitung von konkreten Projektunterlagen im Zusammenhang mit praxisnahen raum- und umweltrelevanten planerischen Problemstellungen.				
Lernziel	Die Studierenden kennen verschiedene GIS-basierte Analysetechniken und -methoden zur Anwendung in Landschaft und urbanen Räumen und können diese zur Beurteilung der nachhaltigen Bodennutzung im Planungsprozess einsetzen. Die überfachlichen Kompetenzen Projektmanagement und Teamwork werden gefördert.				
Inhalt	Mittels aktueller Problemstellungen aus der Praxis wird an eine anwendungsorientierte Aufgabenstellung der nachhaltigen Siedlungsentwicklung herangeführt. Hierbei werden das systematische Vorgehen und die Wahl geeigneter planerisch-analytischer Methoden an einem konkreten Projekt erlernt und angewandt. Die Analyseresultate dienen der Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Verschiedene Varianten werden mit ausgewählten Indikatoren bewertet und diskutiert. Darüber hinaus werden Übungen zum Projektmanagement und Teamwork durchgeführt.				
Voraussetzungen / Besonderes	GIS-Kenntnisse sind Voraussetzung.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

## ►► Verkehrssysteme

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0414-00L</b>	<b>Verkehrsplanung (Verkehr I)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Meyer de Freitas, L. Ballo, A. Erath Rusterholtz</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung stellt die wesentlichen Konzepte der Verkehrsplanung vor und erläutert in Theorie und Praxis deren wesentliche Ansätze und Verfahren.				
Lernziel	Die Vorlesung gibt den Studenten die grundlegenden Werkzeuge und Theorien der Verkehrsplanung an die Hand.				
Inhalt	Grundlegende Zusammenhänge zwischen Verkehr, Raum und Wirtschaftsentwicklung; Grundbegriffe; Messung und Beobachtung des Verkehrsverhaltens; die Methoden des Vier-Stufen-Ansatzes; Kosten-Nutzen-Analyse.				
Literatur	Ortuzar, J. de D. and L. Willumsen (2011) Modelling Transport, Wiley, Chichester.				
<b>101-0416-10L</b>	<b>Road Transport Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Kouvelas</b>
Kurzbeschreibung	The course covers road transportation technologies, network design, traffic flow theory, operations of private and public transport, management and control of intelligent transportation systems.				
Lernziel	This course gives the students an overview of topics involved in road transport systems and provides the background for Masters degree study.				
Skript	The lecture notes and additional handouts will be provided during the lectures.				
<b>103-0230-00L</b>	<b>Projektübung Verkehr</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Corman, D. Heimgartner, A. Kouvelas</b>
Kurzbeschreibung	Ziel ist es, die Inhalte der Wahlblockvorlesungen durch eine Reihe gemeinsamer Übungen zu integrieren, die es den Studierenden ermöglichen, zu verstehen, wie die Teile bei der Gestaltung von Transportsystemen zusammenkommen. Die Übung basiert auf einer Schweizer Stadt. Die Übungen beinhalten Arbeiten vor Ort.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diese gemeinsame Übung an Hand einer Schweizer Ortschaft dient der Vertiefung des Verständnisses der Wechselwirkungen zwischen allen Teilen des Verkehrssystems</li> <li>- Die Studenten haben Gelegenheit durch die Gruppenarbeit ihre Fähigkeiten in der Zusammenarbeit zu üben</li> <li>- Den entwerferischen Aufgaben wird in allen Teilen besondere Aufmerksamkeit geschenkt (Netzentwurf, Liniennetzentwurf, Knoten und Strassenentwurf, Massnahmen des Nachfragemanagements)</li> </ul>				
Inhalt	Drei verknüpfte Übungen aus der Verkehrsplanung, Verkehrstechnik, und dem Öffentlichen Verkehr <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkehrserhebungen</li> <li>- Strassenraumentwurf</li> <li>- Netzentwurf</li> <li>- Nachfrageberechnung</li> <li>- Fahrplanentwurf</li> <li>- Leistungsfähigkeitsberechnungen für die Strecken und Knoten</li> <li>- Bewertung</li> </ul>				

## ►► Netzinfrastrukturen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0214-02L</b>	<b>Siedlungswasserwirtschaft GZ</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Morgenroth, M. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigung, Behandlung von Klärschlamm)				
Lernziel	Die Vorlesung vermittelt eine Einführung und einen Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigung, Behandlung von Klärschlamm) und und Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den entsprechenden technischen und natürlichen Systemen. Es werden einfache Modelle für Berechnungen und die Dimensionierung vorgestellt.				
Inhalt	Die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation werden gelehrt, angewandt und geprüft. Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft als Ganzes Einführung in die Systemanalyse Charakterisierung und Beurteilung von Wasser Wasserbedarf und Abwasseranfall, Schmutzstoffanfall Wasserbeschaffung, Wasseraufbereitung, Wasserversorgung Siedlungsentwässerung, Regenwasserbehandlung Abwasserreinigung, Nährstoffelimination, Behandlung von Klärschlamm Planung in der Siedlungswasserwirtschaft				
Skript	Gujer, W.: Siedlungswasserwirtschaft, 3. Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg 2007 Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Vorlesung ist Voraussetzung für die Vertiefungsvorlesungen in der Siedlungswasserwirtschaft.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert		

**101-0428-00L**    **Entwurf und Bau von Verkehrsanlagen**    **W**    **6 KP**    **4G**    **H.-R. Müller**

Kurzbeschreibung	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs. Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau und Oberbau; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse (Erdbau) und Oberbau inkl. Entwässerungssystem, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise		
Lernziel	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs Quantifizierung von Baurisiken und Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung Trasse, Steilböschungen, Oberbau und Entwässerungsanlagen		
Inhalt	Entwurfsgrundlagen und -modelle, Linienführung, Querschnitt, Knoten, Strassenausrüstung und Projektbearbeitung.  Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau, Baugrunduntersuchungen, Festlegung von Nachweiskonzepten der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse und Böschungen, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise; Dimensionierung und Konstruktion von Oberbau, Gräben, Rohrleitungen der Entwässerungsanlagen, Spriessung;		
Skript	HR. Müller: Entwurf von Strassen, IVT-ETHZ, Januar 2020		
Kompetenzen	HR. Müller: Bau und Erhaltung von Verkehrsanlagen, IVT-ETHZ, Januar 2021		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft

► **Wahlfächer**

►► **Wahlfächer ETH Zürich**

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETH Zürich*

►► **Empfohlene Wahlfächer des Studiengangs**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0241-00L</b>	<b>Kartografie-Labor</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>13S</b>	<b>L. Hurni</b>
Kurzbeschreibung	Selbständige Semesterarbeit in Kartografie.				
Lernziel	Selbständige Ausführung einer Semesterarbeit in Kartografie.				
Inhalt	Themenwahl nach Vereinbarung.				
Skript	Merkblatt wird von den Übungsbetreuern abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Kartografie Grundzüge und Kartografie II				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

► **Wissenschaft im Kontext**

►► **Wissenschaft im Kontext**

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BAUG*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

►► **Sprachkurse**

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

► **Bachelor-Arbeit**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0006-10L</b>	<b>Bachelor-Arbeit ■</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>21D</b>	<b>Dozent/innen</b>
	<i>Einschreibung via myStudies bis spätestens 15. Januar für Arbeiten im Frühjahrssemester, bis spätestens 15. August für Arbeiten im Herbstsemester.</i>				

Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit bildet den Abschluss des Bachelor-Studiums. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeit der Studierenden, selbständig und strukturiert zu arbeiten, fördern.
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes wissenschaftliches Arbeiten und Anwendung ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden fördern.
Inhalt	Die Inhalte bauen auf den Grundlagen des Bachelor-Studiums auf. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Aufgaben zur Auswahl angeboten. Die Arbeit umfasst einem schriftlichen Bericht und eine mündliche Präsentation.

#### Raumbezogene Ingenieurwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Z	Zusatzangebot zum VLV	O	Obligatorisch

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Raumentwicklung und Infrastruktursysteme Master

## ► Master-Studium (Studienreglement 2021)

### ►► Pflichtfächer

*Die Pflichtfächer werden im Herbstsemester angeboten.*

### ►► Vertiefungsfächer

### ►►► Vertiefung in Raum- und Landschaftsentwicklung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				
<b>103-0458-00L</b>	<b>Haushälterische Bodennutzung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Nebel</b>
	<i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung widmet sich den aktuellen Herausforderungen für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden. Dabei werden Instrumente und Verfahren zur Umsetzung einer qualitätsvollen Siedlungsentwicklung nach innen aufgezeigt. Die Betrachtung erfolgt dabei differenziert nach den verschiedenen Planungsebenen. Diverse externe Gastreferate aus Forschung und Praxis ergänzen die Vorlesung.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die Hintergründe, Grundlagen, Ziele und Ansätze einer nach innen gerichteten Siedlungsentwicklung und sind in der Lage, die zentralen Argumente für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden verständlich und nachvollziehbar zusammenzufassen. Ferner können sie, differenziert und massgeschneidert auf die Ausgangslage, inhaltliche und prozessuale Lösungsansätze für die Umsetzung einer hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen aufzeigen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsentwicklung und Siedlungsflächeninanspruchnahme: Fakten, Trends, Ursachen und Folgen</li> <li>- Siedlungsentwicklung nach innen: Grundlagen und strategische Zielsetzungen</li> <li>- Übersichten über Siedlungsflächenreserven</li> <li>- Formelle und informelle Instrumente und Verfahren für eine hochwertige Siedlungsentwicklung nach innen</li> <li>- Siedlungsflächenmanagement: Umsetzung auf kommunaler, kantonaler und nationaler Ebene</li> <li>- ergänzende aktuelle externe Inputs aus Forschung und Praxis</li> </ul>				
Skript	Die Unterlagen zur Vorlesung werden auf Moodle bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft geprüft
<b>103-0318-02L</b>	<b>GIS-Based 3D Landscape Visualization</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Wissen Hayek, A. Grêt-Regamey</b>
	<i>Beschränkte Teilnehmerzahl.</i>				
	<i>Bitte erkundigen Sie sich bei der Dozentin per Email, ob noch Plätze frei sind.</i>				
Kurzbeschreibung	Concepts, methods and techniques for 3D landscape visualization and auralization and their application in landscape and environmental planning. Practical application of a workflow for audiovisual 3D landscape simulation. Reflection of relevant aspects such as the choice of viewpoints, the landscape sections, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape.				
Lernziel	The main goals of this lab are (1) to know digital techniques for audiovisual 3D landscape simulation, (2) to know different examples and application areas for GIS-based audiovisual 3D landscape simulations, (3) to establish software skills in 3D landscape visualization and auralization, and (4) to be able to explain principles of audiovisual 3D landscape simulation, which are important for landscape and environmental planning situations, and to apply these for the evaluation or the planning of 3D landscape visualizations and auralizations.				
Inhalt	The lectures provide an introduction to the area of GIS-based 3D landscape visualization and on visualization principles. Examples of audiovisual 3D landscape simulations generated and applied in different projects are presented. The theoretical principles for 3D landscape visualization and auralization are consolidated in small exercises during the whole course. These exercises are organized in a way, that a workflow for audiovisual 3D landscape simulation can be reproduced. Thereby aspects such as the choice of viewpoints, the sections of a landscape, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape are reflected.				

Skript	Handouts of the slides used in the lectures will be made available for download.				
Voraussetzungen / Besonderes	English  Limited number of participants.				
Kompetenzen	Please send an email to the lecturer to make sure that places are still available.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>103-0428-02L</b>	<b>Urban Design Studio for Planners</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kuitenbrouwer, C. Sinatra</b>
	<i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>				
Kurzbeschreibung	The course Urban Design Studio for Planners is an introduction to urban design through design workshops supported by tutorials and input lectures. What added value can the tools and concepts of urban design give to planning approaches? In this course students will learn how to observe, analyse, and design functional, desirable, equitable, sustainable urban spaces.				
Lernziel	The overall aim of the course is to develop design skills for planners, from design thinking to project creation, in an urban context.				
Inhalt	On completion of the course a student should be able to				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the multidisciplinary nature of urban design and implement it</li> <li>• autonomously conduct analysis and learn from case studies</li> <li>• create proposals in view of a particular objective and develop an urban design project</li> </ul>				
	Planners are responsible for developing urban areas that meet the needs of communities and prepare territories, cities, towns and villages for the challenges of the future. This practice draws from many disciplines: architecture, engineering, economics, sociology, political science, public health, finance and many others. As planning seeks to address numerous elements of city life, it is intrinsically linked to design understanding and design thinking.				
	Urban design is the process of shaping the physical setting for life in cities, towns and villages. It involves the design of buildings, public spaces and landscapes, among others, and establishing the processes that make successful spatial development possible. Urban design is essential in making places that are successful both socially and economically, good to live in, and attractive to visit. It is effective planning in the widest sense, helping to deliver better public services, achieve value for money in new developments, and to make good use of scarce resources				
	The course focuses on both design principles and design methodologies. This is mirrored in the hybrid structure of the course made of both of workshops, tutorials and input lectures applied in a studio setting.				
	The design workshops will focus design methodologies in a step-by-step process, learning through tutorials how to use computer based drawing and mapping tools to develop and illustrate design proposals.				
	The tutorials will provide the setting to learn technical skills and cover following tools:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Drawing Tutorials</li> <li>• Project Storytelling and Graphics</li> </ul>				
	The input lectures will focus on design principles and design processes through presentations. They will introduce necessary key concepts on the design process and cover following theme packages:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Context Analysis</li> <li>• Case Studies</li> <li>• Developing Scenarios</li> <li>• Design Proposal</li> </ul>				
	In a studio setting, students will collaborately follow an iterative and reflective process to build design skills and graphic approaches. Through synthesis of collective learning, they will develop a project-based exchange and application of interdisciplinary ideas and techniques. This work will use a site in Switzerland as a context for exploring the complex interactions between users, program, buildings, public spaces, infrastructure, and environmental systems, and ultimately reach a multilayered outcome - the urban design project. During studio time students will therefore have the opportunity to apply concepts and tools for developing their final urban design project.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen				gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen				geprüft
					gefördert
	Soziale Kompetenzen				gefördert
	Kommunikation				geprüft
	Kooperation und Teamarbeit				geprüft
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Verhandlung				gefördert
	Persönliche Kompetenzen				geprüft
	Kreatives Denken				geprüft
	Kritisches Denken				geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>103-0338-00L</b>	<b>Projektwoche Landschaftsentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>9P</b>	<b>S.-E. Rabe, E. Celio, A. Grêt-Regamey</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden insbesondere die Aspekte Erfassen, Verstehen und Bewerten von landschaftsrelevanten Nutzungen, Ansprüchen und Entwicklungen vermittelt. Es werden für die Landschaftsentwicklung eines realen Projektgebietes Zielvorstellungen entwickelt und entsprechende Massnahmen definiert.				
Lernziel	Die Studentinnen und Studenten können:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Zusammenhänge bezüglich der Ausgestaltung der Landschaft erkennen und verstehen.</li> <li>- die Landschaft als Ganzes und in Einzelelementen erfassen und bewerten.</li> <li>- die Konzepte des Landschaftsansatzes verstehen und anwenden</li> <li>- fundierte Massnahmen erarbeiten und für die Akteure des Projektgebietes angemessen präsentieren.</li> </ul>				

Inhalt	Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus: - theoretischen Inputs interner und externer Referenten - einer Vorexkursion ins Projektgebiet - Gruppenarbeiten - der Projektwoche und der Erarbeitung eines Berichtes				
	Je nach zu bearbeitendem Themenbereich (bspw. Gewässer, Landschaftsästhetik, Naturgefahren, Naturschutz) werden entsprechende Methoden eingesetzt, welche in Gruppen selbständig erarbeitet und dokumentiert werden. Dies gilt sowohl für die Methoden zur Erfassung und Bewertung von Landschaftselementen und –eigenschaften als auch für die Erarbeitung der planerischen Grundlagen und Entwürfe.				
	Fragestellungen und Methoden werden in der Vorbereitung erarbeitet und definiert um in der Projektwoche angewandt zu werden. Auffbauend auf den Bewertungen werden Massnahmen erarbeitet, die auf die eingangs definierte Fragestellung unter Berücksichtigung einer wünschenswerten Entwicklung zugeschnitten sind.				
Skript	Kein Skript. Die Unterlagen, bestehend aus Präsentationsunterlagen der einzelnen vorbereitenden Inputs und zugehörigen Materialien stehen auf der Homepage des Fachbereichs PLUS zum Download bereit.				
Literatur	Download: <a href="http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html">http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html</a> Wird im Rahmen der Lehrveranstaltung genannt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen sind ein Interesse an landschaftsbezogenen Fragestellungen und das Engagement zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Grundwissen zu planerischen Instrumenten (bspw. Umweltplanung) wird vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement		geprüft geprüft geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung		gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert	
<b>103-0326-01L</b>	<b>Standortmanagement</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung betrachtet den Wettbewerb zwischen Standorten auf unterschiedlichen Massstabsebenen. Basis hierzu bildet ein fundiertes Verständnis des Standortwahlverhaltens sowie regionaler Wettbewerbsfähigkeit. Es wird aufgezeigt, wie Städte und Regionen mit einem umfassenden Verständnis von Standortmanagement auf die Herausforderungen eines zunehmenden Standortwettbewerbs reagieren können.				
Lernziel	Auf grundsätzlicher wie auf praktischer Ebene erkennen können, welche Vorgänge und Faktoren die räumliche Entwicklung bestimmen. Regionale Entwicklungsprozesse sowohl im kleinräumigen als auch im internationalen Kontext verstehen lernen. Antworten von privaten und öffentlichen Akteuren auf Herausforderungen an die Entwicklung und das Management von Standorten und Regionen einordnen können. Aktuelle Entwicklungen verstehen und in einem grösseren Kontext einordnen können				
Inhalt	- Standortwettbewerb - Standortwahl von Bevölkerung und Unternehmen - Regionale Wettbewerbsfähigkeit - Raumentwicklungs- und Regionalpolitik - Grundmodell und Handlungsfelder des Standortmanagements - Standort als Marke und Standortmarketing - Projektbeispiele und Gastreferate aus der Praxis				
Skript	Die Kursmaterialien werden online auf der Fachbereichsseite des PLUS bereitgestellt: <a href="http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/bsc/site_management.html">http://iri.ethz.ch/de/education/vorlesungen/bsc/site_management.html</a>				
Literatur	Freiwillige Zusatzliteratur wird jeweils pro Vorlesung zur Verfügung gestellt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt			geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>				

Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				
Lernziel	Students can describe, analyse and explain <ul style="list-style-type: none"> <li>the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>				
Inhalt	*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.				
	Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.				
	Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.				
	Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.				
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.				
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project. Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>103-0330-00L</b>	<b>Landscape Aesthetics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Rodewald</b>
Kurzbeschreibung	Landschaftsästhetik - Theorie und Praxis im Umgang mit der sinnlichen Wahrnehmung von Landschaftsqualitäten. Die Vorlesung umfasst Kurzexkursionen, Theorie- und Praxisvermittlung im Zusammenhang mit ästhetischen Landschaftsqualitäten und deren Entwicklungszielen.				
Lernziel	Kennenlernen der Konzepte der Landschaftsästhetik und Erarbeitung eines Überblicks über die Bedeutung, die Methoden und Anwendungsmöglichkeiten der ästhetischen Landschaftsbewertung und -entwicklung.				
Inhalt	Ästhetische Qualitäten der Landschaften sind schwer zu fassen. Dennoch spielen sie in der Beurteilung von Landschaftsveränderungen eine grosse Rolle. Seit einigen Jahren kommt den wahrnehmungstheoretischen und praktischen Methoden, welche das sinnliche Erfahrungspotenzial von Landschaften verständlich und erfassbar machen, ein wachsendes Interesse zu. Die praktische Auseinandersetzung mit Landschaften und ihren Entwicklungen erfordert ein Kennenlernen der Konzepte "Schönheit" und "ästhetische Wahrnehmung und Bewertung".				
Skript	Rodewald, R., Hangartner M., Bögli, N., Sudau, M., Switalski, M., Grêt-Regamey, A. 2020: Landscape Aesthetics: Theory and Practice of the Sensuous Cognition of Landscape Qualities – Lecture Script				
Literatur	Bourassa, S.C. 1991. The aesthetics of landscape, London Nohl, W. 2015. Landschaftsästhetik heute. Auf dem Wege zu einer Landschaftsästhetik des guten Lebens. Ausgewählte Aufsätze aus vier Jahrzehnten, München Rodewald, R., Gantenbein, K. 2016. Arkadien. Landschaften poetisch gestalten, Zürich Rodewald R., Liechti K. 2016. From Campagna to Arcadia: Changes in the reception of terraced landscapes in art and their practical implications. Annales Series Historia et Sociologia 26(3): 363-374. Wöbse, H. H. 2002. Landschaftsästhetik, Stuttgart				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lektüre von Bourassa The aesthetics of landscape, 1991, wird erwartet.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
<b>103-0570-00L</b>	<b>Urban Planning and Urban Policy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Kaufmann</b>

Kurzbeschreibung	We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations by making use of planning approaches and policy instruments.				
Lernziel	Overall learning goal: Students can describe and explain the problems that arise in dense urban settings and they can analyze and compare how cities plan for and react to these urban problems through planning and policy-making Learning objective 1: Students can explain and infer what kind of problems emerges in cities Learning objective 2: Students discover and analyze different urban policy sectors Learning objective 3: Students can compare and evaluate different types of urban planning and policy-making approaches				
Inhalt	Description of content (max 4000 characters): In this course, we cover the following topics: - Urbanization and urban governance - Urban planning and policy - Densification and urban development - Gentrification - Affordable Housing - Public spaces - Gender-sensitive planning - Transportation - Smart cities - Climate change - Economic development - Platform economies - Security - Migration policies - Urban sustainable development  We approach each topic by a mix of in-class discussions of one mandatory reading, inputs from the lectures, oral presentations of students as well as written reflections by students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				
Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.				
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: •Major aspects of urban development •The Subsurface as the final frontier •Historical approaches to underground space development •Urban sustainability aspects •Modelling and mapping the underground •Policy building and urban planning •Design and architecture -creating a new urban tissue •Constructability of underground spaces •Future cities -resilient cities •Governance and legal challenges •Investment aspects and value capture •Future proofing our infrastructure •Best practice of underground space use •Excursion to underground facility (if possible) •Guest speakers on relevant topics				
Skript	•Presentation slides •Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiraal, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3 •Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos •Material from guest presenters •See also link "learning materials"				
Literatur	various articles and books will be recommended during the course  please see also weblinks "learning materials"				
<b>052-0710-00L</b>	<b>Perspektiven auf Landschaft und Urbane Transformation II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Persyn, L. Fink, C. Schaeben</b>



Kurzbeschreibung	Dies ist das zweite Semester des Kurses Perspektiven auf Landschaft und Urbane Transformation. Wir werden gemeinsam die verschiedenen professionellen Rollen und Berufsbilder kennen lernen, die unsere Umwelt repräsentieren und kollektiv gestalten. Der Kurs wird gemeinsam vom Institute of Landscape and Urban Studies (LUS) organisiert, wobei der NEWROPE-Lehrstuhl die Koordination übernimmt.		
Lernziel	Durch die verschiedenen Perspektiven auf Landschaft und urbane Transformation lernen die Studierenden, die Komplexität der (Stadt-)Landschaft zu verstehen. Die verschiedenen Perspektiven, Lektüren und Schlüsselbegriffe werden den Wortschatz und das theoretische Wissen der Studierenden bereichern und erweitern. Werkzeuge zur Beobachtung und Aktivierung geben den Studierenden die Möglichkeit, Prozesse des städtischen Wandels zu beobachten und an diesen teilzunehmen.  Am Ende des Kurses werden die Studierenden in der Lage sein, eine Vielzahl von Akteuren und professionellen Rollen wahrzunehmen und zu identifizieren und zu erkennen, wie sie sich überschneiden, gegenseitig bedingen und ständig verändern. Die Studierenden üben, komplexe Prozesse textlich und visuell zu veranschaulichen, einschließlich der Verhältnisse der vielen verschiedenen beteiligten Akteure und des Begriffs der Zeit. Die Studierenden lernen, ihre möglichen persönlichen Positionen im Verhältnis zu anderen zu reflektieren und zu formulieren. Die formulierten Lernziele sind auf die Unterrichtsaktivitäten, die Übungen und die abschließende Bewertung abgestimmt.		
Inhalt	Der Kurs trägt den Titel Perspektiven auf Landschaft und Urbane Transformation I+II. Durch die Einführung des Begriffs "Landschaft" unterstreicht der Kurs die Notwendigkeit, die natürliche Umwelt und die Landschaft in den Mittelpunkt des städtischen Denkens zu stellen. Dementsprechend benötigt jeder Architekt ein Grundwissen über die Landschaft und die Natur. Auch die Konzentration auf die "urbane Transformation" anstelle des "urbanen Designs" ist eine bewusste Entscheidung. Sie entspringt der Erkenntnis, dass Materialien, Energie und Raum endlich sind, was uns zwingt, uns zunächst mit dem zu beschäftigen, was bereits vorhanden ist, anstatt noch mehr Neues zu produzieren.  In diesem Kurs werden Architekt:innen als Vermittler:innen komplexer urbaner Transformationsprozesse vorgestellt. Diese Position erfordert sowohl ein Verständnis für die große Vielfalt an Perspektiven und Positionen, die eine Stadt ausmachen, als auch für die verschiedenen beruflichen Rollen, die man einnehmen kann, um diese Vielfalt an - spezifischen und oft widersprüchlichen - Bedürfnissen, Wünschen, Ambitionen und Aktionen zu erkennen und zu nutzen. In jeder Vorlesung wird eine dieser Perspektiven vorgestellt. Die Liste der verschiedenen Perspektiven, die in beiden Semestern vorgestellt werden, ist bewusst unvollständig gehalten, um den Studierenden Raum zu geben, sich andere Perspektiven, Bedürfnisse und Wünsche zu überlegen, die man bei der Arbeit an einem Entwurf oder der (Um-)Gestaltung eines Raumes berücksichtigen könnte.		
Skript	In der ersten Vorlesung wird den Studierenden ein Reader zur Verfügung gestellt. Der Reader für die Lehrveranstaltung Perspektiven auf Landschaft und Urbane Transformation I+II ist eine Art Behälter, der eine Sammlung von verschiedenen Handouts, Broschüren und Materialien enthält. Alles in allem ist er eine "Tasche" und ein persönlicher Organizer, der die Studierenden einlädt, ihn im Laufe des Jahres zu füllen. Er ermöglicht es ihnen, den Inhalt des Kurses individuell zu strukturieren und zu gestalten. Er ist bewusst ergebnisoffen gestaltet und kann individuell erweitert und angepasst werden. Gegen Ende des Semesters erhalten die Studierenden ein Glossar, in dem alle wichtigen Begriffe und Konzepte, die in den verschiedenen Vorlesungen vorgestellt wurden, zusammengefasst sind. Jede Woche erhalten die Studierenden ein kleines Faltblatt, das einen Überblick über die jeweilige Vorlesung sowie eine zusätzliche Lektüre enthält.  Alle Dokumente können über moodle heruntergeladen werden.		
Literatur	Weekly handout of readings. All documents can be downloaded via moodle.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs findet in der Fokushalle, E7, ONA-Gebäude von 18:15h-20:15h statt.  Der Kurs steht unter der formalen Verantwortung von Prof. Freek Persyn und wird gemeinsam von einem Kernteam koordiniert, das aus Freek Persyn, Michiel van Iersel, Lukas Fink und Charlotte Schaeben besteht.  Bei Fragen können Studierende sich wenden an:  Charlotte (schaeben@arch.ethz.ch) für organisatorische, technische und persönliche Fragen  Lukas (fink@arch.ethz.ch) für Fragen zum Reader, den wöchentlichen Übungen und der Abschlussklausur  Michiel (mvaniersel@arch.ethz.ch) für Fragen zu Gästen und Literatur		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>103-0468-00L</b>	<b>Participatory Environmental Modeling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Salliou, B. Black, A. Grêt-Regamey, J. Schuur</b>
Kurzbeschreibung	The lecture engages students in a participatory modelling process of diverse, real-world, environmental problems working alongside a partner organisation. This years case studies come from three organisations: Transiterria in France, Mountain Wilderness in Switzerland and the Wildlife Conservation Society in Cambodia, with details provided below.				

Lernziel	In this course students will learn:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>The process of developing a model to address an environmental problem: from choosing an appropriate technique (Agent-based modelling, Bayesian Networks and System dynamics), to conceptualization and model building.</li> <li>Communication and facilitation skills to foster effective and legitimate collaboration with stakeholders.</li> </ul>		
	Students then apply this knowledge and skills to a real-life case study, creating a model with stakeholders to address an environmental problem.		
Inhalt	This year the case studies will be based around the following themes:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>What are the relevant factors involved in the decision to clear land for Cashew production in villages surrounding the Keo Seima Wildlife Sanctuary, Cambodia? With Emiel de Lange and Henry Travers from WCS Cambodia</li> <li>How does participation and compliance with a Payment for Ecosystem Services scheme for cashew production in Cambodia evolve in a community setting over time? With Emiel de Lange and Henry Travers from WCS Cambodia</li> <li>What are the social factors influencing the approval of alpine solar energy projects in Wallis and Graubünden? With Aaron Heinzmann from Mountain Wilderness</li> <li>What factors influence the perception of landscape wilderness in Switzerland? With Luisa Deubzer from Mountain Wilderness</li> <li>How to assemble diversified and viable farms? With Silvère Dumazel from Transiterria</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert

<b>052-0716-24L</b>	<b>Topology ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>	<b>P. Urech, M. Vollmer</b>
Kurzbeschreibung	The elective course "Topology" in the Spring Semester of 2024 will investigate the hidden river Wolfbach in Hottingen, Zürich. We will embark the participants on a terrain between science and art that we will shape through spatial mapping and imagination, adopting different perceptual perspectives supported by technology, literature and history.				
Lernziel	This elective course gives architecture students the opportunity to further develop their perception of space through a site-specific approach in the field of landscape architecture. The students will learn to use 3D point cloud technology and other spatial sensing technologies in order to analyze complex urban landscape and develop new ways of editing and representing these intertwined spaces.				
Inhalt	This course enhances digital literacy for students at D-ARCH and D-BAUG. It builds on a long standing specialization in the spatial exploration of urban landscapes, and integrates digital methods continuously developed at the Landscape Virtualization and Modeling Lab (LVML).				
	Students will become acquainted to working with point cloud models produced with laser-scanning technology. They will learn to use a Terrestrial Laser Scanner to digitalize the site of investigation and reveal its place-specific character, sensory qualities and potential for change. Collected samples from the field will be assembled for interactive audiovisual use in the Laboratory. Through a series of steps, the students will learn how a laser-scanning survey is conducted, how the raw data is processed, how point cloud models are assembled, what qualities these models can provide to analyze, explore and represent space as an audiovisual experience.				
	This understanding will be gained through digital modeling and audiovisual composition. In particular, we will develop a new, comprehensive sectional model of a topologically interesting site situation. All software required is open source and can also be installed on private laptops, facilitating work from home if necessary.				
Literatur	Literature will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>The course is limited to 20 students (based on available computer stations)</li> <li>Students will work in groups of 2</li> <li>The lectures will be held in English, assistance in English and German</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft geprüft geprüft		

<b>052-0728-24L</b>	<b>4D-Geodesigning Urban Transformation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Wälty, H. Klumpner</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	------------------------------

Kurzbeschreibung	This course tackles critical urban planning issues through advanced technology for analysis and communication. Students actively engage with building and zoning regulations, involving the reconstruction, reformulation, and simulation/virtualization in web-based 4D urban models. Ongoing exchanges through peer review activities in class enrich the learning experience.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyze the past and present, and design, present, and discuss future living spaces in 4D.</li> <li>- Read, understand, deconstruct, and formulate new zoning and building rules (BNOs).</li> <li>- Set up an ArcGIS Urban model, integrate current and new urban rules, and visualize/simulate development scenarios/variations of urban designs.</li> <li>- Encourage cross-disciplinary, project-based learning through teamwork and peer reviews, facilitating the acquisition of transferable skills.</li> </ul>		
Inhalt	<p>This course addresses crucial urban transformation issues at the 10-minute-neighbourhood level. Leveraging technology, communication, and online materials, it combines opportunities for online interaction with traditional place-based teaching methods. It can be offered as an elective with exercises or as an integrated discipline in design classes. The online material also supports self-paced learning.</p> <p>(i) Students actively engage with building and land use regulations by reconstructing them in a 3D model, formulating new 3D regulations based on design and land use criteria, and simulating possible developments in 4D. Collaboration among students from different disciplines, working in teams and sharing knowledge through mutual work and peer reviews, enhances cross-disciplinary learning.</p> <p>(ii) Urban design lecturers benefit from being relieved of the task of teaching software, focusing more on design aspects in their classes.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	A time and workload (in addition to the course) of 70 hours is to be expected.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>103-0571-00L</b>	<b>Urban Sustainable Development</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. D. Wolfe</b>
Kurzbeschreibung	This course explores urban sustainable development from the global to the local. In the context of the United Nations Sustainable Development Goals, we evaluate socio-spatial issues, challenges in defining and achieving sustainability, and explore mega-events like the Olympics and the Men's Football World Cup.				
Lernziel	<p>This course explores the problems and potential of urban sustainable development, thinking through multiple scales from the local to the global. In a rapidly urbanizing world, the pursuit of sustainability – always a vital issue – has gained new relevance to wider publics. At the same time, global policymaking has not kept pace with the complexities of urban-led dynamics, despite the multiple overlapping crises facing cities around the world. This course begins from the United Nations Sustainable Development Goals, unpacking the aspirations and commitments promised therein. It contrasts these principles with lived realities on-the-ground and, in so doing, introduces students to leading theories on urban sustainable development. Through discussions of key texts and research in geography, planning, and urban studies, the course offers new ways to think sustainability through the urban.</p> <p>The course will focus particularly on critical approaches to the notion of sustainability, highlighting the socio-spatial inequalities resultant from purportedly sustainable development initiatives. Focusing on the need to build a just world within planetary boundaries, the course takes into account the overlaps between sustainability and mega-events like the Olympics and the Men's Football World Cup. These watershed events are held up as transformative for host cities, with the potential to move entire nations towards more sustainable futures. The course critically analyzes several cases of "green" mega-events, while students are encouraged to diagnose what went wrong between noble aspirations and deleterious results on the ground.</p> <p>Finally, the course challenges students to ask fundamental questions about building just societies within planetary boundaries. What does sustainability actually mean, particularly in the context of urban development? How does this differ among different political and economic contexts? What are the implications for cities and societies of hosting mega-events, and can anything "mega" actually be sustainable?</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft geprüft

<b>103-0572-00L</b>	<b>Advanced Introduction to Planning Theory</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Da Cruz Paulos</b>
Kurzbeschreibung	Readings on contemporary planning theory provide a framework for discussing, analysing, and critically reflecting on planning and the planner's role. As we examine the role of theory in planning theory, we explore various conceptual frameworks and guiding principles. As a result of these frameworks, future urban and regional planners will be able to analyse, understand, and make informed decisions				

Lernziel	Planning for cities occurs within a complex context, in which many different actors have conflicting interests and differing perspectives. Planning processes are characterised by multiple competencies, interests, and arguments. Considering this vantage point and the situated reality of intricate complexities, one may ask why it might be helpful to theorise planning practice. Throughout the course, we explore the foundations and essentials of planning theory in order to equip future planners and city makers with the conceptual tools necessary to address complex city and spatial problems. Consequently, theory is viewed as both an argumentative and a sense-making device that provides and prepares future urban decision-makers with structured, reflexive, situated, and informed modes of thinking about urban and environmental transformations.
Inhalt	<p>General</p> <p>The course covers both theoretical aspects and practical topics. Theoretical concepts illuminate specific aims and aspects of planning processes while emphasising reflexive and situated decision-making as a vital but challenging task in planning. Throughout the course, lectures and readings are supported by practical examples. We discuss the applicability of scientific concepts and philosophical approaches to contemporary spatial and infrastructure problems. Seminars and workshops provide opportunities to discuss core issues while practicing different forms of discussion, presentation and interaction. These modes of intervention illustrate the multitude of roles in city planning processes. The workshop allows students to deepen their understanding by applying theoretical insights to concrete urban or regional planning examples through collective assignments.</p> <p>Specific</p> <p>The course discusses some of the main lines in contemporary planning theory. It focuses on the relation between knowledge and action, between politics and ethics.</p> <p>After completing the course, you can:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Define and explain the key concepts in contemporary planning theory and relate them to one another.</li> <li>•Identify actors and various interests and arguments in planning processes.</li> <li>•Analyse planning and policy processes critically and theoretically.</li> <li>•Identify, compare and evaluate the different roles of actors in the process.</li> <li>•Describe and reflexively analyse the planner's role and responsibility.</li> <li>•Suggest suitable planning methods in various settings.</li> <li>•Write a scientific article where a planning or policy process is analysed.</li> </ul>

### ►►► Vertiefung in Verkehrssysteme und -verhalten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0488-01L</b>	<b>Fuss- und Veloverkehr</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Walter, E. Bosina, M. Meeder</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Fussverkehrsplanung sowie der Planung von Anlagen des Radverkehrs, Transporttechnische Eigenschaften des Menschen, Entwurf von Fuss- und Radverkehrsnetzen, Anlagen des Fuss- und Radverkehrs, Mikrosimulation des Fussverkehrs, Beurteilung von Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität				
Lernziel	Erwerb von Grundkenntnissen im Bereich der Fuss- und Radverkehrsplanung, Kenntnis und Verständnis der transporttechnischen Eigenschaften des Menschen und der daraus folgenden Konsequenzen für den Entwurf und die Planung entsprechender Verkehrsanlagen, Fähigkeit zur Beurteilung der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit, Grundkenntnisse über die Mikrosimulation von Fussverkehrsströmen als zeitgemässes Planungs- und Analyseinstrument				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung Fuss- und Veloverkehr</li> <li>2) Eigenschaften: Rad / Radfahrende / Zielgruppen</li> <li>3) Aufbau von Veloverkehrsnetzen</li> <li>4) Übung: Planung eines Radverkehrsnetzes.</li> <li>5) Anlagenentwurf Veloverkehr</li> <li>6) Veloparkierung</li> <li>7) Eigenschaften von zu Fuss Gehenden, Geschwindigkeit</li> <li>8) Fussverkehr: Leistungsfähigkeit und Qualität</li> <li>9) Fussverkehr Anlagengestaltung</li> <li>10) Fussverkehrsanlagen des öffentlichen Verkehrs</li> <li>11) Fussverkehr: Hindernisfreie Verkehrsräume</li> <li>12) Zählungen Fuss- und Veloverkehr</li> <li>13) Simulation des Fussverkehrs</li> <li>14) Technologie der Mikrosimulation des Fussverkehrs</li> <li>15) Übung: Dimensionierung von Fussverkehrsanlagen</li> <li>16) Shared Space</li> <li>17) Förderung des Fuss- und Veloverkehrs</li> <li>18) Exkursionen zu Themen des Fuss- und Veloverkehrs</li> </ol>				
Skript	Ausgewählte Materialien werden über die Moodle-Plattform in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Auf weiterführende Literatur wird jeweils in den Vorlesungen hingewiesen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird unterstützt durch 2 Übungen sowie 2 Exkursionen zu den Themen Fuss- und Radverkehr.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>101-0481-00L</b>	<b>Readings in Transport Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Meyer de Freitas</b>
Kurzbeschreibung	This course will explore the issues and constraints of transport policy through the joint readings of a set of relevant papers.				
Lernziel	The class will meet every three weeks to discuss the texts. Familiarize the students with issues of transport policy making and the conflicts arising. Train the ability to read critically and to summarize his/her understanding for him/herself and others through a review paper, paper abstracts and a paper review.				
<b>101-0459-00L</b>	<b>Logistics and Freight Transportation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Corman, M. De Almeida Costa</b>
Kurzbeschreibung	Grundsätze der Logistik und des Güterverkehrs; Angebote, Infrastruktur und Produktionsprozesse der verschiedenen Verkehrssysteme; regulatorische Rahmenbedingungen				
Lernziel	Erkennen und Verstehen der Zusammenhänge zwischen Logistikanforderungen, Markt, Angeboten, Betriebsprozessen, Infrastrukturen, Transportmitteln und Regulierung im Güterverkehr aller Transportsysteme (Strasse, Bahn, Kombiverkehr, Wasser und Luft).				
Inhalt	Logistikgrundsätze und -konzepte, Akteure der Logistik und des Güterverkehrs, Nachfrage (1), Lagerverwaltungssysteme, innerbetriebliche Logistik, Lagerung, Transportsicherung, Gefahrgut (2), Grundsätze der Angebotskonzepte, Produktionssysteme und Infrastruktur für Strasse, Schiene, Kombinierten Verkehr, Hochsee- und Binnenschifffahrt und Luftverkehr, urbane Logistik (3), Güterverkehrspolitik, Regulierung, Raumplanung, Standortfragen und Netzgestaltung mit Optimierungsverfahren (4)				
Skript	Die Kursprache ist Englisch. Folien in englischer Sprache werden abgegeben, sowie Verweise auf Bücher und Referenzmaterial.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>227-0524-00L</b>	<b>Eisenbahn-Systemtechnik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Meyer</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Traktionsantriebe: - elektrische Antriebssysteme und ihre Komponenten - thermische Antriebssysteme - Fahrzeuge mit Batteriespeichern Systemintegration: - Zugbeeinflussung - Energieverbrauch - Elektrische Systemkompatibilität				
Lernziel	- Kenntnisse über den Aufbau und die Eigenschaften von Traktions-Antriebssystemen - Überblick über systemweite Aufgaben (elektrische Systemintegration, Zugsicherungen, Energieverbrauch) - Einblick in die Aktivitäten der Schienenfahrzeug-Industrie und der Bahnen in der Schweiz - Begeisterung des Ingenieurwachstums für die berufliche Tätigkeit bei Eisenbahn-Fahrzeugherstellern, Bahninfrastrukturen und Eisenbahn-Verkehrsgesellschaften				

Inhalt	EST II (Frühjahrssemester) - Vertiefung Antriebssysteme, Systemfragen				
	1 Traktionsausrüstung: 1.1 Systemkonzepte für Traktionsantriebe 1.2 Haupttransformator 1.3 Fahrmotoren 1.4 Stromrichter 1.5 Hochspannungskreise und Erdung 1.6 Thermische Auslegung 1.7 Diesel-Antriebssysteme 1.8 Batteriespeicher  2 Systemintegration 2.1 Zugbeeinflussung 2.2 Energieverbrauch 2.3 Aufbau der Bahnstromversorgung 2.4 Elektrische Systemkompatibilität  Geplante Exkursionen: - Engineering und Leistungslabor, ABB Turgi - Sicherungsanlagen, Siemens Wallisellen - 2-tägige Schlussexkursion (Besichtigungen und Führerstandsfahrten, ausschliesslich für regelmässige Vorlesungsteilnehmer)				
Skript	Abgabe der Unterlagen (gegen eine Schutzgebühr) zu Beginn des Semesters. Rechtzeitig eingeschriebene Teilnehmer (bis 8 Tage vor Vorlesungsbeginn) können die Unterlagen auf Wunsch und gegen eine Zusatzgebühr auch in Farbe beziehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozent: Dr. Markus Meyer, Emkamatik GmbH  Voraussichtlich Gastvortrag über ETCS von einem SBB-Referenten.  EST I (Herbstsemester) ist als Voraussetzung empfohlen, aber nicht notwendig. EST II (Frühjahrssemester) kann bei Interesse an Antriebssystemen auch als separate Vorlesung besucht werden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				
Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefordert gefordert geprüft gefordert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefordert gefordert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefordert gefordert geprüft gefordert gefordert		
<b>101-0428-00L</b>	<b>Entwurf und Bau von Verkehrsanlagen</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs. Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau und Oberbau; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse (Erdbau) und Oberbau inkl. Entwässerungssystem, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise				
Lernziel	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs Quantifizierung von Baurisiken und Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung Trasse, Steilböschungen, Oberbau und Entwässerungsanlagen				
Inhalt	Entwurfgrundlagen und -modelle, Linienführung, Querschnitt, Knoten, Strassenausrüstung und Projektbearbeitung.  Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau, Baugrunduntersuchungen, Festlegung von Nachweiskonzepten der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse und Böschungen, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise; Dimensionierung und Konstruktion von Oberbau, Gräben, Rohrleitungen der Entwässerungsanlagen, Spriessung;				
Skript	HR. Müller: Entwurf von Strassen, IVT-ETHZ, Januar 2020  HR. Müller: Bau und Erhaltung von Verkehrsanlagen, IVT-ETHZ, Januar 2021				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>101-0408-00L</b>	<b>Praktikum Siedlung und Verkehr</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b>	<b>B. Vitins</b>
Kurzbeschreibung	Dieses Praktikum wendet die Methoden der Verkehrsplanung basierend auf Raumstrukturen beispielhaft an. Die Studierenden erarbeiten anhand realen Daten einer Fallstudie die vier Schritte der Verkehrsnachfrageberechnung und erstellen Verbesserungsszenarien für Verkehrsinfrastruktur und Raumplanung.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgehen zur Analyse und Lösung verkehrsplanerischer Fragestellungen</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Raum- und Verkehrsplanung</li> <li>- Erstellung von Modellen zur Lösung planerischer Aufgaben</li> <li>- Plausibilisierung und Kalibrierung der Modelle</li> <li>- Ausarbeitung von Lösungen, Vorschlag von Massnahmen</li> <li>- Beurteilung der Massnahmen und deren Auswirkungen</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
Kreatives Denken		gefördert			
Kritisches Denken		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
<b>151-0228-00L</b>	<b>Management &amp; Sustainability of Air Transport</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Wild</b>
Kurzbeschreibung	Providing an overview in management, planning, processes and operations in air transport, the lecture shall enable students to operate and lead a unit within that industry. In addition, the modules provide a good understanding for other transport modes and are a sort of "Mini MBA" (topics see below). Ideally, students complete first "Basics of Air Transport" yet there is no requirement for it.				
Lernziel	After completion of the course, they shall be familiar with tasks, processes and interactions and have the ability to understand implications of developments in the airlines industry and its environment. This shall enable them to work within the air transport industry.				
Inhalt	Overall concept: This lecture builds on the content of lecture "Basics of Air Transport" (151-0227-00L) and provides deeper insights into the airline industry and management practises. The lecture is taught by several different experts from Lufthansa, SWISS, and Federal Office of Civil Aviation.				
	Weekly: 1h independent preparation; 2h lectures and 1 h exercises with an expert in the respective field				
	Content: Strategy, Alliances & Joint Ventures, Negotiations with Stakeholder, Environmental Protection, Safety & Risk Management, Airline Economics, Network Management, Revenue Management & Pricing, Sales & Distribution, Airline Marketing, Scheduling & Slot Management, Fleet Management & Leasing, Continuing Airworthiness Management, Supply Chain Management, Operational Steering.				
	Excursion: Depending on COVID 19, we plan an excursion to the freight terminals at Zurich Airport and visits at SWISS Dispatch, Network Operations Control and Dispo.				
Skript	No official lecture notes. Lecturers' slides will be made available				
Literatur	Literature will be provided by the lecturers respective there will be additional Information upon registration				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
Verhandlung		geprüft			
Anpassung und Flexibilität		gefördert			
Kreatives Denken		gefördert			
Kritisches Denken		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				

## ▶▶▶ Vertiefung in Netzinfrastrukturen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey, C. Richmond</b>
Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to				
	1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and				
	2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.				
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems				
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks				
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.				
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
<b>102-0248-00L</b>	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. P. Leitão Correia , M. Maurer, A. Scheidegger</b>
Kurzbeschreibung	<i>Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II.</i> An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.				
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: - Know the key principles of infrastructure management - Know the basics of performance and risk assessment - Can perform basic engineering economic analysis - Know how to quantify the future rehabilitation needs				
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita.  Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.  This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries.				
Skript	A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>103-0570-00L</b>	<b>Urban Planning and Urban Policy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations by making use of planning approaches and policy instruments.				
Lernziel	Overall learning goal: Students can describe and explain the problems that arise in dense urban settings and they can analyze and compare how cities plan for and react to these urban problems through planning and policy-making Learning objective 1: Students can explain and infer what kind of problems emerges in cities Learning objective 2: Students discover and analyze different urban policy sectors Learning objective 3: Students can compare and evaluate different types of urban planning and policy-making approaches				



Inhalt	Description of content (max 4000 characters): In this course, we cover the following topics: - Urbanization and urban governance - Urban planning and policy - Densification and urban development - Gentrification - Affordable Housing - Public spaces - Gender-sensitive planning - Transportation - Smart cities - Climate change - Economic development - Platform economies - Security - Migration policies - Urban sustainable development		
	We approach each topic by a mix of in-class discussions of one mandatory reading, inputs from the lectures, oral presentations of students as well as written reflections by students.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				
Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.				
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: •Major aspects of urban development •The Subsurface as the final frontier •Historical approaches to underground space development •Urban sustainability aspects •Modelling and mapping the underground •Policy building and urban planning •Design and architecture -creating a new urban tissue •Constructability of underground spaces •Future cities -resilient cities •Governance and legal challenges •Investment aspects and value capture •Future proofing our infrastructure •Best practice of underground space use •Excursion to underground facility (if possible) •Guest speakers on relevant topics				
Skript	•Presentation slides •Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiraal, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3 •Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos •Material from guest presenters •See also link "learning materials"				
Literatur	various articles and books will be recommended during the course  please see also weblinks "learning materials"				

<b>101-0419-01L</b>	<b>Bahninfrastrukturen 1</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. A. Weidmann, P. Güldenapfel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bahninfrastrukturen, Interoperabilität und Regelwerke, Infrastrukturplanung, Lageplanung, Anlagenentwurf, Trassierung, Gestaltung und Projektierung von Bahnhofanlagen				
Lernziel	Verstehen der Grundlagen von Bahninfrastrukturen, des Netz- und Anlagenentwurfs sowie der Trassierung. Grundlage für Bahninfrastrukturen 2.				
Inhalt	(1) Grundlagen: Infrastrukturen des öffentlichen Verkehrs; Interaktion Fahrweg-Fahrzeug; Personen und Güter als Benützer der Infrastruktur; Netzbetrieb und -finanzierung; Normen und Regelwerke. (2) Infrastrukturplanung: Planungsprozesse und Planungsstufen; staatliche und unternehmerische Planungsprozesse; Linienführungsentwurf. (3) Anlagenentwurf: Entwurf von Personenbahnhöfen, Güterverkehrsanlagen, Betriebsanlagen. (4) Anlagenprojektierung: Horizontale und vertikale Trassierung, Weichen, Lichtraumprofil; Gestaltung und Bemessung der Fussgängeranlagen von Bahnhöfen.				
Skript	Lehrbuch: Ulrich Weidmann: Bahninfrastrukturen - Planen, Entwerfen, Realisieren, Erhalten. vdf Hochschulverlag 2020. Deutsch. Vorlesungsfolien und eine Zoom-Aufzeichnung werden zur Verfügung gestellt.				

Literatur	Weiterführende Literaturhinweise finden sich im Lehrbuch.		
Voraussetzungen / Besonderes	Keine Bemerkungen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Projektmanagement	gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Kundenorientierung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	

### ►►► Vertiefungsfächer für alle Vertiefungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0488-00L</b>	<b>Master's Project in Spatial Development and Infrastructure Systems ■</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>18A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar erhalten die Studierenden die Gelegenheit, ein Thema Ihrer Wahl vertiefend als Seminararbeit zu bearbeiten und vorzustellen.  Das Thema kann nach Rücksprache mit dem betreuenden Dozenten frei gewählt werden. Es stehen auch Themenvorschläge von den Lehrstühlen zur Verfügung.				
Lernziel	Übung des selbstständigen wissenschaftlichen Arbeitens an einem relevanten Thema aus dem Arbeitsbereich des Master-Studiengangs.				
Inhalt	Thema freier Wahl aus dem Arbeitsbereich des Master-Studiengangs.				
<b>701-1674-00L</b>	<b>Spatial Analysis, Modelling and Optimisation</b> <i>Voraussetzung: Teilnahme an der Lehrveranstaltung 701-0951-00L "GIS - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien" oder eine gleichwertige Vorbildung.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. A. M. Niederhuber, V. Griess, A. Semiao Ramos Cordeiro Dias</b>
Kurzbeschreibung	Problems encountered in forest- and landscape management often have a spatial dimension. Methods and technics of geoinformation sciences GIS and/or optimization give support to identify good solutions. Students learn to conceptualize, implement and combine I) spatial analysis & modeling of geodata and, II) optimization techniques, based on theoretical inputs and practical work on small projects.				
Lernziel	Understand, search for, and manage various types of geospatial data; Carry out conceptual data modelling for a spatial and/or optimisation problem and translate it into a tangible form within a GIS software; Conceptualize spatial and/or optimisation problems and design a workflow that transitions from "data processing" through "advanced spatial analysis" to "presentation of results"; Implement such a workflow in standard GIS and/or optimisation software, verify and validate the procedures, then present the final results.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge and skills equal those of the course "GIS - Einführung in die räumliche Informationswissenschaften und Technologien"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert			
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>103-0427-00L</b>	<b>Regionalökonomie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Buser, C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Regionalökonomie fokussiert auf die theoretische Betrachtung der Faktorallokation im Raum und der Wachstumsdeterminanten. Die Vorlesung nimmt eine übergeordnete Sichtweise ein (top down) und betrachtet regionale Entwicklung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Diskussion von wachstums- und regionalpolitischen Implikationen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen theoretische Grundlagen der räumlichen Ökonomie und regionalen Wachstumstheorien kennen; sie sollen die Kompetenz erwerben, raumwissenschaftliche und regionalökonomische Konzepte und Theorien auf konkrete Fragestellungen aus ihrem Studienbereich anwenden zu können.				
Inhalt	Ursprung der "Raumwirtschaftslehre" Regionalwirtschaftliche Kennzahlen und Wachstumsanalyse Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Wachstumstheorien Regionale Innovationstheorie (Innovationsprozesse, Clustertheorie und Innovationspolitik) Regionaler Arbeitsmarkt Theorie und politische Implikationen an Beispielen (Neue Regionalpolitik NRP, regionale Innovationssysteme RIS) Evaluation Politikinstrumente der Regionalentwicklung Gastreferat und Einbezug aktueller Ereignisse und Medien				
Skript	Die Vorlesungsmaterialien werden auf folgenden Websites jeweils im Voraus aufgeschaltet:  <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html</a>				
Literatur	Die Unterlagen werden abgegeben, es werden Hinweise auf die nachfolgende, freiwillige Fachliteratur gegeben:  Bathelt, H., Glückler J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 4. Auflage. ISBN: 978-3-8252-8728-3  Eisenhut, P. und Sturm J-E. (2022): Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2022/2023. Rüegger Verlag, Zürich. ISBN: 978-3-7253-1081-4  Eckey, H.-F. (2008): Regionalökonomie. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0999-2				
Voraussetzungen / Besonderes	Deutsch				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
			geprüft		
<b>364-0576-00L</b>	<b>Advanced Sustainability Economics</b> <i>PhD course, open for MSc students</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Komarov, A. Minabutdinov</b>
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.				
	Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksai Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>701-1522-00L</b>	<b>Multi-Criteria Decision Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Lienert</b>
Kurzbeschreibung	This introduction to "Multi-Criteria Decision Analysis" combines prescriptive Decision Theory (Multi-Attribute Value and Utility Theory) with practical application and computer-based decision support systems. Aspects of descriptive (behavioral) Decision Theory (psychology) are introduced. Participants apply the theory to an environmental decision problem (group work).				
Lernziel	The main objective is to learn "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT) and apply it step-by-step to an environmental decision problem. Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) is shortly introduced. At the end, participants should be able to carry out MCDA on their own, in research projects and in practice (e.g., working as consultant). The participants learn how to structure complex decision problems and break them down into manageable parts. An important aim is to integrate the objectives and preferences of different decision-makers or stakeholders. The participants will practice how to elicit subjective (personal) preferences from stakeholders with structured interviews. They will learn to include uncertainty in decision models and test assumptions with sensitivity analyses. Participants should have an understanding of people's limitations to decision-making, based on insights from descriptive Decision Theory. They will use formal computer-based tools to integrate "objective / scientific" data with "subjective / personal" preferences to find consensus solutions that are acceptable to different stakeholders.				
Inhalt	<p><b>GENERAL DESCRIPTION</b></p> <p>Multi-Criteria Decision Analysis is an umbrella term for a set of methods to structure, formalize, and analyze complex decision problems involving multiple objectives (aims, criteria), many different alternatives (options, choices), and different stakeholders which may have conflicting preferences. Uncertainty (e.g., of environmental data) adds to the complexity of environmental decisions. MCDA helps to make decision problems more transparent and guides stakeholders into making rational choices. Today, MCDA-methods are being applied to many complex decision situations. This class is designed for participants interested in transdisciplinary approaches that help to better understand real-world decision problems and that contribute to finding sustainable solutions. The course focuses on "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT). It gives a short introduction to "Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) and behavioral Decision Theory, the psychological field of decision-making.</p> <p><b>STRUCTURE</b></p> <p>The course consists of a combination of lectures, exercises and discussion in the class, exercises in small groups, and reading. Some exercises are computer assisted, applying the ValueDecisions app, a browser-based MCDA software in a user-friendly R-shiny interface. For the analyses, participants need a laptop. The participants will choose an environmental case study to work on in small groups throughout the semester. They will summarize this work in a graded report. Additional reading of selected sections in the textbook Eisenführ et al. (2010) is required to understand the theory. Participants' individual learning of MCDA will be tested in one mandatory quiz.</p> <p><b>GRADING</b></p> <p>The grade for the course is determined by one mandatory quiz at a fixed date that is individually completed during class (30%) and a semester-long group project with a final written group report to be delivered at the end of the semester (70%). There is no possibility to repeat the quiz! If participants miss the mandatory quiz, it is graded 1.</p> <p>Last cancellation / deregistration date for this graded semester performance: second Tuesday in March! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail" / unsatisfactory grade.</p>				
Skript	No script (see below)				
Literatur	Theory is supported by reading selected sections in: Eisenführ, Franz; Weber, Martin; and Langer, Thomas (2010) Rational Decision Making. 1st edition, 447 p., Springer Verlag, ISBN 978-3-642-02850-2.				
	Additional reading material will be recommended during the course. Lecture slides will be made available for download.				

Voraussetzungen / Besonderes The course requires some understanding of (basic) mathematics. The "formal" parts are not too complicated and we will guide students through the mathematical applications and use of the ValueDecisions app (software). Participants should bring their own laptop (let us know if this is not possible).

The course is limited to 30 participants (first come, first served).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen
	Konzepte und Theorien	Analytische Kompetenzen	Kommunikation	Kreatives Denken
	Entscheidungsfindung	Medien und digitale Technologien	Kooperation und Teamarbeit	Kritisches Denken
	Problemlösung	Verhandlung	Selbststeuerung und Selbstmanagement	

## ►► Interdisziplinäre Projektarbeit

*Die Interdisziplinäre Projektarbeit wird nur im Herbstsemester angeboten!*

## ►► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0010-10L	<b>Master-Arbeit</b> <i>Nur für Raumentwicklung und Infrastruktursysteme MSc, Studienreglement 2021.</i>	O	20 KP	43D	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	<p>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</p> <p>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</p> <p>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat;</p> <p>c. im Master-Studium mindestens 90 KP erworben hat, wobei die erforderlichen Kreditpunkte in der Kategorie Pflichtfächer und für die interdisziplinäre Projektarbeit erworben sein müssen.</p> <p>Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Sie ist in einer der gewählten Vertiefungen zu verfassen und dauert 16 Wochen. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeiten des/der Studierenden, selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten, unter Beweis stellen.</p>				
Lernziel	Selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten.				
Inhalt	Themen und Aufgabenstellungen werden von den Professoren/Professorinnen ausgeschrieben. Ein Thema kann auch aufgrund einer Absprache zwischen dem/der Studierenden und dem Professor/der Professorin festgelegt werden.				

## ► Master-Studium (Studienreglement 2009)

### ►► Vertiefungsfächer

#### ►►► Vertiefung in Raum- und Landschaftsentwicklung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
103-0428-02L	<b>Urban Design Studio for Planners</b> <i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>	W	6 KP	4G	A. Kuitenbrouwer, C. Sinatra
Kurzbeschreibung	The course Urban Design Studio for Planners is an introduction to urban design through design workshops supported by tutorials and input lectures. What added value can the tools and concepts of urban design give to planning approaches? In this course students will learn how to observe, analyse, and design functional, desirable, equitable, sustainable urban spaces.				
Lernziel	<p>The overall aim of the course is to develop design skills for planners, from design thinking to project creation, in an urban context.</p> <p>On completion of the course a student should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the multidisciplinary nature of urban design and implement it</li> <li>• autonomously conduct analysis and learn from case studies</li> <li>• create proposals in view of a particular objective and develop an urban design project</li> </ul>				

**Inhalt**

Planners are responsible for developing urban areas that meet the needs of communities and prepare territories, cities, towns and villages for the challenges of the future. This practice draws from many disciplines: architecture, engineering, economics, sociology, political science, public health, finance and many others. As planning seeks to address numerous elements of city life, it is intrinsically linked to design understanding and design thinking.

Urban design is the process of shaping the physical setting for life in cities, towns and villages. It involves the design of buildings, public spaces and landscapes, among others, and establishing the processes that make successful spatial development possible. Urban design is essential in making places that are successful both socially and economically, good to live in, and attractive to visit. It is effective planning in the widest sense, helping to deliver better public services, achieve value for money in new developments, and to make good use of scarce resources

The course focuses on both design principles and design methodologies. This is mirrored in the hybrid structure of the course made of both of workshops, tutorials and input lectures applied in a studio setting.

The design workshops will focus design methodologies in a step-by-step process, learning through tutorials how to use computer based drawing and mapping tools to develop and illustrate design proposals.

The tutorials will provide the setting to learn technical skills and cover following tools:

- Basic Drawing Tutorials
- Project Storytelling and Graphics

The input lectures will focus on design principles and design processes through presentations. They will introduce necessary key concepts on the design process and cover following theme packages:

- Context Analysis
- Case Studies
- Developing Scenarios
- Design Proposal

In a studio setting, students will collaborately follow an iterative and reflective process to build design skills and graphic approaches. Through synthesis of collective learning, they will develop a project-based exchange and application of interdisciplinary ideas and techniques. This work will use a site in Switzerland as a context for exploring the complex interactions between users, program, buildings, public spaces, infrastructure, and environmental systems, and ultimately reach a multilayered outcome - the urban design project. During studio time students will therefore have the opportunity to apply concepts and tools for developing their final urban design project.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

103-0458-00L	Haushälterische Bodennutzung	W	3 KP	2G	R. Nebel
	<i>Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung widmet sich den aktuellen Herausforderungen für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden. Dabei werden Instrumente und Verfahren zur Umsetzung einer qualitätsvollen Siedlungsentwicklung nach innen aufgezeigt. Die Betrachtung erfolgt dabei differenziert nach den verschiedenen Planungsebenen. Diverse externe Gastreferate aus Forschung und Praxis ergänzen die Vorlesung.				
Lernziel	Die Studierenden verstehen die Hintergründe, Grundlagen, Ziele und Ansätze einer nach innen gerichteten Siedlungsentwicklung und sind in der Lage, die zentralen Argumente für einen haushälterischen Umgang mit dem Boden verständlich und nachvollziehbar zusammenzufassen. Ferner können sie, differenziert und massgeschneidert auf die Ausgangslage, inhaltliche und prozessuale Lösungsansätze für die Umsetzung einer hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen aufzeigen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsentwicklung und Siedlungsflächeninanspruchnahme: Fakten, Trends, Ursachen und Folgen</li> <li>- Siedlungsentwicklung nach innen: Grundlagen und strategische Zielsetzungen</li> <li>- Übersichten über Siedlungsflächenreserven</li> <li>- Formelle und informelle Instrumente und Verfahren für eine hochwertige Siedlungsentwicklung nach innen</li> <li>- Siedlungsflächenmanagement: Umsetzung auf kommunaler, kantonaler und nationaler Ebene</li> <li>- ergänzende aktuelle externe Inputs aus Forschung und Praxis</li> </ul>				
Skript	Die Unterlagen zur Vorlesung werden auf Moodle bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nur für Master-Studierende, ansonsten ist eine Spezialbewilligung des Dozierenden notwendig.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				geprüft
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Kundenorientierung				geprüft
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung				gefördert
		Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				gefördert
		Kritisches Denken				geprüft
Integrität und Arbeitsethik					gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion					geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft
<b>103-0326-01L</b>	<b>Standortmanagement</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Abegg</b>	
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung betrachtet den Wettbewerb zwischen Standorten auf unterschiedlichen Massstabsebenen. Basis hierzu bildet ein fundiertes Verständnis des Standortwahlverhaltens sowie regionaler Wettbewerbsfähigkeit. Es wird aufgezeigt, wie Städte und Regionen mit einem umfassenden Verständnis von Standortmanagement auf die Herausforderungen eines zunehmenden Standortwettbewerbs reagieren können.					
Lernziel	Auf grundsätzlicher wie auf praktischer Ebene erkennen können, welche Vorgänge und Faktoren die räumliche Entwicklung bestimmen. Regionale Entwicklungsprozesse sowohl im kleinräumigen als auch im internationalen Kontext verstehen lernen. Antworten von privaten und öffentlichen Akteuren auf Herausforderungen an die Entwicklung und das Management von Standorten und Regionen einordnen können. Aktuelle Entwicklungen verstehen und in einem grösseren Kontext einordnen können					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standortwettbewerb</li> <li>- Standortwahl von Bevölkerung und Unternehmen</li> <li>- Regionale Wettbewerbsfähigkeit</li> <li>- Raumentwicklungs- und Regionalpolitik</li> <li>- Grundmodell und Handlungsfelder des Standortmanagements</li> <li>- Standort als Marke und Standortmarketing</li> <li>- Projektbeispiele und Gastreferate aus der Praxis</li> </ul>					
Skript	Die Kursmaterialien werden online auf der Fachbereichsseite des PLUS bereitgestellt: <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/bsc/site_management.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/bsc/site_management.html</a>					
Literatur	Freiwillige Zusatzliteratur wird jeweils pro Vorlesung zur Verfügung gestellt.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			
		Entscheidungsfindung				geprüft
		Medien und digitale Technologien				gefördert
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
		Anpassung und Flexibilität				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert
<b>103-0318-02L</b>	<b>GIS-Based 3D Landscape Visualization</b> <i>Beschränkte Teilnehmerzahl.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Wissen Hayek, A. Grêt-Regamey</b>	
	<i>Bitte erkundigen Sie sich bei der Dozentin per Email, ob noch Plätze frei sind.</i>					
Kurzbeschreibung	Concepts, methods and techniques for 3D landscape visualization and auralization and their application in landscape and environmental planning. Practical application of a workflow for audiovisual 3D landscape simulation. Reflection of relevant aspects such as the choice of viewpoints, the landscape sections, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape.					
Lernziel	The main goals of this lab are (1) to know digital techniques for audiovisual 3D landscape simulation, (2) to know different examples and application areas for GIS-based audiovisual 3D landscape simulations, (3) to establish software skills in 3D landscape visualization and auralization, and (4) to be able to explain principles of audiovisual 3D landscape simulation, which are important for landscape and environmental planning situations, and to apply these for the evaluation or the planning of 3D landscape visualizations and auralizations.					
Inhalt	The lectures provide an introduction to the area of GIS-based 3D landscape visualization and on visualization principles. Examples of audiovisual 3D landscape simulations generated and applied in different projects are presented. The theoretical principles for 3D landscape visualization and auralization are consolidated in small exercises during the whole course. These exercises are organized in a way, that a workflow for audiovisual 3D landscape simulation can be reproduced. Thereby aspects such as the choice of viewpoints, the sections of a landscape, or the level of detail, and their effects on the perception of the visualized landscape are reflected.					
Skript	Handouts of the slides used in the lectures will be made available for download.					
Voraussetzungen / Besonderes	English					
	Limited number of participants.					
	Please send an email to the lecturer to make sure that places are still available.					

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				
<b>103-0338-00L</b>	<b>Projektwoche Landschaftsentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>9P</b>	<b>S.-E. Rabe, E. Celio, A. Grêt-Regamey</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden insbesondere die Aspekte Erfassen, Verstehen und Bewerten von landschaftsrelevanten Nutzungen, Ansprüchen und Entwicklungen vermittelt. Es werden für die Landschaftsentwicklung eines realen Projektgebietes Zielvorstellungen entwickelt und entsprechende Massnahmen definiert.				
Lernziel	Die Studentinnen und Studenten können: - die Zusammenhänge bezüglich der Ausgestaltung der Landschaft erkennen und verstehen. - die Landschaft als Ganzes und in Einzelelementen erfassen und bewerten. - die Konzepte des Landschaftsansatzes verstehen und anwenden - fundierte Massnahmen erarbeiten und für die Akteure des Projektgebietes angemessen präsentieren.				
Inhalt	Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus: - theoretischen Inputs interner und externer Referenten - einer Vorexkursion ins Projektgebiet - Gruppenarbeiten - der Projektwoche und der Erarbeitung eines Berichtes				
	Je nach zu bearbeitendem Themenbereich (bspw. Gewässer, Landschaftsästhetik, Naturgefahren, Naturschutz) werden entsprechende Methoden eingesetzt, welche in Gruppen selbständig erarbeitet und dokumentiert werden. Dies gilt sowohl für die Methoden zur Erfassung und Bewertung von Landschaftselementen und –eigenschaften als auch für die Erarbeitung der planerischen Grundlagen und Entwürfe.				
	Fragestellungen und Methoden werden in der Vorbereitung erarbeitet und definiert um in der Projektwoche angewandt zu werden. Aufbauend auf den Bewertungen werden Massnahmen erarbeitet, die auf die eingangs definierte Fragestellung unter Berücksichtigung einer wünschenswerten Entwicklung zugeschnitten sind.				
Skript	Kein Skript. Die Unterlagen, bestehend aus Präsentationsunterlagen der einzelnen vorbereitenden Inputs und zugehörigen Materialien stehen auf der Homepage des Fachbereichs PLUS zum Download bereit.				
Literatur	Download: <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html</a> Wird im Rahmen der Lehrveranstaltung genannt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen sind ein Interesse an landschaftsbezogenen Fragestellungen und das Engagement zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Grundwissen zu planerischen Instrumenten (bspw. Umweltplanung) wird vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
Kritisches Denken				geprüft	
Integrität und Arbeitsethik				gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert	
<b>101-0278-00L</b>	<b>Flood Protection</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.				
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.				

Inhalt	<p>Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge. Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet). Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes. Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen. Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder). Objektschutz als weiterführende Massnahme. Unterhalt. Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen. Schadenbestimmung und Risikoabschätzung. Umgang mit dem verbleibenden Risiko. Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen. Angepasste Vorgehensweise. Umgang mit Schwemmholtz. Oberflächenabfluss. Projektbeispiele in der Schweiz. Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe. Exkursion.</p>				
Skript	Hochwasserschutz-Skript				
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>				
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				
Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>				
Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>				
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.				
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project.</p> <p>Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
	Kreatives Denken	gefördert			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>701-0518-00L</b>	<b>Bodenressourcen und Global Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Dötterl, K. Meusburger Di Bella</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bedeutung, Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und der Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. Wir behandeln hierbei die Thematik mit Beispielen aus dem globalen, europäischen und Schweizer Kontext.				
Lernziel	Verständnis der - globale Rahmenbedingungen unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden  - Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für Bodenressourcen  - Folgen des Klima- und Landnutzungswandels auf die Entwicklung von Bodenressourcen  - Kompetenzen zu Prozessverständnis, Systemverständnis sowie Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung werden gelehrt und geprüft.				
Inhalt	<p>Trotz ihrer zahlreichen Funktionen und ihrer Rolle bei der Bewertung von Ökosystem-Dienstleistungen sind Böden und deren Vielfalt oft kein zentrales Thema, wenn es um die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte geht. Zwar werden in vielen Disziplinen Böden als Schnittstelle zwischen belebter und unbelebter Natur wahrgenommen. Allzu oft werden Bodenprozesse dabei aber nur stark vereinfacht für Nutzungskonzepte oder Modellierungen von Umwelt- und Agrarsystemen einbezogen. Diese Vereinfachung entspricht nicht der grossen, globalen Vielfalt an Böden. Sie unterscheiden sich oftmals stark in Bezug auf ihre Resilienz gegen Belastungen und ihre Fähigkeit, sich von diesen zu erholen. Auch in der breiten Bevölkerung ist die Wahrnehmung der Bedeutung von Böden als Grundlage unserer Ökosysteme bestenfalls diffus. So werden zwar Massnahmen zum lokalen Bodenschutz und zur Renaturierung von naturnahen Ökosystemen breit unterstützt, aber im Geldbeutel und beim Konsumverhalten soll sich möglichst wenig ändern. Verschiebungseffekte und intensivere Nutzung von Böden und Ökosystemressourcen in Ländern des globalen Südens sind die Folge.</p> <p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Bedeutung, die Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und in die Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. So geht die Vorlesung auch auf folgende aktuelle Themen ein: Was sind die Folgen unterschiedlicher Konflikte (z.B. russischer Überfall auf die Ukraine) für die Bodengesundheit und Nahrungsproduktion der betroffenen Region für den Weltmarkt? Was sind die Folgen des Klimawandels für die Kohlenstoffspeicherung in Schweizer Bergböden? Oder: Wie wirkt sich die massive Abholzung und Bodendegradation auf Nährstoffkreisläufe in tropischen Böden aus? Die Vorlesung richtet sich an Studierende höherer Semester im Bachelorstudiengang Umweltnatur-, Agrar- und Umweltingenieurwissenschaften sowie an Studierende früher Semester in den gleichlautenden Masterprogrammen. Sie gibt einen Überblick zu den globalen Rahmenbedingungen, unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden. Zudem beleuchtet sie das Einwirken des Menschen auf unterschiedliche Bodentypen und wie dieses die Böden verändert. Gelehrt werden dabei vor allem Kompetenzen zum Prozess- und Systemverständnis sowie zur Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung.</p> <p>Indirekte Eingriffe wie die Auswirkungen des Klimawandels (Klimaerwärmung, Permafrost oder Trockenstress) werden dabei ebenso behandelt wie direkte Eingriffe durch die Landnutzung (Erosion, chemische Belastungen oder Zerstörung von Böden). Thematisiert werden auch Bodenfunktionen und Bodenbildung, Unterschiede in der regionalen und globalen Bodenentwicklung, Eingriffe in den Wasser- und Lufthaushalt von Böden, Formen von Bodenbelastung sowie regionale und globale Abschätzungen der Belastungen von Böden. Im Zentrum stehen dabei stets die Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für biogeochemische (Nährstoff)kreisläufe, für den Landschaftswasserkreislauf und die Einschränkung von Bodenfunktionen durch Bodendegradation.</p> <p>Neben diesen Schwerpunkten im Bereich Bodendegradation und Bodenentwicklung gibt die Vorlesung auch Einblicke in Methoden der regenerativen Landwirtschaft, der Bodenverbesserung und Sanierung von schadstoffbelasteten Böden. Zuletzt beleuchtet die Vorlesung planerische und gesetzliche Umsetzung des Bodenschutzes mit Beispielen aus unterschiedlichen Klima- und Bodennutzungszonen um den Studierenden einen Einblick in die spätere berufliche Praxis der angehenden Umwelt- und Agrarwissenschaftler zu geben.</p>				
Skript	Unterlagen werden zum Download bereitgestellt. Nach jeder Session werden aktuelle wissenschaftliche Artikel zur Nachbereitung empfohlen.				
Literatur	Lehrbücher zum nachschlagen:  - Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde, 17th ed., Springer, Heidelberg, 2016.  - Brady N.C. and Weil, R.R. The Nature and Properties of Soils. 14th ed., Prentice Hall, 2007.  - Press & Siever: Allgemeine Geologie, 7th ed., Springer, Heidelberg, 2016  - Mason/Burt - Physical Geography -5th edition, Oxford, 2015				
Voraussetzungen / Besonderes	Interesse an physischer Geographie und Bodenentwicklung. Grundkenntnisse Chemie, Biologie, Geologie. Vorherige Teilnahme an der Vorlesung "Pedosphere" (701- 0501-00L) ist sehr empfohlen. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung werden vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
	Kritisches Denken	geprüft			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			
<b>103-0330-00L</b>	<b>Landscape Aesthetics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Rodewald</b>

Kurzbeschreibung	Landschaftsästhetik - Theorie und Praxis im Umgang mit der sinnlichen Wahrnehmung von Landschaftsqualitäten. Die Vorlesung umfasst Kurzexkursionen, Theorie- und Praxisvermittlung im Zusammenhang mit ästhetischen Landschaftsqualitäten und deren Entwicklungszielen.		
Lernziel	Kennenlernen der Konzepte der Landschaftsästhetik und Erarbeitung eines Überblicks über die Bedeutung, die Methoden und Anwendungsmöglichkeiten der ästhetischen Landschaftsbewertung und -entwicklung.		
Inhalt	Ästhetische Qualitäten der Landschaften sind schwer zu fassen. Dennoch spielen sie in der Beurteilung von Landschaftsveränderungen eine grosse Rolle. Seit einigen Jahren kommt den wahrnehmungstheoretischen und praktischen Methoden, welche das sinnliche Erfahrungspotenzial von Landschaften verständlich und erfassbar machen, ein wachsendes Interesse zu. Die praktische Auseinandersetzung mit Landschaften und ihren Entwicklungen erfordert ein Kennenlernen der Konzepte "Schönheit" und "ästhetische Wahrnehmung und Bewertung".		
Skript	Rodewald, R., Hangartner M., Bögli, N., Sudau, M., Switalski, M., Grêt-Regamey, A. 2020: Landscape Aesthetics: Theory and Practice of the Sensuous Cognition of Landscape Qualities – Lecture Script		
Literatur	Bourassa, S.C. 1991. The aesthetics of landscape, London Nohl, W. 2015. Landschaftsästhetik heute. Auf dem Wege zu einer Landschaftsästhetik des guten Lebens. Ausgewählte Aufsätze aus vier Jahrzehnten, München Rodewald, R., Gantenbein, K. 2016. Arkadien. Landschaften poetisch gestalten, Zürich Rodewald R, Liechi K. 2016. From Campagna to Arcadia: Changes in the reception of terraced landscapes in art and their practical implications. Annales Series Historia et Sociologia 26(3): 363-374. Wöbse, H. H. 2002. Landschaftsästhetik, Stuttgart		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lektüre von Bourassa The aesthetics of landscape, 1991, wird erwartet.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft

<b>052-0706-00L</b>	<b>Landschaftsarchitektur II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Bucher</b>
Kurzbeschreibung	Seit der Jahrtausendwende prägen Themen und Kontexte wie Klimawandel, Migration, Digitalisierung etc. die Naturgestaltung. Die Vorlesungen befassen sich mit Schlüsselthemen und Kontexten der Landschaftsarchitektur im 21. Jahrhundert sowie mit deren transdisziplinären Ansätzen.				
Lernziel	Überblick über gegenwärtige und kommende Aufgabenfelder der Landschaftsarchitektur. Kritische Reflexion zeitgenössischer Entwurfspraxis und Vermittlung von Ansätzen eines neuen Zugangs zur Gestaltung von Landschaft.				
Inhalt	Die Vorlesungsreihe "Theorie und Entwurf der zeitgenössischen Landschaftsarchitektur"(Landschaftsarchitektur II) schliesst an die Vorlesung "Geschichte und Theorie der Gartenkunst und Landschaftsarchitektur" (Landschaftsarchitektur I) an. Sie konzentriert sich nicht nur auf stilistische Fragen der Landschaftsarchitektur, sondern auch auf anstehende Aufgaben wie Revitalisierung von Landschaften, Nachhaltigkeit etc. Vorgestellt werden Gestaltungsansätze, die sich kritisch mit überkommenen Naturbildern auseinandersetzen. Die Themenfelder Ort, Boden, Wasser und Vegetation bieten dabei praktisches Anschauungsmaterial für den landschaftsarchitektonischen Entwurf.				
Skript	Kein Skript. Handout und prüfungsrelevante Literatur werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Für die Prüfung wird eine Literaturliste zusammengestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Allgemeine Hinweise zur Prüfung:  Bachelorstudierende: Als Grundlage für die Prüfungsvorbereitung dienen das in der Vorlesung vermittelte Wissen und die prüfungsrelevante Literatur, die der Lehrstuhl zur Verfügung stellt. Die Vorlesung ist als Jahreskurs angelegt. Da in der schriftlichen Sessionsprüfung Kenntnisse aus den beiden Vorlesungsreihen Landschaftsarchitektur I und II überprüft werden, wird unbedingt angeraten, die Vorlesung über zwei Semester zu besuchen. Kurz vor Semesterende werden die Prüfungsthemen bekannt gegeben. Die Professur stellt zu den Prüfungsthemen Texte als pdf zum Download zur Verfügung. Diese dienen dem vertieften Verständnis der Vorlesung.  Mobilitätsstudierende oder Studierende anderer Departemente: Studierende, welche die Vorlesung nur über ein Semester besuchen, schliessen die Vorlesung mit einer mündlichen Semesterendprüfung ab. Auch hier stellt die Professur prüfungsrelevante Literatur als Download zur Verfügung. Die Studierenden werden gebeten, sich vorab per Email bei der Professur zu melden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>052-0802-00L</b>	<b>Global History of Urban Design II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Aevermaete</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the history of the city, as well as on the ideas, processes and actors that propel their development and transformation. This course approaches the history of urban design as a cross-cultural field of knowledge that integrates scientific, economic and technical innovation as well as social and cultural change.				
Lernziel	The lectures in this course deal with the definition of urban design as an independent discipline that nevertheless maintains strong connections with other disciplines and fields that affect the transformation of the city (e.g. politics, sociology, geography, etc). The aim is to introduce students to the multiple theories, concepts and approaches of urban design that have been articulated from the turn of the 20th century to today, in a variety of cultural contexts. The course thus offers a historical and theoretical framework for students' future design work.				

Inhalt 22.02.2024 2.01: The Long 20th Century and Its Challenges  
 29.02.2024 2.02: Housing and the Industrial City  
 07.03.2024 2.03: Cities and Ideologies  
 14.03.2024 2.04: Envisioning Urban Utopias  
 21.03.2024 No Lecture (Seminar week)  
 28.04.2024 2.05: Reconstructing the City, Constructing New Towns  
 04.04.2024 No Lecture (Easter break)  
 11.04.2024 2.06: New Capitals for New Democracies, New Institutions for Old Democracies (guest lecture)  
 18.04.2024 2.07: Rethinking Masterplanning  
 25.04.2024 2.08: Countercultural Experiments with Urbanity  
 02.05.2024 2.09: Finding Meaning in the Postmodern City  
 09.05.2024 No Lecture (Ascension Day)  
 16.05.2024 2.10: Open- Ended Strategies for Imploding Cities

Skript Prior to each lecture a chapter of the reader (Skript) will be made available through the webpage of the Chair. These Skripts will introduce the lecture, as well as the basic visual references of each lecture, key dates and events, and references to further/additional readings.

Literatur The book that will function as main reference literature throughout the course is:  
 -Tom Avermaete, Janina Gosseye, Urban Design in the 20th Century: A History (Zürich: gta Verlag, 2021).

Other books that provide background information for the course are:

-Eric Mumford, Designing the Modern City: Urban Design Since 1850 (New Haven, CT: Yale University Press, 2018)

-Francis D. K. Ching, Mark Jarzombek and Vikramditya Prakash, A Global History of Architecture (Hoboken: Wiley & Sons, 2017)

-David Grahame Shane, Urban Design Since 1945: A Global Perspective (Hoboken: Wiley & Sons, 2011)

These books will be reserved for consultation in the ETH Baubibliothek, and will not be available for individual loans. A list of further recommended literature will be found within each chapter of the reader (Skript).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**103-0570-00L Urban Planning and Urban Policy W 4 KP 2G D. Kaufmann**

Kurzbeschreibung We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations by making use of planning approaches and policy instruments.

Lernziel Overall learning goal: Students can describe and explain the problems that arise in dense urban settings and they can analyze and compare how cities plan for and react to these urban problems through planning and policy-making  
 Learning objective 1: Students can explain and infer what kind of problems emerges in cities  
 Learning objective 2: Students discover and analyze different urban policy sectors  
 Learning objective 3: Students can compare and evaluate different types of urban planning and policy-making approaches

Inhalt Description of content (max 4000 characters):  
 In this course, we cover the following topics:  
 - Urbanization and urban governance  
 - Urban planning and policy  
 - Densification and urban development  
 - Gentrification  
 - Affordable Housing  
 - Public spaces  
 - Gender-sensitive planning  
 - Transportation  
 - Smart cities  
 - Climate change  
 - Economic development  
 - Platform economies  
 - Security  
 - Migration policies  
 - Urban sustainable development

We approach each topic by a mix of in-class discussions of one mandatory reading, inputs from the lectures, oral presentations of students as well as written reflections by students.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				geprüft
		Sensibilität für Vielfalt				geprüft
		Verhandlung				geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				gefördert
		Kreatives Denken				geprüft
		Kritisches Denken				geprüft
		Integrität und Arbeitsethik				geprüft
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft	
<b>103-0468-00L</b>	<b>Participatory Environmental Modeling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>		<b>N. Salliou, B. Black, A. Grêt-Regamey, J. Schuur</b>
Kurzbeschreibung	The lecture engages students in a participatory modelling process of diverse, real-world, environmental problems working alongside a partner organisation. This years case studies come from three organisations: Transiterra in France, Mountain Wilderness in Switzerland and the Wildlife Conservation Society in Cambodia, with details provided below.					
Lernziel	In this course students will learn:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>The process of developing a model to address an environmental problem: from choosing an appropriate technique (Agent-based modelling, Bayesian Networks and System dynamics), to conceptualization and model building.</li> <li>Communication and facilitation skills to foster effective and legitimate collaboration with stakeholders.</li> </ul>					
	Students then apply this knowledge and skills to a real-life case study, creating a model with stakeholders to address an environmental problem.					
Inhalt	This year the case studies will be based around the following themes:					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>What are the relevant factors involved in the decision to clear land for Cashew production in villages surrounding the Keo Seima Wildlife Sanctuary, Cambodia? With Emiel de Lange and Henry Travers from WCS Cambodia</li> <li>How does participation and compliance with a Payment for Ecosystem Services scheme for cashew production in Cambodia evolve in a community setting over time? With Emiel de Lange and Henry Travers from WCS Cambodia</li> <li>What are the social factors influencing the approval of alpine solar energy projects in Wallis and Graubünden? With Aaron Heinzmann from Mountain Wilderness</li> <li>What factors influence the perception of landscape wilderness in Switzerland? With Luisa Deubzer from Mountain Wilderness</li> <li>How to assemble diversified and viable farms? With Silvère Dumazel from Transiterra</li> </ul>					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
		Verfahren und Technologien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
		Entscheidungsfindung				gefördert
		Medien und digitale Technologien				gefördert
		Problemlösung				geprüft
		Projektmanagement				gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation				geprüft
		Kooperation und Teamarbeit				geprüft
		Kundenorientierung				geprüft
		Menschenführung und Verantwortung				gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
		Sensibilität für Vielfalt				gefördert
		Verhandlung				gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität				geprüft
	Kreatives Denken				geprüft	
	Kritisches Denken				geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik				gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert	
<b>052-0716-24L</b>	<b>Topology ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2K</b>		<b>P. Urech, M. Vollmer</b>
Kurzbeschreibung	The elective course "Topology" in the Spring Semester of 2024 will investigate the hidden river Wolfbach in Hottingen, Zürich. We will embark the participants on a terrain between science and art that we will shape through spatial mapping and imagination, adopting different perceptual perspectives supported by technology, literature and history.					
Lernziel	This elective course gives architecture students the opportunity to further develop their perception of space through a site-specific approach in the field of landscape architecture. The students will learn to use 3D point cloud technology and other spatial sensing technologies in order to analyze complex urban landscape and develop new ways of editing and representing these intertwined spaces.					

Inhalt	<p>This course enhances digital literacy for students at D-ARCH and D-BAUG. It builds on a long standing specialization in the spatial exploration of urban landscapes, and integrates digital methods continuously developed at the Landscape Virtualization and Modeling Lab (LVML).</p> <p>Students will become acquainted to working with point cloud models produced with laser-scanning technology. They will learn to use a Terrestrial Laser Scanner to digitalize the site of investigation and reveal its place-specific character, sensory qualities and potential for change. Collected samples from the field will be assembled for interactive audiovisual use in the Laboratory. Through a series of steps, the students will learn how a laser-scanning survey is conducted, how the raw data is processed, how point cloud models are assembled, what qualities these models can provide to analyze, explore and represent space as an audiovisual experience.</p> <p>This understanding will be gained through digital modeling and audiovisual composition. In particular, we will develop a new, comprehensive sectional model of a topologically interesting site situation. All software required is open source and can also be installed on private laptops, facilitating work from home if necessary.</p>		
Literatur	Literature will be provided during the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The course is limited to 20 students (based on available computer stations)</li> <li>- Students will work in groups of 2</li> <li>- The lectures will be held in English, assistance in English and German</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	

<b>052-0728-24L</b>	<b>4D-Geodesigning Urban Transformation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Wälty, H. Klumpner</b>
Kurzbeschreibung	This course tackles critical urban planning issues through advanced technology for analysis and communication. Students actively engage with building and zoning regulations, involving the reconstruction, reformulation, and simulation/virtualization in web-based 4D urban models. Ongoing exchanges through peer review activities in class enrich the learning experience.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyze the past and present, and design, present, and discuss future living spaces in 4D.</li> <li>- Read, understand, deconstruct, and formulate new zoning and building rules (BNOs).</li> <li>- Set up an ArcGIS Urban model, integrate current and new urban rules, and visualize/simulate development scenarios/variations of urban designs.</li> <li>- Encourage cross-disciplinary, project-based learning through teamwork and peer reviews, facilitating the acquisition of transferable skills.</li> </ul>				
Inhalt	<p>This course addresses crucial urban transformation issues at the 10-minute-neighbourhood level. Leveraging technology, communication, and online materials, it combines opportunities for online interaction with traditional place-based teaching methods. It can be offered as an elective with exercises or as an integrated discipline in design classes. The online material also supports self-paced learning.</p> <p>(i) Students actively engage with building and land use regulations by reconstructing them in a 3D model, formulating new 3D regulations based on design and land use criteria, and simulating possible developments in 4D. Collaboration among students from different disciplines, working in teams and sharing knowledge through mutual work and peer reviews, enhances cross-disciplinary learning.</p> <p>(ii) Urban design lecturers benefit from being relieved of the task of teaching software, focusing more on design aspects in their classes.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	A time and workload (in addition to the course) of 70 hours is to be expected.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

### ▶▶▶ Vertiefung in Verkehrssysteme und -verhalten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				
Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>101-0481-00L</b>	<b>Readings in Transport Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Meyer de Freitas</b>
Kurzbeschreibung	This course will explore the issues and constraints of transport policy through the joint readings of a set of relevant papers.				
	The class will meet every three weeks to discuss the texts.				
Lernziel	Familiarize the students with issues of transport policy making and the conflicts arising.				
	Train the ability to read critically and to summarize his/her understanding for him/herself and others through a review paper, paper abstracts and a paper review.				
<b>101-0488-01L</b>	<b>Fuss- und Veloverkehr</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Walter, E. Bosina, M. Meeder</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Fussverkehrsplanung sowie der Planung von Anlagen des Radverkehrs, Transporttechnische Eigenschaften des Menschen, Entwurf von Fuss- und Radverkehrsnetzen, Anlagen des Fuss- und Radverkehrs, Mikrosimulation des Fussverkehrs, Beurteilung von Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität				
Lernziel	Erwerb von Grundkenntnissen im Bereich der Fuss- und Radverkehrsplanung, Kenntnis und Verständnis der transporttechnischen Eigenschaften des Menschen und der daraus folgenden Konsequenzen für den Entwurf und die Planung entsprechender Verkehrsanlagen, Fähigkeit zur Beurteilung der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit, Grundkenntnisse über die Mikrosimulation von Fussverkehrsströmen als zeitgemässes Planungs- und Analyseinstrument				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung Fuss- und Veloverkehr</li> <li>2) Eigenschaften: Rad / Radfahrende / Zielgruppen</li> <li>3) Aufbau von Veloverkehrsnetzen</li> <li>4) Übung: Planung eines Radverkehrsnetzes.</li> <li>5) Anlagenentwurf Veloverkehr</li> <li>6) Veloparkierung</li> <li>7) Eigenschaften von zu Fuss Gehenden, Geschwindigkeit</li> <li>8) Fussverkehr: Leistungsfähigkeit und Qualität</li> <li>9) Fussverkehr Anlagengestaltung</li> <li>10) Fussverkehrsanlagen des öffentlichen Verkehrs</li> <li>11) Fussverkehr: Hindernisfreie Verkehrsräume</li> <li>12) Zählungen Fuss- und Veloverkehr</li> <li>13) Simulation des Fussverkehrs</li> <li>14) Technologie der Mikrosimulation des Fussverkehrs</li> <li>15) Übung: Dimensionierung von Fussverkehrsanlagen</li> <li>16) Shared Space</li> <li>17) Förderung des Fuss- und Veloverkehrs</li> <li>18) Exkursionen zu Themen des Fuss- und Veloverkehrs</li> </ol>				
Skript	Ausgewählte Materialien werden über die Moodle-Plattform in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Auf weiterführende Literatur wird jeweils in den Vorlesungen hingewiesen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird unterstützt durch 2 Übungen sowie 2 Exkursionen zu den Themen Fuss- und Radverkehr.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>101-0459-00L</b>	<b>Logistics and Freight Transportation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>F. Corman, M. De Almeida Costa</b>

Kurzbeschreibung	Grundsätze der Logistik und des Güterverkehrs; Angebote, Infrastruktur und Produktionsprozesse der verschiedenen Verkehrssysteme; regulatorische Rahmenbedingungen		
Lernziel	Erkennen und Verstehen der Zusammenhänge zwischen Logistikanforderungen, Markt, Angeboten, Betriebsprozessen, Infrastrukturen, Transportmitteln und Regulierung im Güterverkehr aller Transportsysteme (Strasse, Bahn, Kombiverkehr, Wasser und Luft).		
Inhalt	Logistikgrundsätze und -konzepte, Akteure der Logistik und des Güterverkehrs, Nachfrage (1), Lagerverwaltungssysteme, innerbetriebliche Logistik, Lagerung, Transportsicherung, Gefahrgut (2), Grundsätze der Angebotskonzepte, Produktionssysteme und Infrastruktur für Strasse, Schiene, Kombinierten Verkehr, Hochsee- und Binnenschifffahrt und Luftverkehr, urbane Logistik (3), Güterverkehrspolitik, Regulierung, Raumplanung, Standortfragen und Netzgestaltung mit Optimierungsverfahren (4)		
Skript	Die Kursprache ist Englisch. Folien in englischer Sprache werden abgegeben, sowie Verweise auf Bücher und Referenzmaterial.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>101-0428-00L</b>	<b>Entwurf und Bau von Verkehrsanlagen</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs. Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau und Oberbau; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse (Erdbau) und Oberbau inkl. Entwässerungssystem, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise				
Lernziel	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs Quantifizierung von Baurisiken und Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung Trasse, Steilböschungen, Oberbau und Entwässerungsanlagen				
Inhalt	Entwurfgrundlagen und -modelle, Linienführung, Querschnitt, Knoten, Strassenausrüstung und Projektbearbeitung.				
Skript	Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau, Baugrunduntersuchungen, Festlegung von Nachweiskonzepten der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse und Böschungen, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise; Dimensionierung und Konstruktion von Oberbau, Gräben, Rohrleitungen der Entwässerungsanlagen, Spriessung;				
Kompetenzen	HR. Müller: Entwurf von Strassen, IVT-ETHZ, Januar 2020				
		HR. Müller: Bau und Erhaltung von Verkehrsanlagen, IVT-ETHZ, Januar 2021			
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

<b>227-0524-00L</b>	<b>Eisenbahn-Systemtechnik II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Meyer</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Traktionsantriebe: - elektrische Antriebssysteme und ihre Komponenten - thermische Antriebssysteme - Fahrzeuge mit Batteriespeichern Systemintegration: - Zugbeeinflussung - Energieverbrauch - Elektrische Systemkompatibilität				
Lernziel	- Kenntnisse über den Aufbau und die Eigenschaften von Traktions-Antriebssystemen - Überblick über systemweite Aufgaben (elektrische Systemintegration, Zugsicherungen, Energieverbrauch) - Einblick in die Aktivitäten der Schienenfahrzeug-Industrie und der Bahnen in der Schweiz - Begeisterung des Ingenieur Nachwuchses für die berufliche Tätigkeit bei Eisenbahn-Fahrzeugherstellern, Bahninfrastrukturen und Eisenbahn-Verkehrsgesellschaften				

Inhalt	EST II (Frühjahrssemester) - Vertiefung Antriebssysteme, Systemfragen		
	1 Traktionsausrüstung: 1.1 Systemkonzepte für Traktionsantriebe 1.2 Haupttransformator 1.3 Fahrmotoren 1.4 Stromrichter 1.5 Hochspannungskreise und Erdung 1.6 Thermische Auslegung 1.7 Diesel-Antriebssysteme 1.8 Batteriespeicher  2 Systemintegration 2.1 Zugbeeinflussung 2.2 Energieverbrauch 2.3 Aufbau der Bahnstromversorgung 2.4 Elektrische Systemkompatibilität  Geplante Exkursionen: - Engineering und Leistungslabor, ABB Turgi - Sicherungsanlagen, Siemens Wallisellen - 2-tägige Schlussexkursion (Besichtigungen und Führerstandsfahrten, ausschliesslich für regelmässige Vorlesungsteilnehmer)		
Skript	Abgabe der Unterlagen (gegen eine Schutzgebühr) zu Beginn des Semesters. Rechtzeitig eingeschriebene Teilnehmer (bis 8 Tage vor Vorlesungsbeginn) können die Unterlagen auf Wunsch und gegen eine Zusatzgebühr auch in Farbe beziehen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Dozent: Dr. Markus Meyer, Emkamatik GmbH  Voraussichtlich Gastvortrag über ETCS von einem SBB-Referenten.  EST I (Herbstsemester) ist als Voraussetzung empfohlen, aber nicht notwendig. EST II (Frühjahrssemester) kann bei Interesse an Antriebssystemen auch als separate Vorlesung besucht werden.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>151-0228-00L</b>	<b>Management &amp; Sustainability of Air Transport</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Wild</b>
Kurzbeschreibung	Providing an overview in management, planning, processes and operations in air transport, the lecture shall enable students to operate and lead a unit within that industry. In addition, the modules provide a good understanding for other transport modes and are a sort of "Mini MBA" (topics see below). Ideally, students complete first "Basics of Air Transport" yet there is no requirement for it.				
Lernziel	After completion of the course, they shall be familiar with tasks, processes and interactions and have the ability to understand implications of developments in the airlines industry and its environment. This shall enable them to work within the air transport industry.				
Inhalt	Overall concept: This lecture builds on the content of lecture "Basics of Air Transport" (151-0227-00L) and provides deeper insights into the airline industry and management practises. The lecture is taught by several different experts from Lufthansa, SWISS, and Federal Office of Civil Aviation.  Weekly: 1h independent preparation; 2h lectures and 1 h exercises with an expert in the respective field  Content: Strategy, Alliances & Joint Ventures, Negotiations with Stakeholder, Environmental Protection, Safety & Risk Management, Airline Economics, Network Management, Revenue Management & Pricing, Sales & Distribution, Airline Marketing, Scheduling & Slot Management, Fleet Management & Leasing, Continuing Airworthiness Management, Supply Chain Management, Operational Steering.  Excursion: Depending on COVID 19, we plan an excursion to the freight terminals at Zurich Airport and visits at SWISS Dispatch, Network Operations Control and Dispo.				
Skript	No official lecture notes. Lecturers' slides will be made available				
Literatur	Literature will be provided by the lecturers respective there will be additional information upon registration				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►►► Vertiefung in Netzinfrastrukturen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0428-00L</b>	<b>Entwurf und Bau von Verkehrsanlagen</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs. Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau und Oberbau; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse (Erdbau) und Oberbau inkl. Entwässerungssystem, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise				



Lernziel	Kenntnis und Anwendung der Grundlagen und Zusammenhänge des Strassenentwurfs Quantifizierung von Baurisiken und Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung Trasse, Steilböschungen, Oberbau und Entwässerungsanlagen				
Inhalt	Entwurfsgrundlagen und -modelle, Linienführung, Querschnitt, Knoten, Strassenausrüstung und Projektbearbeitung.				
Skript	Lokalisierung und Quantifizierung der Risiken im Erdbau, Baugrunduntersuchungen, Festlegung von Nachweiskonzepten der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit; Dimensionierung und Konstruktion von Trasse und Böschungen, Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise; Dimensionierung und Konstruktion von Oberbau, Gräben, Rohrleitungen der Entwässerungsanlagen, Spriessung; HR. Müller: Entwurf von Strassen, IVT-ETHZ, Januar 2020				
Kompetenzen	HR. Müller: Bau und Erhaltung von Verkehrsanlagen, IVT-ETHZ, Januar 2021				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Kundenorientierung		geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	
<b>102-0248-00L</b>	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. P. Leitão Correia</b> , M. Maurer, A. Scheidegger
Kurzbeschreibung	<i>Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II.</i> An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.				
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: - Know the key principles of infrastructure management - Know the basics of performance and risk assessment - Can perform basic engineering economic analysis - Know how to quantify the future rehabilitation needs				
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita.  Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.				
Skript	This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries. A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>101-0579-00L</b>	<b>Infrastructure Management 2: Evaluation Tools</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. T. Adey</b> , C. Richmond
Kurzbeschreibung	This course provides tools to predict the service being provided by infrastructure in situations where the infrastructure is expected to  1) to evolve slowly with relatively little uncertainty over time, e.g. due to the corrosion of a metal bridge, and  2) to change suddenly with relatively large uncertainty, e.g. due to being washed away from an extreme flood.				
Lernziel	The course learning objective is to equip students with tools to be used to the service being provided from infrastructure. The course increases a student's ability to analyse complex problems and propose solutions and to use state-of-the-art methods of analysis to assess complex problems				
Inhalt	Reliability Availability and maintainability Markov chains Event trees Fault trees Regression analysis Neural networks Bayesian networks				
Skript	All necessary materials (e.g. transparencies and hand-outs) will be distributed before class.				
Literatur	Appropriate reading material will be assigned when necessary.				

Voraussetzungen / Besonderes	Although not an official prerequisite, it is preferred that students have taken the IM1:Process course first. Understanding of the infrastructure management process enables a better understanding of where and how the tools introduced in this course can be used in the management of infrastructure.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
<b>101-0419-01L</b>	<b>Bahninfrastrukturen 1</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. A. Weidmann, P. Güldenapfel</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bahninfrastrukturen, Interoperabilität und Regelwerke, Infrastrukturplanung, Lageplanung, Anlagenentwurf, Trassierung, Gestaltung und Projektierung von Bahnhofanlagen				
Lernziel	Verstehen der Grundlagen von Bahninfrastrukturen, des Netz- und Anlagenentwurfs sowie der Trassierung. Grundlage für Bahninfrastrukturen 2.				
Inhalt	(1) Grundlagen: Infrastrukturen des öffentlichen Verkehrs; Interaktion Fahrweg-Fahrzeug; Personen und Güter als Benützer der Infrastruktur; Netzbetrieb und -finanzierung; Normen und Regelwerke. (2) Infrastrukturplanung: Planungsprozesse und Planungsstufen; staatliche und unternehmerische Planungsprozesse; Linienführungsentwurf. (3) Anlagenentwurf: Entwurf von Personenbahnhöfen, Güterverkehrsanlagen, Betriebsanlagen. (4) Anlagenprojektierung: Horizontale und vertikale Trassierung, Weichen, Lichtraumprofil; Gestaltung und Bemessung der Fussgängeranlagen von Bahnhöfen.				
Skript	Lehrbuch: Ulrich Weidmann: Bahninfrastrukturen - Planen, Entwerfen, Realisieren, Erhalten. vdf Hochschulverlag 2020. Deutsch. Vorlesungsfolien und eine Zoom-Aufzeichnung werden zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Weiterführende Literaturhinweise finden sich im Lehrbuch.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine Bemerkungen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement		gefördert	
		Kommunikation		gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kundenorientierung		gefördert		
	Kreatives Denken		geprüft		
		Kritisches Denken		geprüft	

<b>101-0388-00L</b>	<b>Planning of Underground Space</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Cornaro</b>
Kurzbeschreibung	Urban underground space is the undiscovered or underutilised asset that can help shape the cities of the future. Planning the urban subsurface calls for multi disciplinary professionals to work together in shaping a new urban tissue beneath our cities. The need to plan the third dimension in the subsurface is critical in making our cities future proof, resilient and sustainable.				
Lernziel	Gain an appreciation and knowledge of what lies beneath our feet and what an asset the underground is for our cities. The need to plan this asset is more complex than on the surface, as it is invisible and in parts impenetrable. We look at methods and tools to gain an understanding of the subsurface and what issues and challenges are involved in planning it.				
Inhalt	Weekly lectures on various topics involving cities and the subsurface: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Major aspects of urban development</li> <li>•The Subsurface as the final frontier</li> <li>•Historical approaches to underground space development</li> <li>•Urban sustainability aspects</li> <li>•Modelling and mapping the underground</li> <li>•Policy building and urban planning</li> <li>•Design and architecture -creating a new urban tissue</li> <li>•Constructability of underground spaces</li> <li>•Future cities -resilient cities</li> <li>•Governance and legal challenges</li> <li>•Investment aspects and value capture</li> <li>•Future proofing our infrastructure</li> <li>•Best practice of underground space use</li> <li>•Excursion to underground facility (if possible)</li> <li>•Guest speakers on relevant topics</li> </ul>				
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentation slides</li> <li>•Book: Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future, ICE Publishing, 2018, Admiral, H., Cornaro, A., ISBN 978-0-7277-6145-3</li> <li>•Numerous additional relevant book excerpts and articles, as well as relevant videos</li> <li>•Material from guest presenters</li> <li>•See also link "learning materials"</li> </ul>				
Literatur	various articles and books will be recommended during the course				
	please see also weblinks "learning materials"				

### ▶▶▶ Vertiefungsfächer für alle Vertiefungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>103-0427-00L</b>	<b>Regionalökonomie</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>B. Buser, C. Abegg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung Regionalökonomie fokussiert auf die theoretische Betrachtung der Faktorallokation im Raum und der Wachstumsdeterminanten. Die Vorlesung nimmt eine übergeordnete Sichtweise ein (top down) und betrachtet regionale Entwicklung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Diskussion von wachstums- und regionalpolitischen Implikationen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen theoretische Grundlagen der räumlichen Ökonomie und regionalen Wachstumstheorien kennen; sie sollen die Kompetenz erwerben, raumwissenschaftliche und regionalökonomische Konzepte und Theorien auf konkrete Fragestellungen aus ihrem Studienbereich anwenden zu können.				

Inhalt	Ursprung der "Raumwirtschaftslehre" Regionalwirtschaftliche Kennzahlen und Wachstumsanalyse Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Wachstumstheorien Regionale Innovationstheorie (Innovationsprozesse, Clustertheorie und Innovationspolitik) Regionaler Arbeitsmarkt Theorie und politische Implikationen an Beispielen (Neue Regionalpolitik NRP, regionale Innovationssysteme RIS) Evaluation Politikinstrumente der Regionalentwicklung Gastreferat und Einbezug aktueller Ereignisse und Medien		
Skript	Die Vorlesungsmaterialien werden auf folgenden Websites jeweils im Voraus aufgeschaltet:  <a href="http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html">http://irl.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/regional_economics.html</a>		
Literatur	Die Unterlagen werden abgegeben, es werden Hinweise auf die nachfolgende, freiwillige Fachliteratur gegeben:  Bathelt, H., Glückler J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 4. Auflage. ISBN: 978-3-8252-8728-3  Eisenhut, P. und Sturm J-E. (2022): Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2022/2023. Rüegger Verlag, Zürich. ISBN: 978-3-7253-1081-4  Eckey, H.-F. (2008): Regionalökonomie. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-8349-0999-2		
Voraussetzungen / Besonderes	Deutsch		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft

<b>701-1674-00L</b>	<b>Spatial Analysis, Modelling and Optimisation</b> <i>Voraussetzung: Teilnahme an der Lehrveranstaltung 701-0951-00L "GIS - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien" oder eine gleichwertige Vorbildung.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. A. M. Niederhuber, V. Griess, A. Semiao Ramos Cordeiro Dias</b>
Kurzbeschreibung	Problems encountered in forest- and landscape management often have a spatial dimension. Methods and technics of geoinformation sciences GIS and/or optimization give support to identify good solutions. Students learn to conceptualize, implement and combine I) spatial analysis & modeling of geodata and, II) optimization techniques, based on theoretical inputs and practical work on small projects.				
Lernziel	Understand, search for, and manage various types of geospatial data; Carry out conceptual data modelling for a spatial and/or optimisation problem and translate it into a tangible form within a GIS software; Conceptualize spatial and/or optimisation problems and design a workflow that transitions from "data processing" through "advanced spatial analysis" to "presentation of results"; Implement such a workflow in standard GIS and/or optimisation software, verify and validate the procedures, then present the final results.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge and skills equal those of the course "GIS - Einführung in die räumliche Informationswissenschaften und Technologien"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>103-0488-00L</b>	<b>Master's Project in Spatial Development and Infrastructure Systems ■</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>18A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar erhalten die Studierenden die Gelegenheit, ein Thema Ihrer Wahl vertiefend als Seminararbeit zu bearbeiten und vorzustellen.  Das Thema kann nach Rücksprache mit dem betreuenden Dozenten frei gewählt werden. Es stehen auch Themenvorschläge von den Lehrstühlen zur Verfügung.				
Lernziel	Übung des selbstständigen wissenschaftlichen Arbeitens an einem relevanten Thema aus dem Arbeitsbereich des Master-Studiengangs.				
Inhalt	Thema freier Wahl aus dem Arbeitsbereich des Master-Studiengangs.				

### ► Wahlfächer

Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur individuellen Auswahl offen. Die Studierende haben selbst zu überprüfen, ob sie die Zulassungsvoraussetzungen zu einer Lehrveranstaltung erfüllen.

### ►► Empfohlene Wahlfächer des Studiengangs

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>851-0705-01L</b>	<b>Umweltrecht II: Rechtsgebiete und Fallbeispiele</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Pflüger, A. Gossweiler, C. Jäger</b>
Kurzbeschreibung	Übersicht über ausgewählte Gebiete des schweizerischen Umweltrechts: Immissionsschutz (Lärmschutz, Luftreinhaltung), Klimaschutz, Abfall und Altlasten, Gewässerschutz, Naturschutz, Wald. Erörterungen sowie Vertiefungen anhand von Fallbeispielen und Gastvorträgen.				
Lernziel	Die Teilnehmer kennen die Grundzüge, die wichtigsten Prinzipien und Instrumente in den ausgewählten Gebieten und die Zusammenhänge des schweizerischen Umweltrechts. Sie können Fragen den massgebenden Rechtsgebieten zuordnen und Querbezüge zu anderen Rechtsgebieten herstellen. Sie verstehen, rechtliche Lösungsansätze zu konkreten Problemen zu erarbeiten und die wichtigsten Argumente zu entwickeln.				
Inhalt	Die Vorlesung gliedert sich in einzelne Teile und umfasst hauptsächlich folgende Themen: Grundkonzept des Immissionsschutzes, Lärmschutz und Luftreinhaltung, Klimaschutz, Gewässerschutz, Naturschutz, Wald, Behandlung von Abfällen/Altlasten. Diskussion von konkreten Fällen. Vorgesehen sind zudem zwei Gastreferate von externen Experten.				
Skript	Christoph Jäger/Andreas Bühler, Schweizerisches Umweltrecht, Stämpfli-Skripten, Bern 2016				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorausgesetzt wird der Besuch der Vorlesung "Umweltrecht I: Grundlagen und Konzepte" im Herbstsemester				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>102-0348-00L</b>	<b>Prospective Environmental Assessments</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Hellweg, N. Heeren, A. Spöri</b>
	<i>Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.</i>				
Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.</li> <li>- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.</li> <li>- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.</li> <li>- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies</li> <li>- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scenario analysis</li> <li>- Dynamic material flow analysis</li> <li>- Temporal differentiation in LCA</li> <li>- Systems dynamics tools</li> <li>- Agent based models</li> <li>- Assessment of future and present environmental impact</li> <li>- Case studies</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	

<b>701-1502-00L</b>	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Stauffacher, F. Knaus, B. Vienni Baptista</b>
	<i>Number of participants limited to 25. Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</i>				
	<i>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</i>				
Kurzbeschreibung	This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society.				
	In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne.				
Lernziel	Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.				

Inhalt	<p>The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered. The following people coach and support the students in the 2024 case study:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)</li> <li>• Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)</li> </ul> <p>During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller</li> </ul> <p>Advisory group: We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab). If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.</p> <p>Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</p> <p>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</p> <p>The following parallel course is the perfect complement to the tdCS: 701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools" Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.</p>		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert
<b>101-0278-00L</b>	<b>Flood Protection</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.		
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.		
Inhalt	<p>Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge. Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet). Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes. Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen. Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder). Objektschutz als weiterführende Massnahme. Unterhalt. Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen. Schadenbestimmung und Risikoabschätzung. Umgang mit dem verbleibenden Risiko. Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen. Angepasste Vorgehensweise. Umgang mit Schwemmh Holz. Oberflächenabfluss. Projektbeispiele in der Schweiz. Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe. Exkursion.</p>		
Skript	Hochwasserschutz-Skript		
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert
<b>052-0802-00L</b>	<b>Global History of Urban Design II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>T. Aversa</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the history of the city, as well as on the ideas, processes and actors that propel their development and transformation. This course approaches the history of urban design as a cross-cultural field of knowledge that integrates scientific, economic and technical innovation as well as social and cultural change.		

Lernziel	The lectures in this course deal with the definition of urban design as an independent discipline that nevertheless maintains strong connections with other disciplines and fields that affect the transformation of the city (e.g. politics, sociology, geography, etc). The aim is to introduce students to the multiple theories, concepts and approaches of urban design that have been articulated from the turn of the 20th century to today, in a variety of cultural contexts. The course thus offers a historical and theoretical framework for students' future design work.
Inhalt	22.02.2024 2.01: The Long 20th Century and Its Challenges 29.02.2024 2.02: Housing and the Industrial City 07.03.2024 2.03: Cities and Ideologies 14.03.2024 2.04: Envisioning Urban Utopias 21.03.2024 No Lecture (Seminar week) 28.04.2024 2.05: Reconstructing the City, Constructing New Towns 04.04.2024 No Lecture (Easter break) 11.04.2024 2.06: New Capitals for New Democracies, New Institutions for Old Democracies (guest lecture) 18.04.2024 2.07: Rethinking Masterplanning 25.04.2024 2.08: Countercultural Experiments with Urbanity 02.05.2024 2.09: Finding Meaning in the Postmodern City 09.05.2024 No Lecture (Ascension Day) 16.05.2024 2.10: Open- Ended Strategies for Imploding Cities
Skript	Prior to each lecture a chapter of the reader (Skript) will be made available through the webpage of the Chair. These Skripts will introduce the lecture, as well as the basic visual references of each lecture, key dates and events, and references to further/additional readings.
Literatur	The book that will function as main reference literature throughout the course is:

-Tom Avermaete, Janina Gosseye, Urban Design in the 20th Century: A History (Zürich: gta Verlag, 2021).

Other books that provide background information for the course are:

-Eric Mumford, Designing the Modern City: Urban Design Since 1850 (New Haven, CT: Yale University Press, 2018)

-Francis D. K. Ching, Mark Jarzombek and Vikramditya Prakash, A Global History of Architecture (Hoboken: Wiley & Sons, 2017)

-David Grahame Shane, Urban Design Since 1945: A Global Perspective (Hoboken: Wiley & Sons, 2011)

These books will be reserved for consultation in the ETH Baubibliothek, and will not be available for individual loans. A list of further recommended literature will be found within each chapter of the reader (Skript).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>701-0518-00L</b>	<b>Bodenressourcen und Global Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Dötterl, K. Meusburger Di Bella</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bedeutung, Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und der Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. Wir behandeln hierbei die Thematik mit Beispielen aus dem globalen, europäischen und Schweizer Kontext.				
Lernziel	Verständnis der - globale Rahmenbedingungen unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden  - Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für Bodenressourcen  - Folgen des Klima- und Landnutzungswandels auf die Entwicklung von Bodenressourcen  - Kompetenzen zu Prozessverständnis, Systemverständnis sowie Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung werden gelehrt und geprüft.				

Inhalt Trotz ihrer zahlreichen Funktionen und ihrer Rolle bei der Bewertung von Ökosystem-Dienstleistungen sind Böden und deren Vielfalt oft kein zentrales Thema, wenn es um die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte geht. Zwar werden in vielen Disziplinen Böden als Schnittstelle zwischen belebter und unbelebter Natur wahrgenommen. Allzu oft werden Bodenprozesse dabei aber nur stark vereinfacht für Nutzungskonzepte oder Modellierungen von Umwelt- und Agrarsystemen einbezogen. Diese Vereinfachung entspricht nicht der grossen, globalen Vielfalt an Böden. Sie unterscheiden sich oftmals stark in Bezug auf ihre Resilienz gegen Belastungen und ihre Fähigkeit, sich von diesen zu erholen. Auch in der breiten Bevölkerung ist die Wahrnehmung der Bedeutung von Böden als Grundlage unserer Ökosysteme bestenfalls diffus. So werden zwar Massnahmen zum lokalen Bodenschutz und zur Renaturierung von naturnahen Ökosystemen breit unterstützt, aber im Geldbeutel und beim Konsumverhalten soll sich möglichst wenig ändern. Verschiebungseffekte und intensivere Nutzung von Böden und Ökosystemressourcen in Ländern des globalen Südens sind die Folge.

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Bedeutung, die Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und in die Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. So geht die Vorlesung auch auf folgende aktuelle Themen ein: Was sind die Folgen unterschiedlicher Konflikte (z.B. russischer Überfall auf die Ukraine) für die Bodengesundheit und Nahrungsproduktion der betroffenen Region für den Weltmarkt? Was sind die Folgen des Klimawandels für die Kohlenstoffspeicherung in Schweizer Bergböden? Oder: Wie wirkt sich die massive Abholzung und Bodendegradation auf Nährstoffkreisläufe in tropischen Böden aus? Die Vorlesung richtet sich an Studierende höherer Semester im Bachelorstudiengang Umweltnatur-, Agrar- und Umweltingenieurwissenschaften sowie an Studierende früher Semester in den gleichlautenden Masterprogrammen. Sie gibt einen Überblick zu den globalen Rahmenbedingungen, unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden. Zudem beleuchtet sie das Einwirken des Menschen auf unterschiedliche Bodentypen und wie dieses die Böden verändert. Gelehrt werden dabei vor allem Kompetenzen zum Prozess- und Systemverständnis sowie zur Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung.

Indirekte Eingriffe wie die Auswirkungen des Klimawandels (Klimaerwärmung, Permafrost oder Trockenstress) werden dabei ebenso behandelt wie direkte Eingriffe durch die Landnutzung (Erosion, chemische Belastungen oder Zerstörung von Böden). Thematisiert werden auch Bodenfunktionen und Bodenbildung, Unterschiede in der regionalen und globalen Bodenentwicklung, Eingriffe in den Wasser- und Lufthaushalt von Böden, Formen von Bodenbelastung sowie regionale und globale Abschätzungen der Belastungen von Böden. Im Zentrum stehen dabei stets die Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für biogeochemische (Nährstoff)Kreisläufe, für den Landschaftswasserkreislauf und die Einschränkung von Bodenfunktionen durch Bodendegradation.

Neben diesen Schwerpunkten im Bereich Bodendegradation und Bodenentwicklung gibt die Vorlesung auch Einblicke in Methoden der regenerativen Landwirtschaft, der Bodenverbesserung und Sanierung von schadstoffbelasteten Böden. Zuletzt beleuchtet die Vorlesung planerische und gesetzliche Umsetzung des Bodenschutzes mit Beispielen aus unterschiedlichen Klima- und Bodennutzungszonen um den Studierenden einen Einblick in die spätere berufliche Praxis der angehenden Umwelt- und Agrarwissenschaftler zu geben.

Skript Unterlagen werden zum Download bereitgestellt. Nach jeder Session werden aktuelle wissenschaftliche Artikel zur Nachbereitung empfohlen.

Literatur Lehrbücher zum nachschlagen:

- Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde, 17th ed., Springer, Heidelberg, 2016.

- Brady N.C. and Weil, R.R. The Nature and Properties of Soils. 14th ed., Prentice Hall, 2007.

- Press & Siever: Allgemeine Geologie, 7th ed., Springer, Heidelberg, 2016

- Mason/Burt - Physical Geography -5th edition, Oxford, 2015

Voraussetzungen / Besonderes Interesse an physischer Geographie und Bodenentwicklung. Grundkenntnisse Chemie, Biologie, Geologie. Vorherige Teilnahme an der Vorlesung "Pedosphere" (701- 0501-00L) ist sehr empfohlen. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung werden vorausgesetzt.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**061-0110-00L History and Theory of Landscape Architecture II W 2 KP 2V A. Bucher**

Kurzbeschreibung Landscape architecture connects different scientific disciplines, epistemological standpoints and different practices. This lecture series discusses relevant theories and concepts of landscape in their respective contexts of thought as well as by means of case studies and exemplary projects.

Lernziel The course provides an overview of currently relevant understandings and theories of landscape. Students learn about different theoretical perspectives and case studies and how to relate them to their own work. The goal is to develop a sustainable basis for thinking and acting for a context-sensitive design practice that is embedded in larger contexts/problem situations.

Inhalt Landscape as a multi-perspective subject has problematized the dichotomy of nature and culture/art/technology as well as existing disciplinary determinations. Landscape means many things at the same time and is basically in a state of change. The course discusses different assumptions and viewpoints that has shaped the understanding of landscape (and nature), as well as its planning and design, in recent decades. It starts from landscape as an expanded field in which not only specifically scientific, but also overarching aesthetic, ecological, global, indigenous, decolonial, feminist, participatory, hybrid and other conceptions of landscape and nature have become established. Along these different theoretical conceptions and landscape discourses and in view of significant case studies and landscape practices, an understanding of nature and landscape adapted to the problem situation shall be discussed.

Literatur A definitive reading list will be provided at the beginning of the course

Voraussetzungen / Besonderes 1st priority: MScLA  
2nd priority: MScARCH  
Student limit: 20

It is also highly recommended to visit the lecture series D-ARCH, LV-063-0502-00 (no credits).

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Problemlösung	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>052-0708-00L</b>	<b>Urban Design IV</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Klumpner, F. T. Salva Rocha Franco</b>
Kurzbeschreibung	Students are introduced to a narrative of 'Urban Stories' through a series of three tools driven by social, governance, and environmental transformations in today's urbanization processes. Each lecture explores one city's spatial and organizational ingenuity born out of a particular place's realities, allowing students to transfer these inventions into a catalog of conceptual tools.				
Lernziel	How can students of architecture become active agents of change? What does it take to go beyond a building's scale, making design-relevant decisions to the city rather than a single client? How can we design in cities with a lack of land, tax base, risk, and resilience, understanding that Zurich is the exception and these other cities are the rule? How can we discover, set rather than follow trends and understand existing urban phenomena activating them in a design process? The lecture series produces a growing catalog of operational urban tools across the globe, considering Governance, Social, and Environmental realities. Instead of limited binary comparing of cities, we are building a catalog of change, analyzing what design solutions cities have been developing informally incrementally over time, why, and how. We look at the people, institutions, culture behind the design and make concepts behind these tools visible. Students get first-hand information from cities where the chair as a Team has researched, worked, or constructed projects over the last year, allowing competent, practical insight about the people and topics that make these places unique. Students will be able to use and expand an alternative repertoire of experiences and evidence-based design tools, go to the conceptual core of them, and understand how and to what extent they can be relevant in other places. Urban Stories is the basic practice of architecture and urban design. It introduces a repertoire of urban design instruments to the students to use, test, and start their designs.				
Inhalt	<p>Urban form cannot be reduced to physical space. Cities result from social construction, under the influence of technologies, ecology, culture, the impact of experts, and accidents. Urban un-concluded processes respond to political interests, economic pressure, cultural inclinations, along with the imagination of architects and urbanists and the informal powers at work in complex adaptive systems. Current urban phenomena are the result of urban evolution. The facts stored in urban environments include contributions from its entire lifecycle, visible in the physical environment, but also for non-physical aspects. This imaginary city exists along with its potentials and problems and with the conflicts that have evolved. Knowledge and understanding, and critical observation of the actions and policies are necessary to understand the diversity and instability present in the contemporary city and understand how urban form evolved to its current state.</p> <p>How did cities develop into the cities we live in now? Urban plans, instruments, visions, political decisions, economic reasonings, cultural inputs, and social organizations have been used to operate in urban settlements in specific moments of change. We have chosen cities that exemplify how these instruments have been implemented and how they have shaped urban environments. We transcribe these instruments into urban operational tools that we have recognized and collected within existing tested cases in contemporary cities across the globe.</p> <p>This lecture series will introduce urban knowledge and the way it has introduced urban models and operational modes within different concrete realities, therefore shaping cities. The lecture series will translate urban knowledge into operational tools extracted from cities where they have been tested and become exemplary samples, most relevant for understanding how the urban landscape has taken shape. The tools are clustered in twelve thematic clusters and three tool scales for better comparability and cross-reflection.</p> <p>The Tool case studies are compiled into a global urbanization toolbox, which we use as typological models to read the city and critically reflect upon it. The presented contents are meant to serve as inspiration for positioning in future professional life and provide instruments for future design decisions.</p> <p>In an interview with a local designer, we measure our insights against the most pressing design topics in cities today, including inclusion, affordable housing, provision of public spaces, and infrastructure for all.</p>				
Skript	<p>The learning material, available via <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> is comprised of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toolbox 'Reader' with an introduction to the lecture course and tool summaries</li> <li>- Weekly exercise tasks</li> <li>- Infographics with basic information of each city</li> <li>- Quiz question for each tool</li> <li>- Additional reading material</li> <li>- Interviews with experts</li> <li>- Archive of lecture recordings</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reading material will be provided throughout the semester.</li> <li>- Please see 'Skript', (a digital reader is available).</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>"Semesterkurs" (semester course) students from other departments, students taking this lecture as GESS / Studium Generale course, and exchange students must submit a research paper, which will be subject to the performance assessment: "Bestanden" (pass) or "Nicht bestanden" (failed). The performance assessment type for "Urban Design III: Urban Stories" taken as a semester course is categorized as "unbenotete Semesterleistung" (ungraded semester performance).</p>				

<b>851-0585-38L</b>	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliaskaite</b>
	<p><i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i></p> <p><i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS</i></p>				



**Kurzbeschreibung** This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.

**Lernziel** The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to:

1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems.
2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses.
3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.

**Inhalt** Will be provided on a separate course webpage.

**Skript** Slides will be provided.

**Literatur** Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media.  
<https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392>

Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766>

Chakrabarti, A., Bakar, K., & Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press.  
 doi:10.1017/9781108953597  
<https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8>

Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press.  
<https://www.databookuw.com/>

Further literature will be recommended in the lectures.

**Voraussetzungen / Besonderes** Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.

We recommend this course for students in the 4th semester or above.

Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert
Anpassung und Flexibilität		geprüft	
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

**052-0706-00L**    **Landschaftsarchitektur II**    **W**    **2 KP**    **2V**    **A. Bucher**

**Kurzbeschreibung** Seit der Jahrtausendwende prägen Themen und Kontexte wie Klimawandel, Migration, Digitalisierung etc. die Naturgestaltung. Die Vorlesungen befassen sich mit Schlüsselthemen und Kontexten der Landschaftsarchitektur im 21. Jahrhundert sowie mit deren transdisziplinären Ansätzen.

**Lernziel** Überblick über gegenwärtige und kommende Aufgabenfelder der Landschaftsarchitektur. Kritische Reflexion zeitgenössischer Entwurfspraxis und Vermittlung von Ansätzen eines neuen Zugangs zur Gestaltung von Landschaft.

**Inhalt** Die Vorlesungsreihe "Theorie und Entwurf der zeitgenössischen Landschaftsarchitektur"(Landschaftsarchitektur II) schliesst an die Vorlesung "Geschichte und Theorie der Gartenkunst und Landschaftsarchitektur" (Landschaftsarchitektur I) an. Sie konzentriert sich nicht nur auf stilistische Fragen der Landschaftsarchitektur, sondern auch auf anstehende Aufgaben wie Revitalisierung von Landschaften, Nachhaltigkeit etc. Vorgestellt werden Gestaltungsansätze, die sich kritisch mit überkommenen Naturbildern auseinandersetzen. Die Themenfelder Ort, Boden, Wasser und Vegetation bieten dabei praktisches Anschauungsmaterial für den landschaftsarchitektonischen Entwurf.

**Skript** Kein Skript. Handout und prüfungsrelevante Literatur werden zur Verfügung gestellt.

**Literatur** Für die Prüfung wird eine Literaturliste zusammengestellt.

**Voraussetzungen / Besonderes** Allgemeine Hinweise zur Prüfung:

Bachelorstudierende: Als Grundlage für die Prüfungsvorbereitung dienen das in der Vorlesung vermittelte Wissen und die prüfungsrelevante Literatur, die der Lehrstuhl zur Verfügung stellt. Die Vorlesung ist als Jahreskurs angelegt. Da in der schriftlichen Sessionsprüfung Kenntnisse aus den beiden Vorlesungsreihen Landschaftsarchitektur I und II überprüft werden, wird unbedingt angeraten, die Vorlesung über zwei Semester zu besuchen.

Kurz vor Semesterende werden die Prüfungsthemen bekannt gegeben. Die Professur stellt zu den Prüfungsthemen Texte als pdf zum Download zur Verfügung. Diese dienen dem vertieften Verständnis der Vorlesung.

Mobilitätsstudierende oder Studierende anderer Departemente: Studierende, welche die Vorlesung nur über ein Semester besuchen, schliessen die Vorlesung mit einer mündlichen Semesterendprüfung ab. Auch hier stellt die Professur prüfungsrelevante Literatur als Download zur Verfügung. Die Studierenden werden gebeten, sich vorab per Email bei der Professur zu melden.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>363-1191-00L</b>	<b>#AI4Impact: Machine Learning for Social Impact</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Boateng</b>
Kurzbeschreibung	How can AI be leveraged to make real-world impact? This course will introduce students to the fundamentals of machine learning (ML) in a hands-on manner with a focus on applying them to address challenges that will impact people's lives in areas such as health, education, legal, and the UN Sustainable Development Goals more broadly.				
Lernziel	This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Students will learn machine learning concepts such as classification, regression, deep learning, natural language processing, and generative AI, and apply them to real-world datasets in hands-on labs. Furthermore, students will learn to work together in teams to develop ML systems that make real-world impact. After taking this course, students will be able to explore and preprocess data, engineer and select relevant features, train relevant ML models, and conduct thorough experiments to evaluate model performance using appropriate metrics. The hope is that learners will leave the course adequately equipped and inspired to use their newly acquired ML superpowers to make the world a much better place!				
Inhalt	<p>This course seeks to introduce students without prior machine learning (ML) experience backgrounds to the fundamentals of ML and give them hands-on skills to apply ML to solve problems that make real-world impact. Programming experience in Python is a requirement. No prior experience with machine learning is required.</p> <p>The course is structured in lectures, hands-on coding exercises, assignments, and course projects.</p> <p><b>Lectures</b> In the lectures, the students will be introduced to the fundamentals of ML along with relevant applications. Various topics include algorithms for classification, regression, deep learning, natural language processing, generative AI, and ML pipelines consisting of data exploration and preprocessing, feature extraction and engineering, model training, and evaluation. Lectures will include in-class coding exercises and discussions. It will also feature guest lecturers (e.g., practitioners) who will give talks on ML systems that they have developed and deployed for impact.</p> <p><b>Assignments</b> Students will work individually to apply the ML concepts introduced in the lectures on provided datasets for impact. Emphasis will be placed on facilitating an intuitive and hands-on understanding of ML models and how to make them work on messy real-world datasets and contexts.</p> <p><b>Course Projects</b> The course project will put everything together and will be the key deliverable. Students will work collaboratively in teams to implement an ML system for social impact, write a paper on the work with the caliber to be accepted at an applied ML conference in the relevant domain, and present it. Students will be responsible for finding relevant datasets for use. We will explore collaborations with NGOs and companies to make available relevant datasets to use for the project.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	(1) Programming experience in Python (2) Passionate about making social impact with technology				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

►► **Wahlfächer ETH Zürich**

## ► Wissenschaft im Kontext

Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für  
das D-BAUG

siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH

siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung  
allgemeiner Reflexionsfähigkeiten

## ► Auflagen-Lerneinheiten

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0031-AAL	<b>Systems Engineering</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	4 KP	9R	B. T. Adey
Kurzbeschreibung	<p>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Systems Engineering is a way of thinking that helps engineer sustainable systems, i.e. ones that meet the needs of stakeholders in the short, medium and long terms.</li> <li>This course provides an overview of the main principles of Systems Engineering, and includes an introduction to the use of operations research methods in the determination of optimal systems.</li> </ul>				
Lernziel	<p>The world's growing population, changing demographics, and changing climate pose formidable challenges to humanity's ability to live sustainably. Ensuring that humanity can live sustainably requires accommodating Earth's growing and changing population through the provision and operation of a sustainable and resilient built environment. This requires ensuring excellent decision-making as to how the built environment is constructed and modified.</p> <p>The objective of this course is to ensure the best possible decision making when engineering sustainable systems, i.e. ones that meet the needs of stakeholders in the short, medium and long term. In this course, you will learn the main principles of Systems Engineering that can help you from the first idea that a system may not meet expectations, to the quantitative and qualitative evaluation of possible system modifications. Additionally, the course includes an introduction to the use of operations research methods in the determination of optimal solutions in complex systems.</p> <p>More specifically upon completion of the course, you will have gained insight into:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>how to structure the large amount of information that is often associated with attempting to modify complex systems</li> <li>how to set goals and define constraints in the engineering of complex systems</li> <li>how to generate possible solutions to complex problems in ways that limit exceedingly narrow thinking</li> <li>how to compare multiple possible solutions over time with differences in the temporal distribution of costs and benefits and uncertainty as to what might happen in the future</li> <li>how to assess values of benefits to stakeholders that are not in monetary units</li> <li>how to assess whether it is worth obtaining more information in determining optimal solution</li> <li>how to take a step back from the numbers and qualitatively evaluate the possible solutions in light of the bigger picture</li> <li>the basics of operations research and how it can be used to determine optimal solutions to complex problems, including linear, integer and network programming, dealing with multiple objectives and conducting sensitivity analyses.</li> </ul>				
Inhalt	<p>This is a self-study course, there are no lectures or help sessions. A Moodle page with the relevant literature, study materials, and course information is provided. For questions regarding course content or administration, students may approach the lecturers/teaching assistants.</p>				
Literatur	<p>The script for the original course is in German. The English material that can be used for the self-study course is:</p> <p>2 Books (provided as PDFs):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blanchard, B.S., and Fabrycky W.J., (2008), Systems Engineering and Analysis, 5th International Edition, Prentice Hall, Chapters 1-7</li> <li>Revelle, C.S., Whitlatch, E.E., and Wright, J.R., (2003), Civil and Environmental Systems Engineering, 2nd Edition, Prentice Hall, Chapters 2-5, 9, 12, 13</li> </ul>				
Kompetenzen	2 exams from previous semesters (2017 and 2021) for practice, with solutions provided.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
101-0515-AAL	<b>Project Management</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	2 KP	4R	B. T. Adey
Kurzbeschreibung	<p>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</p> <p>General introduction to the development, the life cycle and the characteristics of projects. Introduction to, and experience with, the methods and tools to help with the preparation, evaluation, organisation, planning, controlling and completion of projects.</p>				
Lernziel	<p>To introduce the methods and tools of project management. To impart knowledge in the areas of project organisation and structure, project planning, resource management, project controlling and on team leadership and team work.</p>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- From strategic planning to implementation (Project phases, goals, constraints, and feasibility)</li> <li>- Project leadership (Leadership, Teams)</li> <li>- Project organization (Structure)</li> <li>- Project planning (Schedule, cost and resource planning)</li> <li>- Project controlling</li> <li>- Risk and Quality Management</li> <li>- Project completion</li> </ul>				

Skript	This is a self-study course, there are no lectures or help sessions. A Moodle page with the relevant literature, study materials, and course information is provided. For questions regarding course content or administration, students may approach the lecturers/teaching assistants.		
Literatur	Material that can be used for the self-study course is:		
	2 Books:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shtub, Bard and Globerson, 2nd ed. Chapters 1, 6-11 (provided as PDFs)</li> <li>• Nicholas and Steyn, 4th ed., Chapters 1, 5-15 (Available online)</li> </ul>		
Kompetenzen	2 exams from previous semesters (2012 fall and spring) for practice, with solutions provided.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>103-0313-AAL</b>	<b>Spatial Planning and Landscape Development</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>A. Grêt-Regamey</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	The lecture introduce into the main-features of spatial planning. Attended will be the themes planning as a national responsibility, instruments of spatial planning, techniques for problem-solutions in spatial planning and the swiss concept for regional planning.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To get to know the interaction between the community and our living space and their resulting conflicts.</li> <li>- Link theory and practice in spatial planning.</li> <li>- To get to know instruments and facilities to process problems in spatial planning.</li> </ul>				

<b>103-0414-AAL</b>	<b>Transport Basics</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>F. Corman</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Introduction to the fundamentals of transportation</li> <li>-Developing an understanding of the interactions between land use and transportation</li> <li>-Introduction to the dynamics of transport systems: daily patterns and historical developments</li> </ul>				
Lernziel	Introduction to the fundamentals of transportation.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Accessibility</li> <li>-Equilibrium in transport networks</li> <li>-Fundamental transport models</li> <li>-Traffic flow and control</li> <li>-Vehicle dynamics on rail and road</li> <li>-Transport modes and supply patterns</li> <li>-Time tables</li> </ul>				

#### Raumentwicklung und Infrastruktursysteme Master - Legende für Typ

W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet
E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Z	Zusatzangebot zum VLV	O	Obligatorisch

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor

## ► Obligatorische Fächer des Basisjahres

### ►► Basisprüfungsblock 1

Wird im Herbstsemester angeboten.

### ►► Basisprüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0232-10L</b>	<b>Analysis 2</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>F. Ziltener</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung.				
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Analysis				
Inhalt	Differenzierbare Abbildungen, Maxima und Minima, der Satz ueber implizite Funktionen, mehrfache Integrale, Integration ueber Untermannigfaltigkeiten, die Saetze von Gauss und Stokes.				
Skript	Christian Blatter: Ingenieur-Analysis (Kapitel 4-6). Konrad Koenigsberger, Analysis II.				
<b>401-0302-10L</b>	<b>Komplexe Analysis</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>M. Akveld, C. Urech</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Komplexen Analysis in Theorie und Anwendung, insbesondere globale Eigenschaften analytischer Funktionen. Einführung in die Integraltransformationen und Beschreibung einiger Anwendungen				
Lernziel	Erwerb von einigen grundlegenden Werkzeuge der komplexen Analysis.				
Inhalt	Beispiele analytischer Funktionen, Cauchyscher Integralsatz, Taylor- und Laurententwicklungen, Singularitäten analytischer Funktionen, Residuenkalkül. Fourierreihen und Fourier-Transformation, Laplace-Transformation.				
Literatur	J. Brown, R. Churchill: "Complex Analysis and Applications", McGraw-Hill 1995  T. Needham. Visual complex analysis. Clarendon Press, Oxford. 2004.  M. Ablowitz, A. Fokas: "Complex variables: introduction and applications", Cambridge Text in Applied Mathematics, Cambridge University Press 1997  E. Kreyszig: "Advanced Engineering Analysis", Wiley 1999  J. Marsden, M. Hoffman: "Basic complex analysis", W. H. Freeman 1999  P. P. G. Dyke: "An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series", Springer 2004  A. Oppenheim, A. Willsky: "Signals & Systems", Prentice Hall 1997  M. Spiegel: "Laplace Transforms", Schaum's Outlines, Mc Graw Hill				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Analysis I und II				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>402-0044-00L</b>	<b>Physik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>L. P. Gallmann</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise in der Physik unter Zuhilfenahme von Demonstrationsexperimenten: Elektrizität und Magnetismus, Licht, Einführung in die Moderne Physik.				
Lernziel	Vermittlung der physikalischen Denk- und Arbeitsweise und Einführung in die Methoden in einer experimentellen Wissenschaft. Der Studenten/in soll lernen physikalische Fragestellungen im eigenen Wissenschaftsbereich zu identifizieren, zu kommunizieren und zu lösen.				
Inhalt	Elektrizität und Magnetismus (elektrischer Strom, Magnetfelder, magnetische Induktion, Magnetismus der Materie, Maxwellsche Gleichungen) Optik (Licht, geometrische Optik, Interferenz und Beugung) Kurze Einführung in die Quantenphysik				
Skript	Die Vorlesung richtet sich nach dem Lehrbuch "Physik" von Paul A. Tipler				
Literatur	Paul A. Tipler and Gene Mosca Physik Springer Spektrum Verlag				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>529-4000-00L</b>	<b>Chemie</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>T. Segawa</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Chemie mit Aspekten aus der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie.				
Lernziel	- Einfache Modelle der chemischen Bindung und der dreidimensionalen Struktur von Molekülen verstehen - Ausgewählte chemische Systeme anhand von Reaktionsgleichungen und Gleichgewichtsrechnungen beschreiben und quantitativ erfassen - Grundlegende Begriffe der chemischen Kinetik (z. B. Reaktionsordnung, Geschwindigkeitsgesetz und -konstante) verstehen und anwenden.				
Inhalt	Periodisches System der Elemente, chemische Bindung (LCAO-MO), molekulare Struktur (VSEPR), Reaktionen, Gleichgewicht, chemische Kinetik.				
Skript	Kopien der Vorlesungs-Präsentationen und weitere Unterlagen werden abgegeben.				
Literatur	C.E. Housecroft, E.C. Constable, Chemistry. An Introduction to Organic, Inorganic and Physical Chemistry, 4th ed., Pearson: Harlow 2010. C.E. Mortimer, U. Müller, Chemie, 11. Auflage, Thieme: Stuttgart 2014.				
<b>252-0002-00L</b>	<b>Datenstrukturen &amp; Algorithmen</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U</b>	<b>M. Fischer, F. Friedrich Wicker</b>

Kurzbeschreibung	Der Kurs vermittelt die Grundlagen für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen. Anhand klassischer Probleme werden gängige Datenstrukturen, Algorithmen und Paradigmen für den Algorithmenentwurf diskutiert. Der Kurs umfasst auch eine Einführung in die parallele und nebenläufige Programmierung und das Programmiermodell von C++ wird eingehend diskutiert.		
Lernziel	Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen. Wissen um die Chancen, Probleme und Grenzen der parallelen und nebenläufigen Programmierung. Vertiefter Einblick in ein modernes Programmiermodell anhand der Programmiersprache C++.		
Inhalt	<p>Datenstrukturen und Algorithmen: Mathematische Tools für die Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionenwachstum, Rekursionsgleichungen, Rekursionsbäume), informelle Beweise für die Korrektheit von Algorithmen (Invarianten und Codetransformation), Entwurfparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Induktion, Divide-and-Conquer, Sweep-Line-Methode, Backtracking und dynamische Programmierung), klassische algorithmische Probleme (Suche, Auswahl und Sortierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verkettete Listen, Hash-Tabellen, balancierte Suchbäume, Quad-Trees, Heaps, Union-Find), weitere Tools für die Laufzeitanalyse (z.B. amortisierte Analyse). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird anhand von geometrischen Problemen (konvexe Hülle, Linienschnitte, dichteste Punktepaare) und Graphenalgorithmen (Traversierungen, topologische Sortierung, transitive Hülle, kürzeste Pfade, minimale Spannbäume, maximaler Fluss) illustriert.</p> <p>Programmiermodell von C++: korrekte und effiziente Speicherbehandlung, generische Programmierung mit Templates, funktionale Ansätze mit Funktoren und Lambda-Ausdrücken.</p> <p>Parallele Programmierung: Konzepte der parallelen Programmierung (Amdahl/Gustavson, Task/Daten-Parallelität, Scheduling), Probleme der Nebenläufigkeit (data races, bad interleavings, memory reordering), Prozess-Synchronisation und Kommunikation in einem Shared-Memory-System (Mutual Exclusion, Semaphoren, Monitore, Condition-Variablen), Fortschrittsbedingungen (Deadlock-Freiheit, Starvation).</p> <p>Die im Kurs vermittelten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und illustriert.</p> <p>Die Übungen werden in Code-Expert, einer Online-IDE und einem Übungsmanagementsystem, durchgeführt.</p> <p>Alle benötigten mathematischen Tools ausserhalb des Schulwissens werden im Kurs behandelt, einschliesslich einer Einführung zur Graphentheorie.</p>		
Literatur	(auf der Kurshomepage angegeben)		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: Vorlesung 252-0835-00L Informatik I 252-0835-00L oder äquivalente Kenntnisse in der Programmierung mit C++.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft gefördert

## ► Grundlagenfächer

### ►► Block G1

Die Lehrveranstaltungen von Block G1 finden im Herbstsemester statt.

### ►► Block G2

Die Lehrveranstaltungen von Block G2 finden im Herbstsemester statt.

### ►► Block G3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-0674-00L	<b>Numerical Methods for Partial Differential Equations</b> <i>Nicht für Studierende BSc/MSc Mathematik</i>	O	10 KP	2G+2U+2P+4A R.	Hiptmair
Kurzbeschreibung	Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations: convection-diffusion, heat equation, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.				
Lernziel	Main skills to be acquired in this course: * Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently. * Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations. * Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory * Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm. * Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations. * Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.				
Inhalt	This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages. Second-order scalar elliptic boundary value problems Finite-element methods (FEM) FEM: Convergence and Accuracy Non-linear elliptic boundary value problems Second-order linear evolution problems Convection-diffusion problems Numerical methods for conservation laws				
Skript	The lecture will be taught in flipped classroom format: - Video tutorials for all thematic units will be published online. - Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF. - A comprehensive lecture document will cover all aspects of the course, see <a href="https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf">https://www.sam.math.ethz.ch/~grsam/NUMPDEFL/NUMPDE.pdf</a>				

Literatur Chapters of the following books provide supplementary reading (detailed references in course material):

- \* D. Braess: Finite Elemente, Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2007 (available online).
- \* S. Brenner and R. Scott. Mathematical theory of finite element methods, Springer 2008 (available online).
- \* A. Ern and J.-L. Guermond. Theory and Practice of Finite Elements, volume 159 of Applied Mathematical Sciences. Springer, New York, 2004.
- \* Ch. Großmann and H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer 2007.
- \* W. Hackbusch. Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment, volume 18 of Springer Series in Computational Mathematics. Springer, Berlin, 1992.
- \* P. Knabner and L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, volume 44 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.
- \* S. Larsson and V. Thomée. Partial Differential Equations with Numerical Methods, volume 45 of Texts in Applied Mathematics. Springer, Heidelberg, 2003.
- \* R. LeVeque. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.

However, study of supplementary literature is not important for following the course.

Voraussetzungen / Besonderes Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.

Important: Coding skills and experience in C++ are essential.

Homework assignments involve substantial coding, partly based on a C++ finite element library. The written examination will be computer based and will comprise coding tasks.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert

<b>401-0604-00L</b>	<b>Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Wahrscheinlichkeitsmodelle und Anwendungen, Einführung in Schätztheorie und statistische Testtheorie				
Lernziel	Fähigkeit, die behandelten wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden und Modelle zu verstehen und anzuwenden. Fähigkeit, einfache statistische Tests selbst durchzuführen und die Resultate zu interpretieren				
Inhalt	Der Begriff Wahrscheinlichkeitsraum und einige klassische Modelle: Axiome von Kolmogorov, einfache Folgerungen, diskrete Modelle, Dichtefunktionen, Produktmodelle, Zusammenhang zwischen den bisher betrachteten Modellen, Verteilungsfunktionen, Transformation von Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Bedingte Wahrscheinlichkeiten: Definition und Beispiele, Berechnung von absoluten aus bedingten Wahrscheinlichkeiten, Bayes'sche Regel, Anwendung auf Nachrichtenquellen, bedingte Verteilungen. Erwartungswert einer Zufallsvariablen, Varianz, Kovarianz und Korrelation, lineare Prognosen, Gesetz der grossen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz. Einführung in die Statistik: Schätzung von Parametern, Tests				
Skript	ja				
Literatur	Textbuch: P. Brémaud: 'An Introduction to Probabilistic Modeling', Springer, 1988				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft			
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	gefördert			
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

## ►► Block G4

*Der Prüfungsblock G4 wird ab der Sommersession 2024 in der neuen Zusammensetzung durchgeführt, d. h. ohne das Fach «Quantenmechanik». Die Zusammensetzung des Prüfungsblocks G4 gilt für Studierende, die bis und mit Herbstsemester 2023 noch keinen Versuch des Prüfungsblocks G4 abgelegt haben. Alle anderen Studierenden legen den Prüfungsblock G4 in der bisherigen Zusammensetzung bestehend aus «Quantenmechanik» (529-0431-00L), «Fluiddynamik» (151-0102-00L (!) <https://www.vorlesungen.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?semkez=2023S&ansicht=LEISTUNGSKONTROLLE&lerneinheitId=168461&lang=de>) und «Statistische Physik» (529-0483-00L) ab, einschliesslich einer allfälligen Repetition.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0120-00L</b>	<b>Fluid Dynamics</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>6V+2U</b>	<b>F. Coletti, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	<i>The course (both lecture and exercise) consists of two parts: part 1 will be in English and part 2 in German.</i> An introduction to the physical and mathematical foundations of fluid dynamics is given. Topics include dimensional analysis, integral and differential conservation laws, inviscid and viscous flows, Navier-Stokes equations, boundary layers, turbulence, potential flows, unsteady flows, aerodynamic concepts, vorticity dynamics, compressible flows.				
Lernziel	Introduction to the physical and mathematical principles of fluid dynamics. Fundamental terminology/principles and their application to simple problems. Concepts, phenomena and quantitative description of potential, rotational, and one-dimensional compressible flows.				
Inhalt	Dimensional analysis, integral and differential conservation laws, inviscid and viscous flows, Navier-Stokes equations, boundary layers, turbulence, potential flows, unsteady flows, aerodynamic concepts, vorticity dynamics, compressible flows.				
Literatur	Relevant chapters from the textbook:				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	P.K. Kundu, I.M. Cohen, D.R. Dowling: Fluid Mechanics, Academic Press, 6th ed., 2015				

<b>529-0483-00L</b>	<b>Statistische Physik und Computer Simulation</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. H. Hünenberger, S. Riniker</b>
Kurzbeschreibung	Prinzipien und Anwendungen der statistischen Mechanik und Gleichgewichts-Molekulardynamik, Monte-Carlo-Verfahren, stochastischen Dynamik und freien Energie-Rechnung. Die Übungen verwenden ein Computersimulationsprogramm, um Ensembles zu generieren und danach Ensembledurchschnitte zu berechnen.				
Lernziel	Einführung in die statistische Mechanik mit Hilfe von Computersimulationen; Erwerben der Fertigkeit, Computersimulationen durchzuführen und die Resultate zu interpretieren.				
Inhalt	Prinzipien und Anwendungen der statistischen Mechanik und Gleichgewichts-Molekulardynamik, Monte-Carlo-Verfahren, stochastischen Dynamik und freien Energie-Rechnung. Die Übungen verwenden ein Computersimulationsprogramm, um Ensembles zu generieren und danach Ensembledurchschnitte zu berechnen.				
Literatur	wird in der Vorlesung bekannt gegeben				
Voraussetzungen / Besonderes	Da die Übungen am Computer wesentlich andere Fähigkeiten vermitteln und prüfen als die Vorlesung und schriftliche Prüfung, werden am Ende der Veranstaltung Ergebnisse einer kleinen Programmierarbeit von je zwei TeilnehmerInnen in einer 10 minütigen Präsentation vorgestellt.				
Kompetenzen	Zusätzliche Informationen werden bei Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ► Kernfächer

*Die Anrechnung der Lerneinheit 252-0220-00L Introduction to Machine Learning als Kernfach schliesst deren Anrechnung für das Vertiefungsgebiet Robotik aus.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3670-00L</b>	<b>High-Performance Computing Lab for CSE ■</b> <i>Studierende im Master-Studiengang Rechnergestützte Wissenschaften dürfen die Lerneinheit nur als Auflage belegen.</i>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>4G+1P</b>	<b>R. Käppeli</b>
Kurzbeschreibung	This HPC Lab for CSE will focus on the effective exploitation of state-of-the-art HPC systems with a special focus on Computational Science and Engineering. The content of the course is tailored for 3th year Bachelor students interested in both learning parallel programming models, scientific mathematical libraries, and having hands-on experience using HPC systems.				
Lernziel	A goal of the course is that students will learn principles and practices of basic numerical methods and HPC to enable large-scale scientific simulations. This goal will be achieved within six to eight mini-projects with a focus on HPC and CSE.				
Inhalt	Despite the success of parallel programming languages standardization, there is growing evidence that future computational science applications will depend on a computational software stack. The computational software approach in this HPC Lab is based on building and using small, simple software parts with flexible, easy-to-use interfaces. These simple software parts are toolkits - libraries containing basic services commonly needed by applications - and they build the underlying software layer for computational science and engineering applications. This course will introduce some of the many ways in which mathematical HPC software and numerical algorithms in computer science and mathematics play a role in computational science. The students will learn within several mini-projects how these algorithms and software can be used to enable large-scale scientific applications. It covers topics such as single core optimization for the memory hierarchy, parallel large-scale graph partitioning, parallel mathematical linear solvers, large-scale nonlinear optimization, and parallel software for the mathematical solution of nonlinear partial differential equations. The course takes both an algorithmic and a computing approach, focusing on techniques that have a high level of applicability to engineering, computer science, and industrial mathematics.				
Skript	Link to Moodle course: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=17005">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=17005</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge of the C programming language, parallel programming paradigms such as OpenMP and MPI, and numerical methods in scientific computing in the area of linear algebra, mathematical optimization, and partial differential equations.				
	The students might continue to study these HPC techniques within the annual USI-CSCS Summer University on "Effective High-Performance Computing & Data Analytics". The content of the course is tailored for intermediate graduate students interested in both learning parallel programming models, and having hands-on experience using HPC systems. Starting from an introductory explanation of the available systems at CSCS, the course will progress to more applied topics such as parallel programming on accelerators, scientific libraries, and deep learning software frameworks. The following topics will be covered: GPU/ARM architectures, GPU/ARM programming, Message passing programming model (MPI), Performance optimization and scientific libraries, interactive supercomputing, Python libraries, Introduction to Machine Learning, and GPU/ARM optimized framework.				
	This year's USI-CSCS Summer University on HPC and Data Analytics, which will be composed of two sections – online from July 11 to 21, 2022, and on-site from July 23 to 25, 2022.				
	The digital portion of this annual program will last two weeks (weekends excluded) and will be held from July 11 to 21, between 9:00 and 15:30 (/16:30 on the last day) CEST (Central European Summer Time). The optional in-person portion of the program is a three-day event from July 23 to 25 that we offer to students of the CSCS-USI Summer University as an additional option to connect with other students and actual research through encounters with Professors, to create collaborations and participate in engaging and interactive sessions. We look forward to welcoming and getting to know interested students selected for the summer university to the Italian-speaking area of Switzerland, and to sharing with them some entertaining moments around networking and inspiring lectures. Further information on this portion of the program will be provided in the following weeks.				
	More information about the summer university is available here: <a href="https://www.cscs.ch/events/upcoming-events/event-detail/summer-university-2022-on-effective-high-performance-computing-and-data-analytics/">https://www.cscs.ch/events/upcoming-events/event-detail/summer-university-2022-on-effective-high-performance-computing-and-data-analytics/</a>				

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b> <i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------------	-------------------------------



questions in this regard. If necessary, please contact  
studiensekretariat@inf.ethz.ch

Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.		
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert

## ► Vertiefungsgebiete

### ►► Astrophysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-3961-00L	<b>Physical Cosmology (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> UZH Module Code: AST513  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	W	10 KP	4V+2U	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	We study the history of our universe on large scales. We first discuss key cosmological observations that led to our standard model of cosmology, and we study in detail the origin and the evolution of the Universe such as inflation, big bang nucleosynthesis, and cosmic microwave background anisotropies. In the second part we learn (relativistic) perturbation theory ...				
Inhalt	In this course (formerly known as theoretical cosmology), we study the history of our universe on large scales. We first discuss key cosmological observations that led to our standard model of cosmology, and we study in detail the origin and the evolution of the Universe such as inflation, big bang nucleosynthesis, and cosmic microwave background anisotropies. In the second part we learn (relativistic) perturbation theory and apply it to initial conditions, large-scale structure and weak gravitational lensing.				
Literatur	Suggested textbooks: H. Mo, F. Van den Bosch, S. White: Galaxy Formation and Evolution S. Carroll: Space-Time and Geometry: An Introduction to General Relativity S. Dodelson: Modern Cosmology Secondary textbooks: S. Weinberg: Gravitation and Cosmology V. Mukhanov: Physical Foundations of Cosmology E. W. Kolb and M. S. Turner: The Early Universe N. Straumann: General relativity with applications to astrophysics A. Liddle and D. Lyth: Cosmological Inflation and Large Scale Structure				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of general relativity is required.				

### ►► Atmosphärenphysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1216-00L	<b>Weather and Climate Models</b>	W	4 KP	3G	M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				

Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>
Literatur	List of literature will be provided.
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.

## ►► Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0474-00L</b>	<b>Quantenchemie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Reiher, T. Weymuth</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Konzepte der Elektronenstruktur-Theorie und in die Methoden der numerischen Quantenchemie; begleitende Übungen mit Papier und Bleistift, sowie Anleitungen zu praktischen Berechnungen mit Quantenchemie-Programmen am Computer.				
Lernziel	Chemie kann inzwischen vollständig am Computer betrieben werden, eine intellektuelle Leistung, für die 1998 der Nobelpreis an Pople und Kohn verliehen wurde. Diese Vorlesung zeigt, wie das geht. Erarbeitet wird dabei die Vielteilchen-Quantentheorie von Mehrelektronensystemen (Atome und Moleküle) und ihre Implementierung in Computerprogramme. Es soll ein vollständiges Bild der Quantenchemie vermittelt werden, das alles Rüstzeug zur Verfügung stellt, um selbst solche Berechnungen durchführen zu können (sei es begleitend zum Experiment oder als Start in eine Vertiefung dieser Theorie).				
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Vielteilchen-Quantenmechanik. Entwicklung der Mehrelektronentheorie für Atome und Moleküle; beginnend bei der harmonischen Näherung für das Kern-Problem und bei der Hartree-Fock-Theorie für das elektronische Problem über Moeller-Plesset-Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung zu Coupled-Cluster und Multikonfigurationsverfahren. Dichtefunktionaltheorie. Verwendung quantenchemischer Software und Problemlösungen mit dem Computer.				
Skript	Ein Skript zu allen Vorlesungsstunden wird zur Verfügung gestellt (die aufgearbeitete Theorie wird durch praktische Beispiele kontinuierlich begleitet).				
Literatur	Sämtliche Informationen zur Vorlesung, sowie die links zum Online-Streaming werden auf dieser Webseite bekanntgegeben: <a href="https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html">https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html</a>				
	Lehrbücher: F.L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, Dover Publications I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall				
	Hartree-Fock in Basisdarstellung: A. Szabo and N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill				
	Bücher zur Computerchemie: F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, John Wiley & Sons C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, John Wiley & Sons				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: einführende Vorlesung in Quantenmechanik (z.B. Physikalische Chemie III: Quantenmechanik)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0161-00L</b>	<b>Molecular and Materials Modelling</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. Passerone, C. Pignedoli</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.				
Lernziel	The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.				
Inhalt	-Classical force fields in molecular and condensed phase systems -Methods for finding stationary states in a potential energy surface -Monte Carlo techniques applied to nanoscience -Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties -From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions -Condensed phase systems: from periodicity to band structure -Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations -Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies -The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds				
Skript	A script will be made available and complemented by literature references.				
Literatur	D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.  M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.  C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004  G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.  K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.  N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.  E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.				

## ►► Fluiddynamik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0208-00L</b>	<b>Computational Methods for Flow, Heat and Mass</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. W. Meyer-Masseti</b>

### Transfer Problems

Kurzbeschreibung	Es werden numerische Methoden zur Lösung von Problemen der Fluidodynamik, Energie- & Verfahrenstechnik dargestellt und anhand von analytischen & numerischen Beispielen illustriert. Die Lehrveranstaltung wird im flipped classroom Format durchgeführt.		
Lernziel	Kenntnisse und praktische Erfahrung mit der Anwendung von Diskretisierungs- und Lösungsverfahren für Problem der Fluidodynamik und der Energie- und Verfahrenstechnik		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einleitung mit Anwendungen, Schritte zur numerischen Lösung</li> <li>- Klassifizierung partieller Differentialgleichungen, Beispiele aus Anwendungen</li> <li>- Finite Differenzen</li> <li>- Finite Volumen</li> <li>- Methoden der gewichteten Residuen, Spektralmethoden, finite Elemente</li> <li>- Randelementmethode</li> <li>- Stabilitätsanalyse, Konsistenz, Konvergenz</li> <li>- Numerische Lösungsverfahren, lineare Löser</li> </ul> Der Stoff wird mit Beispielen aus der Praxis illustriert.		
Skript	Folien und ein Skript werden ausgegeben.		
Literatur	Referenzen werden in der Vorlesung angegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen in Fluidodynamik, Thermodynamik und Programmieren (Selbst-Studium: Numerische Mathematik, Kaspar Nipp, 2010, <a href="https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377">https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377</a> )		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

### ►► Systems and Control

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			geprüft
		Verhandlung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0046-10L</b>	<b>Signal- und Systemtheorie II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Lygeros</b>
Kurzbeschreibung	Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete lineare Systemtheorie, Zustandsraummethode, Frequenzbereichsmethoden, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität.				
Lernziel	Einführung in die Grundkonzepte der Systemtheorie				
Inhalt	Modellierung und Typenbezeichnung von dynamischen Systemen.				
	Modellierung von linearen, zeitinvarianten Systemen durch Zustandsgleichungen. Lösung von Zustandsgleichungen durch Zeitbereich- und Laplacebereichsmethoden. Stabilitäts-, Steuerbarkeits- und Beobachtbarkeitsanalyse. Beschreibung im Frequenzbereich, Bode- und Nyquistdiagramm. Abgetastete und zeitdiskrete Systeme.				
Skript	Weiterführende Themen: Nichtlineare Systeme, Chaos, Diskrete Ereignissysteme, Hybride Systeme.				
Literatur	Kopie der Folien Empfohlen: K.J. Astrom and R. Murray, "Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers", Princeton University Press 2009  <a href="http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/">http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/</a>				

### ►► Robotik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				
Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.				
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUality and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.				
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356				
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: 1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video. 2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications. 3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision. 4. be able to critically analyze and asses current research in this area.				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert

## ►► Physik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.				
Inhalt	Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente. Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.				
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.				
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement			geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung			geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert
<b>402-0810-00L</b>	<b>Computational Quantum Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Carrasquilla Alvarez</b>
Kurzbeschreibung	<i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY522 direkt an der UZH buchen.</i> This course provides an introduction to simulation methods for quantum systems. Starting from the one-body problem, a special emphasis is on quantum many-body problems, where we cover both approximate methods (Hartree-Fock, density functional theory) and exact methods (exact diagonalization, matrix product states, and quantum Monte Carlo methods).				
Lernziel	Through lectures and practical programming exercises, after this course: Students are able to describe the difficulties of quantum mechanical simulations. Students are able to explain the strengths and weaknesses of the methods covered. Students are able to select an appropriate method for a given problem. Students are able to implement basic versions of all algorithms discussed.				
Skript	A script for this lecture will be provided.				
Literatur	A list of additional references will be provided in the script.				

Voraussetzungen / Besonderes	A basic knowledge of quantum mechanics, numerical tools (numerical differentiation and integration, linear solvers, eigensolvers, root solvers, optimization), and a programming language (for the teaching assignments, you are free to choose your preferred one).				
<b>227-0161-00L</b>	<b>Molecular and Materials Modelling</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. Passerone, C. Pignedoli</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.				
Lernziel	The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Classical force fields in molecular and condensed phase systems</li> <li>-Methods for finding stationary states in a potential energy surface</li> <li>-Monte Carlo techniques applied to nanoscience</li> <li>-Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties</li> <li>-From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions</li> <li>-Condensed phase systems: from periodicity to band structure</li> <li>-Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations</li> <li>-Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies</li> <li>-The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds</li> </ul>				
Skript	A script will be made available and complemented by literature references.				
Literatur	<p>D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.</p> <p>M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.</p> <p>C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004</p> <p>G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.</p> <p>K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.</p> <p>N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.</p> <p>E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.</p>				

<b>151-0520-00L</b>	<b>Multiscale Modeling</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Kochmann</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).				
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.				
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.				
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.				
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Computational Finance

*Die Kurse aus diesem Vertiefungsgebiet finden im Herbstsemester statt.*

## ►► Electromagnetics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>227-0707-00L</b>	<b>Optimization Methods for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Smajic, G. Beccuti</b>
Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierung spielt eine zunehmende Rolle sowohl bei der Entwicklung technischer Produkte als auch bei der Entwicklung numerischer Methoden. Die Studenten sollen lernen, geeignete Verfahren auszuwählen, weiter zu entwickeln und miteinander zu kombinieren um so praktische Probleme effizient zu lösen.				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				

## ►► Geophysik

*Empfohlene Kombinationen:*

*Fach 1 + Fach 2*

*Fach 1 + Fach 3*

*Fach 2 + Fach 3*

*Fach 3 + Fach 4*

*Fach 5 + Fach 6 + Fach 8*

*Fach 4 + Fach 5*

*Fach 7 + Fach 8*

## ►►► Geophysik: Fach 1

*findet im Herbstsemester statt*

## ►►► Geophysik: Fach 2

*findet im Herbstsemester statt*

## ►►► Geophysik: Fach 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4008-00L</b>	<b>Dynamics of the Mantle and Lithosphere</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Balázs</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Mantle-Lithosphäre Systems zu erreichen. Der Kurs fokussiert hauptsächlich auf die Erde aber bespricht auch wie diese Prozesse in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
Lernziel	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Umhang-Lithosphäre Systems zu erreichen, konzentriert, hauptsächlich auf Masse aber auch bespricht, wie diese Prozesse anders als in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				

## ►►► Geophysik: Fach 4

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4094-00L</b>	<b>Numerical Modelling for Applied Geophysics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Robertsson, H. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Numerical modelling in environmental and exploration geophysics. The course covers different numerical methods such as finite difference and finite element methods applied to solve PDE's for instance governing seismic wave propagation and geoelectric problems.				
Lernziel	Prerequisites include basic knowledge of (i) signal processing and applied mathematics such as Fourier analysis and (ii) Matlab. After this course students should have a good overview of numerical modelling techniques commonly used in environmental and exploration geophysics. Students should be familiar with the basic principles of the methods and how they are used to solve real problems. They should know advantages and disadvantages as well as the limitations of the individual approaches.				
Inhalt	The course includes exercises in Matlab where the students both should learn, understand and use existing scripts as well as carrying out some coding in Matlab themselves. The following topics are covered: - Applications of modelling - Physics of acoustic, elastic, viscoelastic wave equations as well as Maxwell's equations for electromagnetic wave propagation and diffusive problems - Recap of basic techniques in signal processing and applied mathematics - Solving PDE's, boundary conditions and initial conditions - Acoustic/elastic wave propagation I, explicit time-domain finite-difference methods - Acoustic/elastic wave propagation II, Viscoelastic, pseudospectral - Acoustic/elastic wave propagation III, spectral accuracy in time, frequency domain FD, Eikonal - Implicit finite-difference methods (geoelectric) - Finite element methods, 1D/2D (heat equation) - Finite element methods, 3D (geoelectric) - Acoustic/elastic wave propagation IV, Finite element and spectral element methods				
Skript	Most of the lecture modules are accompanied by exercises. Small projects will be assigned to the students. They either include a programming exercise or applications of existing modelling codes.				
Literatur	Igel, H., 2017. Computational seismology: a practical introduction. Oxford University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half semester course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ▶▶▶ Geophysik: Fach 5

findet im Herbstsemester statt

### ▶▶▶ Geophysik: Fach 6

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4006-00L</b>	<b>Seismic Waves I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Bowden, S. Keating</b>
Kurzbeschreibung	Brief review of continuum mechanics and the seismic wave equation; P and S waves; reciprocity and representation theorems; eikonal equation and ray tracing; Huygens and Fresnel; surface-waves; normal-modes; seismic interferometry and noise; numerical solutions.				
Lernziel	After taking this course, students will have the background knowledge necessary to start an original research project in quantitative seismology.				
Literatur	Shearer, P., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, 1999.  Aki, K. and P. G. Richards, Quantitative Seismology, second edition, University Science Books, Sausalito, 2002.  Nolet, G., A Breviary of Seismic Tomography, Cambridge University Press, 2008.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a quantitative lecture with an emphasis on mathematical description of wave propagation phenomena on the global scale, hence basic knowledge in vector calculus, linear algebra and analysis as well as seismology (e.g. from the 'wave propagation' lecture) are essential to follow this course.				

### ▶▶▶ Geophysik: Fach 7

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4096-00L</b>	<b>Inverse Theory I: Basics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Fichtner</b>
Kurzbeschreibung	Inverse theory is the art of inferring properties of a physical system from noisy and sparse observations. It is used to transform observations of waves into 3D images of a medium seismic tomography, medical imaging and material science; to constrain density in the Earth from gravity; to obtain probabilities of life on exoplanets ... . Inverse theory is at the heart of many natural sciences.				
Lernziel	The goal of this course is to enable students to develop a mathematical formulation of specific inference (inverse) problems that may arise anywhere in the physical sciences, and to implement suitable solution methods. Furthermore, students should become aware that nearly all relevant inverse problems are ill-posed, and that their meaningful solution requires the addition of prior knowledge in the form of expertise and physical intuition. This is what makes inverse theory an art.				
Inhalt	This first of two courses covers the basics needed to address (and hopefully solve) any kind of inverse problem. Starting from the description of information in terms of probabilities, we will derive Bayes' Theorem, which forms the mathematical foundation of modern scientific inference. This will allow us to formalise the process of gaining information about a physical system using new observations. Following the conceptual part of the course, we will focus on practical solutions of inverse problems, which will lead us to study Monte Carlo methods and the special case of least-squares inversion.  In more detail, we aim to cover the following main topics:  1. The nature of observations and physical model parameters 2. Representing information by probabilities 3. Bayes' theorem and mathematical scientific inference 4. Random walks and Monte Carlo Methods 5. The Metropolis-Hastings algorithm 6. Simulated Annealing 7. Linear inverse problems and the least-squares method 8. Resolution and the nullspace 9. Basic concepts of iterative nonlinear inversion methods  While the concepts introduced in this course are universal, they will be illustrated with numerous simple and intuitive examples. These will be complemented with a collection of computer and programming exercises.  Prerequisites for this course include (i) basic knowledge of analysis and linear algebra, (ii) basic programming skills, for instance in Matlab or Python, and (iii) scientific curiosity.				
Skript	Presentation slides and detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the first part of the semester				

<b>651-4096-02L</b>	<b>Inverse Theory II: Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Fichtner, C. Böhm, A. Zunino</b>
Kurzbeschreibung	<i>Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss von 651-4096-00L Inverse Theory I: Basics.</i> This second part of the course on Inverse Theory provides an introduction to the numerical solution of large-scale inverse problems. Specific examples are drawn from different areas of geophysics and image processing. Students solve various model problems using python and jupyter notebooks, and familiarize themselves with relevant open-source libraries and commercial software.				



Lernziel	This course provides numerical tools and recipes to solve (non)-linear inverse problems arising in nearly all fields of science and engineering. After successful completion of the class, the students will have a thorough understanding of suitable solution algorithms, common challenges and possible mitigations to infer parameters that govern large-scale physical systems from sparse data measurements.
	Prerequisites for this course are (i) 651-4096-00L Inverse Theory: Basics, (ii) basic programming skills.
Inhalt	The class discusses several important concepts to solve (non)-linear inverse problems and demonstrates how to apply them to real-world data applications. All sessions are split into a lecture part in the first half, followed by tutorials using python and jupyter notebooks in the second. The range of covered topics include: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Regularization filters and image deblurring</li> <li>2. Travel-time tomography</li> <li>3. Line-search methods</li> <li>4. Time reversal and Born's approximation</li> <li>5. Adjoint methods</li> <li>6. Full-waveform inversion</li> </ul>
Skript	Presentation slides and some background material will be provided.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the second part of the semester

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 8

*findet im Herbstsemester statt*

## ▶▶ Biologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				
Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Airoidi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252</li> <li>- Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007.</li> <li>- Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004</li> </ul>				

## ▶ Wahlfächer

*Von den angebotenen Wahlfächern müssen mindestens zwei Lerneinheiten erfolgreich abgeschlossen werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-3202-00L</b>	<b>Product Development and Engineering Design</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>K. Shea, E. Tilley</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the product development process. In a team, you will explore the early phases of conceptual development and product design, from ideation and concept generation through to hands-on prototyping. This is an opportunity to gain product development experience and improve your skills in prototyping and presenting your product ideas. The project topic changes each year.				
Lernziel	The course introduces you to the product development process and methods in engineering design for: product planning, user-centered design, creating product specifications, ideation including concept generation and selection methods, material selection methods and prototyping. Further topics include design for manufacture and design for additive manufacture. You will actively apply the process and methods learned throughout the semester in a team on a product development project including prototyping.				
Inhalt	Weekly topics accompanying the product development project include: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Introduction to Product Development and Engineering Design</li> <li>2 Product Planning and Social-Economic-Technology (SET) Factors</li> <li>3 User-Centered Design and Product Specifications</li> <li>4 Concept Generation and Selection Methods</li> <li>5 System Design and Embodiment Design</li> <li>6 Prototyping and Prototype Planning</li> <li>7 Material Selection in Engineering Design</li> <li>8 Design for Manufacture and Design for Additive Manufacture</li> </ol>				
Skript	available on Moodle				
Literatur	Ulrich, Eppinger, and Yang, Product Design and Development. 7th ed., McGraw-Hill Education, 2020.  Cagan and Vogel, Creating Breakthrough Products: Revealing the Secrets that Drive Global Innovation, 2nd Edition, Pearson Education, 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course is offered to ME (BSc and MSc) and CS (BSc and MSc) students, priority will be given to ME BSc students in the Focus Design, Mechanics, and Materials if the course is full.				
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				

Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems. - Introduction into Nonlinear Optimization - Design of Experiments DoE - Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis - Optimization based on Meta Modeling Techniques - Shape and Topology Optimization - Robustness and Sensitivity Analysis - Fundamentals of Machine Learning - Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines - Supervised and unsupervised learning				
Skript	Lecture slides and literature				
<i>siehe auch Angebot im Abschnitt Vertiefungsgebiete</i>					
<i>Wahlfächer (RW Master)</i>					
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: • gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch) o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw. • eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln, • die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden, • das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen. • grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)				
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displayssysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.  Lehrmodule: - Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe - Einordnung der VR in Geschäftsprozesse - Die Erzeugung virtueller Welten - Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität - Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				
<b>151-0314-00L</b>	<b>Informationstechnologien im digitalen Produkt</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Zwicker, R. Montau</b>

Kurzbeschreibung	Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen
Lernziel	Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Produkt Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.
Inhalt	Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx--Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.  Lehrmodule: - Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM) - Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung) - Objektmanagement - Objektklassifikation - Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen - CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR - Workflow & Change Management - Schnittstellen im Digitalen Produkt - Enterprise Application Integration (EAI)
Skript	Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.
Literatur	Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt - Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich) - Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang

Kompetenzen	Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung:		
	- Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5) - Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen		
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken		geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>151-0940-00L</b>	<b>Modelling and Mathematical Methods in Process and Chemical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Mazzotti</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.				
Lernziel	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.				
Inhalt	Formulierung und Bearbeitung von mathematischen Modellen, Auswertung und Präsentation von Resultaten, Matrizen und deren Anwendung, Nichtlineare, gewöhnliche Differentialgl. erster Ordnung u. Stabilitätstheorem, Partielle Differenzialgleichungen erster Ordnung, Einführung in die Störungstheorie, Fallstudien: Mehrdeutigkeiten und Stabilität eines kontinuierlichen Rührkessels; Rückstandskurvendiagramme für einfache Destillation; Dynamik von Chromatographiekolonnen; Kinetik und Dynamik von oszillierenden Reaktionen.				
Skript	kein Skript				
Literatur	A. Varma, M. Morbidelli, "Mathematical methods in chemical engineering," Oxford University Press (1997) H.K. Rhee, R. Aris, N.R. Amundson, "First-order partial differential equations. Vol. 1," Dover Publications, New York (1986) R. Aris, "Mathematical modeling: A chemical engineers perspective," Academic Press, San Diego (1999)				

<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).				
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.				
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.				
Skript	Lecture notes are provided electronically.				

Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.				
<b>151-0518-00L</b>	<b>Introduction to Finite Element Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Kochmann</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Computational Mechanics I: Intro to FEA"</i>				
Kurzbeschreibung	We discuss numerical methods for solving initial boundary value problems in solid mechanics (static/dynamic elastic problems of solids and structures, thermal problems). Focus is on finite differences and on the finite element method, its theoretical foundation, the choices made when using it, its application for solving problems of engineering interest, and the interpretation of results.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to apply the computational methods of finite differences (FDs) and finite elements (FEs) to analyze and solve mechanical and thermal engineering problems with a focus on elastic solids and structures. Specifically, students will be able to (1) solve initial boundary value problems by finite differences, (2) solve mechanical boundary value problems and initial boundary value problems by finite elements, and (3) create numerical code that implements finite difference and finite element techniques.				
Inhalt	1. Introduction, direct and indirect numerical methods. 2. Finite differences, stability analysis. 3. Variational methods. 4. Finite element method. 5. Structural elements (bars and beams). 6. 2D and 3D solid elements (isoparametric and simplicial elements), numerical quadrature. 7. Assembly, solvers, finite element technology. 8. Dynamics, vibrations. 9. Selected topics in finite element analysis.				
Skript	Lecture notes will be provided. Students are encouraged to take their own notes during class.				
Literatur	No textbook required; relevant reference material will be suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics 1 & 2 and Dynamics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0052-10L</b>	<b>Elektromagnetische Felder und Wellen</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>L. Novotny</b>
Kurzbeschreibung	Gegenstand dieser Vorlesung ist die Erzeugung und Ausbreitung elektromagnetischer Felder. Ausgehend von den Maxwell'schen Gleichungen werden die Wellengleichung und ihre Lösungen hergeleitet. Spezifische Themen sind: Felder im freien Raum, Brechung und Reflexion an Grenzflächen, Dipolstrahlung und Feldwinkelspektrum.				
Lernziel	Verständnis von elektromagnetischen Feldern und Anwendungsgebiete				
<b>227-0418-00L</b>	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials.				
Skript	Lecture Notes (english)				
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0104-00L</b>	<b>Communication and Detection Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				
Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseband representation of passband signals.</li> <li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li> <li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li> <li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li> <li>- Sampling passband signals.</li> <li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li> <li>- Nyquist Pulses.</li> <li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li> <li>- Hypothesis testing.</li> <li>- The Bhattacharyya Bound.</li> <li>- The multivariate Gaussian distribution</li> <li>- Gaussian stochastic processes.</li> <li>- Detection in white Gaussian noise.</li> </ul>				
Skript	n/a				
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)				
<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to:				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.</li> </ul> <p>At the end of the course, the students will understand the fundamental concepts of communication networks and Internet-based communications. Specifically, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like network infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).</li> </ul> <p>The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.</p> <p>For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a></p>				
Skript	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Literatur	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross.				
Voraussetzungen / Besonderes	No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.				
<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emboras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	<p>The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to quantum transport modeling</li> <li>- Bandstructure representation and effective mass approximation</li> <li>- Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation</li> <li>- Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation</li> <li>- Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations</li> <li>- Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors</li> <li>- Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor</li> <li>- Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...)</li> <li>- Multi-band transport models</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				

Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.		
	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds		
Skript	Available.		
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.		
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267		
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6		
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8		
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2		
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1		
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8		
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft

252-0211-00L	Information Security	W	8 KP	4V+3U	D. Basin, D. Hofheinz
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Information Security. The focus is on fundamental concepts and models, basic cryptography, protocols and system security, and privacy and data protection. While the emphasis is on foundations, case studies will be given that examine different realizations of these ideas in practice.				
Lernziel	Master fundamental concepts in Information Security and their application to system building. (See objectives listed below for more details).				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction and Motivation (OBJECTIVE: Broad conceptual overview of information security) Motivation: implications of IT on society/economy, Classical security problems, Approaches to defining security and security goals, Abstractions, assumptions, and trust, Risk management and the human factor, Course overview.</li> <li>2. Foundations of Cryptography (OBJECTIVE: Understand basic cryptographic mechanisms and applications) Introduction, Basic concepts in cryptography: Overview, Types of Security, computational hardness, Abstraction of channel security properties, Symmetric encryption, Hash functions, Message authentication codes, Public-key distribution, Public-key cryptosystems, Digital signatures, Application case studies, Comparison of encryption at different layers, VPN, SSL, Digital payment systems, blind signatures, e-cash, Time stamping</li> <li>3. Key Management and Public-key Infrastructures (OBJECTIVE: Understand the basic mechanisms relevant in an Internet context) Key management in distributed systems, Exact characterization of requirements, the role of trust, Public-key Certificates, Public-key Infrastructures, Digital evidence and non-repudiation, Application case studies, Kerberos, X.509, PGP.</li> <li>4. Security Protocols (OBJECTIVE: Understand network-oriented security, i.e.. how to employ building blocks to secure applications in (open) networks) Introduction, Requirements/properties, Establishing shared secrets, Principal and message origin authentication, Environmental assumptions, Dolev-Yao intruder model and variants, Illustrative examples, Formal models and reasoning, Trace-based interleaving semantics, Inductive verification, or model-checking for falsification, Techniques for protocol design, Application case study 1: from Needham-Schroeder Shared-Key to Kerberos, Application case study 2: from DH to IKE.</li> <li>5. Access Control and Security Policies (OBJECTIVES: Study system-oriented security, i.e., policies, models, and mechanisms) Motivation (relationship to CIA, relationship to Crypto) and examples Concepts: policies versus models versus mechanisms, DAC and MAC, Modeling formalism, Access Control Matrix Model, Roll Based Access Control, Bell-LaPadula, Harrison-Ruzzo-Ullmann, Information flow, Chinese Wall, Biba, Clark-Wilson, System mechanisms: Operating Systems, Hardware Security Features, Reference Monitors, File-system protection, Application case studies</li> <li>6. Anonymity and Privacy (OBJECTIVE: examine protection goals beyond standard CIA and corresponding mechanisms) Motivation and Definitions, Privacy, policies and policy languages, mechanisms, problems, Anonymity: simple mechanisms (pseudonyms, proxies), Application case studies: mix networks and crowds.</li> <li>7. Larger application case study: GSM, mobility</li> </ol>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
263-4660-00L	Applied Cryptography	W	8 KP	3V+2U+2P	K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.				
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.				
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.				
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .				

Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
<b>252-0570-00L</b>	<b>Game Programming Laboratory</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>9P</b>	<b>B. Sumner</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist ein vertieftes Verständnis der Technologie und der Programmierung von Computer-Spielen. Die Studierenden entwerfen und entwickeln in kleinen Gruppen ein Computer-Spiel und machen sich so vertraut mit der Kunst des Spiel-Programmierens.				
Lernziel	Das Ziel dieses neuen Kurses ist es, die Studenten mit der Technologie und der Kunst des Programmierens von modernen dreidimensionalen Computerspielen vertraut zu machen.				
Inhalt	Dies ist ein Kurs, der auf die Technologie von modernen dreidimensionalen Computerspielen eingeht. Während des Kurses werden die Studenten in kleinen Gruppen ein Computerspiel entwerfen und entwickeln. Der Schwerpunkt des Kurses wird auf technischen Aspekten der Spielentwicklung wie Rendering, Kinematographie, Interaktion, Physik, Animation und KI liegen. Zusätzlich werden wir aber auch Wert auf kreative Ideen für fortgeschrittenes Gameplay und visuelle Effekte legen.				
	Der Kurs wird als Labor durchgeführt. Zusätzlich zu Vorträgen und Übungen wird der Kurs in einen praktischen, hands-on Ansatz durchgeführt. Wir treffen uns einmal wöchentlich um technische Aspekte zu besprechen und den Fortschritt der Entwicklung zu verfolgen. Für die Entwicklung verwenden wir MonoGames. Dies ist eine Ansammlung von Bibliotheken und Werkzeugen um die Spieleentwicklung zu erleichtern. Die Entwicklung wird zunächst auf dem PC stattfinden, das Spiel wird dann im weiteren Verlauf auf der Xbox One Konsole eingesetzt.				
	Am Ende des Kurses werden die Resultate öffentlich präsentiert.				
Skript	Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games by Tracy Fullerton				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Anzahl der Teilnehmer ist begrenzt.				
	Voraussetzung für die Teilnahme sind:				
	- Gute Programmierkenntnisse (Java, C++, C#, o.ä.)				
	- Erfahrung in Computergrafik: Teilnehmer sollten mindestens die Vorlesung Visual Computing besucht haben. Wir empfehlen auch noch die weiterführenden Kurse Introduction to Computer Graphics, Surface Representations and Geometric Modeling, und Physically-based Simulation in Computer Graphics.				
<b>252-0538-00L</b>	<b>Shape Modeling and Geometry Processing</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+1U+4A</b>	<b>O. Sorkine Hornung</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
<b>252-3900-00L</b>	<b>Big Data for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>G. Fourny</b>
	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>				
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.				
	The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.				
	This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".				
	Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.				
	The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.				
	After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.				

Inhalt This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.

It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.

We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.

No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.

- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores
- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)
- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)
- data shapes and models (tables, trees)
- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, \*, +)
- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)
- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)
- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)
- resource management (YARN)
- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)
- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)
- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)
- applications.

Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.

Skript <https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/>

Literatur Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.

Voraussetzungen / Besonderes This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.

Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.

Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

252-0312-00L	Mobile Health and Activity Monitoring	W	6 KP	2V+3A	C. Holz
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.				
	High-level: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sensing modalities for interactive systems</li> <li>- "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>- health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>- affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> Lower-level: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>- cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>- event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>- sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>				



Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.</p> <p>More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>				
Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	Will be provided in the lecture				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-1032-00L</b>	<b>Neuromorphic Engineering II</b> <i>Information für UZH Studierende:</i> <i>Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand</b>
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".				
Lernziel	Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.				
Inhalt	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".				
	The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.				
Literatur	S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				

Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				

<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				
Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.				
Inhalt	<p>Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modern methods of statistical data analysis</li> <li>- probability distributions, error analysis, simulation methos, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods.</li> <li>- most examples are taken from particle physics.</li> </ul> <p>Methodology:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lectures about the statistical topics;</li> <li>- common discussions of examples;</li> <li>- exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures;</li> <li>- all students perform statistical calculations on (their) computers;</li> <li>- students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments;</li> <li>- at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation;</li> <li>- all students are directly tutored by assistants in the classroom.</li> </ul>				
Skript	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Copies of all lectures are available on the web-site of the course.</li> <li>- A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.</li> </ul>				
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag .</li> <li>2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552.</li> <li>3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag.</li> <li>4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowlege of nuclear and particle physics are prerequisites.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
		Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

<b>636-0016-00L</b>	<b>Computational Systems Biology: Stochastic Approaches</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. H. Khammash</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is concerned with the development of computational methods for modeling, simulation, and analysis of stochasticity in living cells. Using these tools, the course explores the richness of stochastic phenomena, how it arises from the interactions of dynamics and noise, and its biological implications.				
Lernziel	To understand the origins and implications of stochastic noise in living cells, and to learn the computational tools for the modeling, simulation, analysis, and identification of stochastic biochemical reaction networks.				
Inhalt	<p>The cellular environment is abuzz with noise. A key source of this noise is the randomness that characterizes the motion of cellular constituents at the molecular level. Cellular noise not only results in random fluctuations (over time) within individual cells, but it is also a main source of phenotypic variability among clonal cell populations.</p> <p>Review of basic probability and stochastic processes; Introduction to stochastic gene expression; deterministic vs. stochastic models; the stochastic chemical kinetics framework; a rigorous derivation of the chemical master equation; moment computations; linear vs. nonlinear propensities; linear noise approximations; Monte Carlo simulations; Gillespie's Stochastic Simulation Algorithm (SSA) and variants; direct methods for the solution of the Chemical Master Equation; moment closure methods; intrinsic and extrinsic noise in gene expression; parameter identification from noise; propagation of noise in cell networks; noise suppression in cells; the role of feedback; exploiting noise; bimodality and stochastic switches.</p>				
Literatur	Literature will be distributed during the course as needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have completed the course `Mathematical modeling for systems biology (BSc Biotechnology) or `Computational systems biology (MSc Computational biology and bioinformatics). Concurrent enrollment in `Computational Systems Biology: Deterministic Approaches is recommended.				

<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.				
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>401-3904-22L</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kurpiz</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.				
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Introduction to Convex Optimization. - Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming. - Applications of Convex Optimization in science and engineering. - Algorithms for Convex Optimization.				
Skript	A script will be provided.				
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441				
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

► **Weitere Wahlfächer aus den Vertiefungsgebieten (RW Master)**

227-0662-00L und 227-0662-10L sind nur zusammen anrechenbar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1228-00L</b>	<b>Cloud Dynamics: Hurricanes</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>U. Lohmann</b>
Kurzbeschreibung	Hurricanes are among the most destructive elements in the atmosphere. This lecture will discuss the physical requirements for their formation, life cycle, damage potential and their relationship to global warming. It also distinguishes hurricanes from thunderstorms and tornadoes.				
Lernziel	At the end of this course students will be able to distinguish the formation and life cycle mechanisms of tropical cyclones from those of extratropical thunderstorms/cyclones, project how tropical cyclones change in a warmer climate based on their physics and evaluate different tropical cyclone modification ideas.				
Inhalt	see course outline at: <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306</a>				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	A literature list can be found on moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one introductory lecture in Atmospheric Science or Instructor's consent. This lecture will build on some concepts of atmospheric dynamics and their governing equations. Thus, mathematical knowledge will be needed to use the equations to understand the material of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1270-00L</b>	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.				
Lernziel	After attending this course, students will be able to: - Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations - Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers				
Inhalt	HPC Overview: - Why does weather and climate require HPC? - Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators - Scaling / Parallel efficiency - Algorithmic motifs in weather and climate  Writing HPC code: - Data locality and single node efficiency - Shared memory parallelism with OpenMP - Distributed memory parallelism with MPI - GPU computing - High-level programming and domain-specific languages				
Literatur	- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011 - Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy - Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar ( <a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a> ) - Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout ( <a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling - basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...) - experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>327-0613-00L</b>	<b>Computer Applications: Finite Elements in Solids and Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Gusev</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. The course will only take place if at least 7 students are enrolled.</i>				
Kurzbeschreibung	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse an diesem Gebiet.				
Lernziel	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse in diesem Gebiet.				
Inhalt	Einführung, Energieformulierungen, die Rayleigh-Ritz-Methode, Finite-Elemente der Verschiebungen, Lösungen zu den Finite-Elemente Gleichungen, Lineare Elemente, Konvergenz, Kompatibilität und Vollständigkeit, Finite Elemente höherer Ordnung, Beam- und Frame-Elemente, Plate- und Shell-Elemente, Dynamik und Vibrationen, Verallgemeinerung des Finite-Elemente-Konzeptes (Galerkin-weighted residual and variational approaches)				
Skript	Autographie				
Literatur	- Astley R.J. Finite Elements in Solids and Structures, Chapman & Hill, 1992 - Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method, 5th ed., vol. 1, Butterworth-Heinemann, 2000				
<b>151-0110-00L</b>	<b>Compressible Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Jenny, A. A. Kubik</b>

Kurzbeschreibung	Themen: Instationäre eindimensionale Unterschall- und Überschallströmungen, Akustik, Schallausbreitung, Überschallströmung mit Stößen und Prandtl-Meyer Expansionen, Umströmung von schlanken Körpern, Stossrohre, Reaktionsfronten (Deflagration und Detonation). Mathematische Werkzeuge: Charakteristikenverfahren, ausgewählte numerische Methoden.				
Lernziel	Illustration der Physik der kompressiblen Strömungen und Üben der mathematischen Methoden anhand einfacher Beispiele.				
Inhalt	Die Kompressibilität im Zusammenspiel mit der Trägheit führen zu Wellen in einem Fluid. So spielt die Kompressibilität bei instationären Vorgängen (Schwingungen in Gasleitungen, Auspuffrohren usw.) eine wichtige Rolle. Auch bei stationären Unterschallströmungen mit hoher Machzahl oder bei Überschallströmungen muss die Kompressibilität berücksichtigt werden (Flugtechnik, Turbomaschinen usw.). In dem ersten Teil der Vorlesung wird die Wellenausbreitung bei eindimensionalen Unterschall- und Überschallströmungen behandelt. Es werden sowohl Wellen kleiner Amplitude in akustischer Näherung, als auch Wellen grosser Amplitude mit Stossbildung behandelt.  Der zweite Teil befasst sich mit ebenen stationären Überschallströmungen. Schlanke Körper in einer Parallelströmung werden als schwache Störungen der Strömung angesehen und können mit den Methoden der Akustik behandelt werden. Zu der Beschreibung der zweidimensionalen Überschallumströmung beliebiger Körper gehören schräge Verdichtungsstösse, Prandtl-Meyer Expansionen usw.. Unterschiedliche Randbedingungen (Wände usw.) und Wechselwirkungen, Reflexionen werden berücksichtigt.				
Skript	nicht verfügbar				
Literatur	Eine Literaturliste mit Buchempfehlungen wird am Anfang der Vorlesung ausgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Fluiddynamik I und II				
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.  Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).				
<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen		Verfahren und Technologien		geprüft
<b>151-0212-00L</b>	<b>Advanced CFD Methods</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental and advanced numerical methods used in commercial and open-source CFD codes will be explained. The main focus is on numerical methods for conservation laws with discontinuities, which is relevant for trans- and hypersonic gas dynamics problems, but also CFD of incompressible flows, Direct Simulation Monte Carlo and the Lattice Boltzmann method are explained.				
Lernziel	Knowing what's behind a state-of-the-art CFD code is not only important for developers, but also for users in order to choose the right methods and to achieve meaningful and accurate numerical results. Acquiring this knowledge is the main goal of this course.  Established numerical methods to solve the incompressible and compressible Navier-Stokes equations are explained, whereas the focus lies on finite volume methods for compressible flow simulations. In that context, first the main theory and then numerical schemes related to hyperbolic conservation laws are explained, whereas not only examples from fluid mechanics, but also simpler, yet illustrative ones are considered (e.g. Burgers and traffic flow equations). In addition, two less commonly used yet powerful approaches, i.e., the Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) and Lattice Boltzmann methods, are introduced.				
Inhalt	<p>For most exercises a C++ code will have to be modified and applied.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finite-difference vs. finite-element vs. finite-volume methods</li> <li>- Basic approach to simulate incompressible flows</li> <li>- Brief introduction to turbulence modeling</li> <li>- Theory and numerical methods for compressible flow simulations</li> <li>- Direct Simulation Monte Carlo (DSMC)</li> <li>- Lattice Boltzmann method</li> </ul>				
Skript	Part of the course is based on the referenced books. In addition, the participants receive a manuscript and the slides.				
Literatur	"Computational Fluid Dynamics" by H. K. Versteeg and W. Malalasekera. "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems" by R. J. Leveque.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in <ul style="list-style-type: none"> <li>- fluid dynamics</li> <li>- numerical mathematics</li> <li>- programming (programming language is not important, but C++ is of advantage)</li> </ul>				

<b>151-0207-00L</b>	<b>Theory and Modeling of Reactive Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. E. Frouzakis, I. Mantzaras</b>
Kurzbeschreibung	The course first reviews the governing equations and combustion chemistry, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Catalytic combustion and its coupling with homogeneous combustion are dealt in detail, and turbulent combustion modeling approaches are presented. Available numerical codes will be used for modeling.				
Lernziel	Theory of combustion with numerical applications				
Inhalt	The analysis of realistic reactive flow systems necessitates the use of detailed computer models that can be constructed starting from first principles i.e. thermodynamics, fluid mechanics, chemical kinetics, and heat and mass transport. In this course, the focus will be on combustion theory and modeling. The reacting flow governing equations and the combustion chemistry are firstly reviewed, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Heterogeneous (catalytic) combustion, an area of increased importance in the last years, will be dealt in detail along with its coupling with homogeneous combustion. Finally, approaches for the modeling of turbulent combustion will be presented. Available numerical codes will be used to compute the above described phenomena. Familiarity with numerical methods for the solution of partial differential equations is expected.				
Skript	Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	NEW course				
<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).  Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).  Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				
<b>262-0200-00L</b>	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				
Inhalt	In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> . In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading				
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Literatur	The following books provide excellent background material: • Drummond, A. & Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST. • Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach. • Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies. More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease				
Inhalt	The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about"). After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

## ► Fallstudien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3667-24L</b>	<b>Case Studies Seminar (Spring Semester 2024)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>V. C. Gradinaru, R. Käppeli</b>
Kurzbeschreibung	In the CSE Case Studies Seminar invited speakers from ETH, from other universities as well as from industry give a talk on an applied topic. Beside of attending the scientific talks students are asked to give short presentations (10 minutes) on a published paper out of a list.				
Inhalt	In the CSE Case Studies Seminar invited speakers from ETH, from other universities as well as from industry give a talk on an applied topic. Beside of attending the scientific talks students are asked to give short presentations (10 minutes) on a published paper out of a list (containing articles from, e.g., Nature, Science, Scientific American, etc.). If the underlying paper comprises more than 15 pages, two or three consecutive case studies presentations delivered by different students can be based on it. Consistency in layout, style, and contents of those presentations is expected.				

Voraussetzungen /  
Besonderes The talks are in presence only (no zoom)! Student talks are in parallel sessions in the two rooms, the invited talks take place in the larger lecture hall.

75% attendance and a short presentation on a published paper out of a list or on some own project are mandatory.

Students have to register their presentations online until the second Wednesday of the semester on <https://rw.ethz.ch/the-programme/case-studies.html>

The student talks will be grouped by subject, so we'll decide the actual dates of the individual talks.

Students that realize that they will not fulfill this criteria have to contact the teaching staff or de-register before the end of semester from the Seminar if they want to avoid a "Fail" in their documents. Later de-registrations will not be considered.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Wissenschaft im Kontext

### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MATH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### ► Bachelor-Arbeit

*Wenn Sie anstelle von 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics die Lerneinheit 402-2000-00L Scientific Works in Physics anrechnen lassen möchten (dies ist erlaubt im Studiengang Rechnergestützte Wissenschaften), so wenden Sie sich nach dem Verfügen des Resultates an das Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-2000-00L	<b>Scientific Works in Mathematics</b> <i>Zielpublikum: Bachelor-Studierende im dritten Jahr; Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	O	0 KP		D. Possamäi
Kurzbeschreibung	Introduction to scientific writing for students with focus on publication standards and ethical issues, especially in the case of citations (references to works of others.)				
Lernziel	Learn the basic standards of scientific works in mathematics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Types of mathematical works</li> <li>- Publication standards in pure and applied mathematics</li> <li>- Data handling</li> <li>- Ethical issues</li> <li>- Citation guidelines</li> </ul>				
Skript	Moodle of the Mathematics Library: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Directive <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf</a>				
401-2000-01L	<b>Lunch Sessions – Thesis Basics for Mathematics Students</b> <i>Für Details und zur Registrierung für den freiwilligen MathBib-Schulungskurs: <a href="https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen">https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen</a></i>	Z	0 KP		Referent/innen
Kurzbeschreibung	Freiwilliger Kurs "Recherchieren in der Mathematik" angeboten von der Mathematikbibliothek.				
402-2000-00L	<b>Scientific Works in Physics</b> <i>Zielpublikum: Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	W	0 KP		D. Kienzler
	<i>Weisung <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf</a></i>				
Kurzbeschreibung	Literature Review: ETH-Library, Journals in Physics, Google Scholar; Thesis Structure: The IMRAD Model; Document Processing: LaTeX and BibTeX, Mathematical Writing, AVeTH Survival Guide; ETH Guidelines for Integrity; Authorship Guidelines; ETH Citation Etiquettes; Declaration of Originality.				
Lernziel	Basic standards for scientific works in physics: How to write a Master Thesis. What to know about research integrity.				



401-3990-18L **Bachelor-Arbeit ■** O 14 KP 30D Dozent/innen

Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics oder 402-2000-00L Scientific Works in Physics

Eine Genehmigung der Arbeit via das Formular <https://my.cse.ethz.ch/> ist OBLIGATORISCH (Vorsicht: in myStudies lassen sich alle Dozierenden unabhängig davon auswählen, ob sie tatsächlich als Betreuungsperson für die Arbeit zugelassen sind).

**Kurzbeschreibung** Die Bachelor-Arbeit bildet den Abschluss des Studiengangs. Sie soll einerseits dazu dienen, das Wissen in einem bestimmten Fachgebiet zu vertiefen sowie in einen ersten Kontakt mit Anwendungen zu kommen und Probleme aus solchen Anwendungen in einer bestehenden wissenschaftlichen Gruppe rechnergestützt anzugehen. Die Bachelor-Arbeit umfasst ca. 420 Stunden.

**Lernziel** Die Bachelorarbeit soll einerseits dazu dienen, das Wissen in einem bestimmten Fachgebiet zu vertiefen sowie in einen ersten Kontakt mit Anwendungen zu kommen und Probleme aus solchen Anwendungen rechnergestützt anzugehen. Andererseits soll auch gelernt werden, in einer bestehenden wissenschaftlichen Gruppe mitzuarbeiten.

**Voraussetzungen / Besonderes** Der verantwortliche Leiter der Bachelorarbeit definiert die Aufgabenstellung und legt den Beginn der Bachelorarbeit und den Abgabetermin fest. Die Bachelorarbeit wird mit einem schriftlichen Bericht abgeschlossen. Die Leistung wird mit einer Note bewertet.

► **Kolloquien**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5650-00L	Zurich Colloquium in Applied and Computational Mathematics	E-	0 KP	1K	R. Abgrall, R. Alaifari, H. Ammari, R. Hiptmair, S. Mishra, S. Sauter, C. Schwab

**Kurzbeschreibung** Forschungskolloquium

**Rechnergestützte Wissenschaften Bachelor - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Rechnergestützte Wissenschaften Master

## ► Kernfächer

Von den angebotenen Kernfächern müssen mindestens zwei Lerneinheiten erfolgreich abgeschlossen werden.  
Bemerkung zu 261-5110-00L Optimization for Data Science: wird ab Frühjahrssemester 2025 als Wahlfach zählen, aber nicht mehr als Kernfach angeboten.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-4656-21L	<b>AI in the Sciences and Engineering</b> <i>Aimed at students in a Master's Programme in Mathematics, Engineering and Physics.</i>	W	8 KP	3V+2U	S. Mishra, B. Moseley
Kurzbeschreibung	AI is having a profound impact on science by accelerating discoveries across physics, chemistry, biology, and engineering. This course aims to present a highly topical selection of AI applications across these fields. Emphasis will be placed on using AI, particularly deep learning, to understand systems modelled by PDEs, and key scientific machine learning concepts and themes will be discussed.				
Lernziel	Learning objectives:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aware of advanced applications of AI in the sciences and engineering</li> <li>- Familiar with the design, implementation, and theory of these algorithms</li> <li>- Understand the pros/cons of using AI and deep learning for science</li> <li>- Understand key scientific machine learning concepts and themes</li> </ul>				
Inhalt	<p>A selection of the following topics will be presented in the lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Key scientific tasks common to many scientific domains, such as simulation, inverse problems, equation discovery, design, and control problems, and issues with traditional methods for solving them</li> <li>2. Physics-informed neural networks for solving forward, inverse and equation discovery problems related to PDEs</li> <li>3. Neural operators, including Fourier neural operators and DeepONets, for learning efficient surrogate models, and their theoretical foundations</li> <li>4. Differentiable scientific algorithms, neural differential equations, and the benefits of hybrid workflows</li> <li>5. AI for symbolic regression and equation discovery</li> <li>6. Applications of graph neural networks in science</li> <li>7. Guest lectures on AI for chemistry and biology</li> <li>8. Large language models and other Foundation models for scientific discovery</li> </ol> <p>Applications using these techniques will be illustrated across fluid dynamics, wave physics, medical physics, molecular design, and computational biology. Several examples where AI algorithms outperform traditional scientific workflows will be shown.</p>				
Skript	Lecture slides, recordings, and tutorials will be available on Moodle.				
Literatur	All the material in the course is based on research articles written in last 1-3 years. The relevant references will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- An understanding of basic ML concepts including supervised learning, overfitting/underfitting, optimisation, and neural networks is required; you should understand the main concepts in the ETH 252-0220-00L Introduction to Machine Learning course (but note, completing this course is not a formal requirement)</li> <li>- Familiar with PDEs and numerical methods for solving them</li> <li>- Basic competence in Python and some practical familiarity with deep learning frameworks (e.g. PyTorch, TensorFlow, or Keras)</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
401-3632-00L	<b>Computational Statistics</b>	W	8 KP	3V+2U	J. Peters
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.				
	Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
263-0007-00L	<b>Advanced Systems Lab ■</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	W	8 KP	3V+2U+2A	M. Püschel
Kurzbeschreibung	This course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in developing high performance software for mathematical functionality occurring in various fields in computer science. The focus is on optimizing for a single core and includes optimizing for the memory hierarchy, for special instruction sets, and the possible use of automatic performance tuning.				

Lernziel	Software performance (i.e., runtime) arises through the complex interaction of algorithm, its implementation, the compiler used, and the microarchitecture the program is run on. The first goal of the course is to provide the student with an understanding of this "vertical" interaction, and hence software performance, for mathematical functionality. The second goal is to teach a systematic strategy how to use this knowledge to write fast software for numerical problems. This strategy will be trained in several homeworks and a semester-long group project.		
Inhalt	The fast evolution and increasing complexity of computing platforms pose a major challenge for developers of high performance software for engineering, science, and consumer applications: it becomes increasingly harder to harness the available computing power. Straightforward implementations may lose as much as one or two orders of magnitude in performance. On the other hand, creating optimal implementations requires the developer to have an understanding of algorithms, capabilities and limitations of compilers, and the target platform's architecture and microarchitecture.		
	This interdisciplinary course introduces the student to the foundations and state-of-the-art techniques in high performance mathematical software development using important functionality such as matrix operations, transforms, filters, and others as examples. The course will explain how to optimize for the memory hierarchy, take advantage of special instruction sets, and other details of current processors that require optimization. The concept of automatic performance tuning is introduced. The focus is on optimization for a single core; thus, the course complements others on parallel and distributed computing.		
	Finally a general strategy for performance analysis and optimization is introduced that the students will apply in group projects that accompany the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	Solid knowledge of the C programming language and matrix algebra.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung			gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert

## ► Vertiefungsgebiete

### ►► Astrophysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-3961-00L	<b>Physical Cosmology (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: AST513</i>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>4V+2U</b>	Uni-Dozierende
	<i>Mind the enrolment deadlines at UZH: <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	We study the history of our universe on large scales. We first discuss key cosmological observations that led to our standard model of cosmology, and we study in detail the origin and the evolution of the Universe such as inflation, big bang nucleosynthesis, and cosmic microwave background anisotropies. In the second part we learn (relativistic) perturbation theory ...				
Inhalt	In this course (formerly known as theoretical cosmology), we study the history of our universe on large scales. We first discuss key cosmological observations that led to our standard model of cosmology, and we study in detail the origin and the evolution of the Universe such as inflation, big bang nucleosynthesis, and cosmic microwave background anisotropies. In the second part we learn (relativistic) perturbation theory and apply it to initial conditions, large-scale structure and weak gravitational lensing.				
Literatur	Suggested textbooks: H. Mo, F. Van den Bosch, S. White: Galaxy Formation and Evolution S. Carroll: Space-Time and Geometry: An Introduction to General Relativity S. Dodelson: Modern Cosmology Secondary textbooks: S. Weinberg: Gravitation and Cosmology V. Mukhanov: Physical Foundations of Cosmology E. W. Kolb and M. S. Turner: The Early Universe N. Straumann: General relativity with applications to astrophysics A. Liddle and D. Lyth: Cosmological Inflation and Large Scale Structure				

►► **Atmosphärenphysik**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				
Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.				
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	As announced in the course				
<b>701-1228-00L</b>	<b>Cloud Dynamics: Hurricanes</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>U. Lohmann</b>
Kurzbeschreibung	Hurricanes are among the most destructive elements in the atmosphere. This lecture will discuss the physical requirements for their formation, life cycle, damage potential and their relationship to global warming. It also distinguishes hurricanes from thunderstorms and tornadoes.				
Lernziel	At the end of this course students will be able to distinguish the formation and life cycle mechanisms of tropical cyclones from those of extratropical thunderstorms/cyclones, project how tropical cyclones change in a warmer climate based on their physics and evaluate different tropical cyclone modification ideas.				
Inhalt	see course outline at: <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306</a>				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	A literature list can be found on moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one introductory lecture in Atmospheric Science or Instructor's consent. This lecture will build on some concepts of atmospheric dynamics and their governing equations. Thus, mathematical knowledge will be needed to use the equations to understand the material of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1270-00L</b>	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.				
Lernziel	After attending this course, students will be able to: - Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations - Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers				
Inhalt	HPC Overview: - Why does weather and climate require HPC? - Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators - Scaling / Parallel efficiency - Algorithmic motifs in weather and climate				
	Writing HPC code: - Data locality and single node efficiency - Shared memory parallelism with OpenMP - Distributed memory parallelism with MPI - GPU computing - High-level programming and domain-specific languages				
Literatur	- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011 - Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy - Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar ( <a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a> ) - Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout ( <a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a> )				

Voraussetzungen / Besonderes	- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling - basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...) - experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert

<b>401-5930-00L</b>	<b>Seminar in Physics of the Atmosphere for CSE ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Joos, A. Merrifield Könz</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, the process of writing a scientific proposal is introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, are outlined and class exercises train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Lernziel	Scientific writing skills How to effectively write a scientific proposal				
Inhalt	In this seminar, the process of writing a scientific proposal will be introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, will be outlined and class exercises will train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Voraussetzungen / Besonderes	In this seminar it is mandatory to write a proposal about an upcoming MSc thesis or semester project. If no such project is planned, this Seminar cannot be taken. Please contact the lecturers on time if you plan to take this seminar.				

## ►► Chemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0474-00L</b>	<b>Quantenchemie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Reiher, T. Weymuth</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Konzepte der Elektronenstruktur-Theorie und in die Methoden der numerischen Quantenchemie; begleitende Übungen mit Papier und Bleistift, sowie Anleitungen zu praktischen Berechnungen mit Quantenchemie-Programmen am Computer.				
Lernziel	Chemie kann inzwischen vollständig am Computer betrieben werden, eine intellektuelle Leistung, für die 1998 der Nobelpreis an Pople und Kohn verliehen wurde. Diese Vorlesung zeigt, wie das geht. Erarbeitet wird dabei die Vielteilchen-Quantentheorie von Mehrelektronensystemen (Atome und Moleküle) und ihre Implementierung in Computerprogramme. Es soll ein vollständiges Bild der Quantenchemie vermittelt werden, das alles Rüstzeug zur Verfügung stellt, um selbst solche Berechnungen durchführen zu können (sei es begleitend zum Experiment oder als Start in eine Vertiefung dieser Theorie).				
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Vielteilchen-Quantenmechanik. Entwicklung der Mehrelektronentheorie für Atome und Moleküle; beginnend bei der harmonischen Näherung für das Kern-Problem und bei der Hartree-Fock-Theorie für das elektronische Problem über Moeller-Plesset-Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung zu Coupled-Cluster und Multikonfigurationsverfahren. Dichtefunktionaltheorie. Verwendung quantenchemischer Software und Problemlösungen mit dem Computer.				
Skript	Ein Skript zu allen Vorlesungsstunden wird zur Verfügung gestellt (die aufgearbeitete Theorie wird durch praktische Beispiele kontinuierlich begleitet).				
Literatur	<p>Sämtliche Informationen zur Vorlesung, sowie die links zum Online-Streaming werden auf dieser Webseite bekanntgegeben:  <a href="https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html">https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html</a></p> <p>Lehrbücher:  F.L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, Dover Publications  I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall</p> <p>Hartree-Fock in Basisdarstellung:  A. Szabo and N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill</p> <p>Bücher zur Computerchemie:  F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, John Wiley &amp; Sons  C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, John Wiley &amp; Sons</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: einführende Vorlesung in Quantenmechanik (z.B. Physikalische Chemie III: Quantenmechanik)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		

<b>227-0161-00L</b>	<b>Molecular and Materials Modelling</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. Passerone, C. Pignedoli</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.				
Lernziel	The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.				

Inhalt -Classical force fields in molecular and condensed phase systems  
 -Methods for finding stationary states in a potential energy surface  
 -Monte Carlo techniques applied to nanoscience  
 -Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties  
 -From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions  
 -Condensed phase systems: from periodicity to band structure  
 -Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations  
 -Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies  
 -The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds

Skript A script will be made available and complemented by literature references.

Literatur D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.

M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.

C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004

G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.

K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.

E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.

<b>327-0613-00L</b>	<b>Computer Applications: Finite Elements in Solids and Structures</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Gusev</b>
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt. The course will only take place if at least 7 students are enrolled.</i>				
Lernziel	Einführung in die Finite-Elemente-Methode für Studenten mit einem allgemeinen Interesse an diesem Gebiet.				
Inhalt	Einführung, Energieformulierungen, die Rayleigh-Ritz-Methode, Finite-Elemente der Verschiebungen, Lösungen zu den Finite-Elemente Gleichungen, Lineare Elemente, Konvergenz, Kompatibilität und Vollständigkeit, Finite Elemente höherer Ordnung, Beam- und Frame-Elemente, Plate- und Shell-Elemente, Dynamik und Vibrationen, Verallgemeinerung des Finite-Elemente-Konzeptes (Galerkin-weighted residual and variational approaches)				
Skript	Autographie				
Literatur	- Astley R.J. Finite Elements in Solids and Structures, Chapman & Hill, 1992 - Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method, 5th ed., vol. 1, Butterworth-Heinemann, 2000				

<b>529-0150-00L</b>	<b>Digital Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Jorner</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the topic of digital chemistry, an emerging interdisciplinary field that intersects machine learning, cheminformatics, computational chemistry and software development. In contrast to specialized courses on these separate topics, this course focuses on how to combine the best tools and approaches of each field to solve chemical problems.				
Lernziel	Students will gain fundamental knowledge of digital chemistry and will be well-prepared to engage with subject specialists in academia or industry. They will know how to work with and visualize chemical data and train predictive and generative machine learning models. Students will learn how to apply critical thinking and sound skepticism to build well-grounded and validated models. By completing a hands-on project, students will get practical experience of leading a machine learning project from start to finish.				
Inhalt	-Introduction to Python for chemists -Practical cheminformatics -Introduction to data curation, extraction, and management -Generating representations and simulated data with computational chemistry methods -Classical supervised and unsupervised machine learning -Advanced machine learning: neural networks, graph models, language models -Explainable AI -Applications of digital chemistry to property and reaction prediction, molecular design and experimental design				
Skript	Lecture notes will be provided.				
Literatur	The course is based on the lectures notes, and accompanying code notebooks, but the following books can be used as reference: - K. A. Tanemura, D. Sierra-Costa, K. M. Merz Jr., Python for Chemists - J. P. Janet, H. J. Kulik, Machine Learning in Chemistry - G. M. Jones, B. Story, V. Maroulas, K. D. Vogiatzis, Molecular Representations for Machine Learning -S. Raschka, Y. Liu, V. Mirjalili, Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn -A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 3rd Edition -A. D. White, Deep Learning for Molecules & Materials -G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning -T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning -Y. S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismael, H.-T. Lin, Learning From Data				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic programming skills, basic knowledge of chemistry				

<b>401-5940-00L</b>	<b>Seminar in Chemistry for CSE</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. H. Hünenberger, M. Reiher</b>
Kurzbeschreibung	The student will carry out a literature study on a topic of his or her liking or suggested by the supervisor in the area of computer simulation in chemistry, the results of which are to be presented both orally and in written form.				

## ►► Fluiddynamik

*Eine der beiden Lerneinheiten*

151-0208-00L *Berechnungsmethoden der Energie- und Verfahrenstechnik*

151-0212-00L *Advanced CFD Methods*

*ist obligatorisch.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0208-00L</b>	<b>Computational Methods for Flow, Heat and Mass Transfer Problems</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. W. Meyer-Massetti</b>
Kurzbeschreibung	Es werden numerische Methoden zur Lösung von Problemen der Fluidodynamik, Energie- & Verfahrenstechnik dargestellt und anhand von analytischen & numerischen Beispielen illustriert. Die Lehrveranstaltung wird im flipped classroom Format durchgeführt.				

Lernziel	Kenntnisse und praktische Erfahrung mit der Anwendung von Diskretisierungs- und Lösungsverfahren für Problem der Fluidodynamik und der Energie- und Verfahrenstechnik		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einleitung mit Anwendungen, Schritte zur numerischen Lösung</li> <li>- Klassifizierung partieller Differentialgleichungen, Beispiele aus Anwendungen</li> <li>- Finite Differenzen</li> <li>- Finite Volumen</li> <li>- Methoden der gewichteten Residuen, Spektralmethoden, finite Elemente</li> <li>- Randelementmethode</li> <li>- Stabilitätsanalyse, Konsistenz, Konvergenz</li> <li>- Numerische Lösungsverfahren, lineare Löser</li> </ul> Der Stoff wird mit Beispielen aus der Praxis illustriert.		
Skript	Folien und ein Skript werden ausgegeben.		
Literatur	Referenzen werden in der Vorlesung angegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen in Fluidodynamik, Thermodynamik und Programmieren (Selbst-Studium: Numerische Mathematik, Kaspar Nipp, 2010, <a href="https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377">https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377</a> )		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft

151-0212-00L	Advanced CFD Methods	W	4 KP	2V+1U	P. Jenny
Kurzbeschreibung	Fundamental and advanced numerical methods used in commercial and open-source CFD codes will be explained. The main focus is on numerical methods for conservation laws with discontinuities, which is relevant for trans- and hypersonic gas dynamics problems, but also CFD of incompressible flows, Direct Simulation Monte Carlo and the Lattice Boltzmann method are explained.				
Lernziel	Knowing what's behind a state-of-the-art CFD code is not only important for developers, but also for users in order to choose the right methods and to achieve meaningful and accurate numerical results. Acquiring this knowledge is the main goal of this course.  Established numerical methods to solve the incompressible and compressible Navier-Stokes equations are explained, whereas the focus lies on finite volume methods for compressible flow simulations. In that context, first the main theory and then numerical schemes related to hyperbolic conservation laws are explained, whereas not only examples from fluid mechanics, but also simpler, yet illustrative ones are considered (e.g. Burgers and traffic flow equations). In addition, two less commonly used yet powerful approaches, i.e., the Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) and Lattice Boltzmann methods, are introduced.				
Inhalt	For most exercises a C++ code will have to be modified and applied. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finite-difference vs. finite-element vs. finite-volume methods</li> <li>- Basic approach to simulate incompressible flows</li> <li>- Brief introduction to turbulence modeling</li> <li>- Theory and numerical methods for compressible flow simulations</li> <li>- Direct Simulation Monte Carlo (DSMC)</li> <li>- Lattice Boltzmann method</li> </ul>				
Skript	Part of the course is based on the referenced books. In addition, the participants receive a manuscript and the slides.				
Literatur	"Computational Fluid Dynamics" by H. K. Versteeg and W. Malalasekera. "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems" by R. J. Leveque.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in <ul style="list-style-type: none"> <li>- fluid dynamics</li> <li>- numerical mathematics</li> <li>- programming (programming language is not important, but C++ is of advantage)</li> </ul>				

151-0170-00L	Computational Multiphase Thermal Fluid Dynamics	W	4 KP	2V+1U	F. Coletti, A. Dehbi, Y. Sato
Kurzbeschreibung	The course deals with fundamentals of the application of Computational Fluid Dynamics to gas-liquid flows as well as particle laden gas flows including aerosols. The course will present the current state of art in the field. Challenging examples, mainly from the fluid-machinery and plant, are discussed in detail.				
Lernziel	Fundamentals of 3D multiphase flows (Definitions, Averages, Flow regimes), mathematical models (two-fluid model, Euler-Euler and Euler-Lagrange techniques), modeling of dispersed bubble flows (inter-phase forces, population balance and multi-bubble size class models), turbulence modeling, stratified and free-surface flows (interface tracking techniques such as VOF, level-sets and variants, modeling of surface tension), particulate and aerosol flows, particle tracking, one and two way coupling, random walk techniques to couple particle tracking with turbulence models, numerical methods and tools, industrial applications.				

151-0110-00L	Compressible Flows	W	4 KP	2V+1U	P. Jenny, A. A. Kubik
Kurzbeschreibung	Themen: Instationäre eindimensionale Unterschall- und Überschallströmungen, Akustik, Schallausbreitung, Überschallströmung mit Stößen und Prandtl-Meyer Expansionen, Umströmung von schlanken Körpern, Stossrohre, Reaktionsfronten (Deflagration und Detonation). Mathematische Werkzeuge: Charakteristikenverfahren, ausgewählte numerische Methoden.				
Lernziel	Illustration der Physik der kompressiblen Strömungen und Üben der mathematischen Methoden anhand einfacher Beispiele.				
Inhalt	Die Kompressibilität im Zusammenspiel mit der Trägheit führen zu Wellen in einem Fluid. So spielt die Kompressibilität bei instationären Vorgängen (Schwingungen in Gasleitungen, Auspuffrohren usw.) eine wichtige Rolle. Auch bei stationären Unterschallströmungen mit hoher Machzahl oder bei Überschallströmungen muss die Kompressibilität berücksichtigt werden (Flugtechnik, Turbomaschinen usw.). In dem ersten Teil der Vorlesung wird die Wellenausbreitung bei eindimensionalen Unterschall- und Überschallströmungen behandelt. Es werden sowohl Wellen kleiner Amplitude in akustischer Näherung, als auch Wellen grosser Amplitude mit Stossbildung behandelt.  Der zweite Teil befasst sich mit ebenen stationären Überschallströmungen. Schlanke Körper in einer Parallelströmung werden als schwache Störungen der Strömung angesehen und können mit den Methoden der Akustik behandelt werden. Zu der Beschreibung der zweidimensionalen Überschallströmung beliebiger Körper gehören schräge Verdichtungsstöße, Prandtl-Meyer Expansionen usw.. Unterschiedliche Randbedingungen (Wände usw.) und Wechselwirkungen, Reflexionen werden berücksichtigt.				
Skript	nicht verfügbar				
Literatur	Eine Literaturliste mit Buchempfehlungen wird am Anfang der Vorlesung ausgegeben.				

Voraussetzungen / Voraussetzungen: Fluiddynamik I und II  
Besonderes

<b>151-0207-00L</b>	<b>Theory and Modeling of Reactive Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. E. Frouzakis, I. Mantzaras</b>
Kurzbeschreibung	The course first reviews the governing equations and combustion chemistry, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Catalytic combustion and its coupling with homogeneous combustion are dealt in detail, and turbulent combustion modeling approaches are presented. Available numerical codes will be used for modeling.				
Lernziel	Theory of combustion with numerical applications				
Inhalt	The analysis of realistic reactive flow systems necessitates the use of detailed computer models that can be constructed starting from first principles i.e. thermodynamics, fluid mechanics, chemical kinetics, and heat and mass transport. In this course, the focus will be on combustion theory and modeling. The reacting flow governing equations and the combustion chemistry are firstly reviewed, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Heterogeneous (catalytic) combustion, an area of increased importance in the last years, will be dealt in detail along with its coupling with homogeneous combustion. Finally, approaches for the modeling of turbulent combustion will be presented. Available numerical codes will be used to compute the above described phenomena. Familiarity with numerical methods for the solution of partial differential equations is expected.				
Skript	Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	NEW course				

<b>401-5950-00L</b>	<b>Seminar in Fluid Dynamics for CSE ■</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Enlarged knowledge and practical abilities in fundamentals and applications of Computational Fluid Dynamics				
Lernziel	Enlarged knowledge and practical abilities in fundamentals and applications of Computational Fluid Dynamics				
Voraussetzungen / Besonderes	Contact Prof. P. Jenny or PD Dr. D. Meyer-Masseti before the beginning of the semester				

## ►► Systems and Control

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.				
Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.				
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.				
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.				
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b> <i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.				
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.				
Inhalt	Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.				
	Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.				
	During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.				
	This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.				
Skript	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.				
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>227-0690-12L</b>	<b>Advanced Topics in Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising</b>
Kurzbeschreibung	Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.				
Lernziel	By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.				
Inhalt	Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.				
Skript	A complete set of lecture notes and slides will be provided.				
Literatur	The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors: <a href="http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/">http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.				
<b>227-0690-13L</b>	<b>Robust Control and Convex Optimisation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Smith</b>
Kurzbeschreibung	Robust control theory addresses the problem of analysing and designing feedback systems that achieve performance objectives in the presence of uncertainty in the dynamics of the system. Convex optimisation forms the basis of the computational tools needed to solve these problems. The course covers the theory, computation, and practical applic. of these methods to a variety of uncertain systems.				
Lernziel	To introduce students to the basic concepts in robust control and provide them sufficiently familiarity with the computational tools required to design robust controllers with verifiable characteristics in a variety of engineering system domains.				
Inhalt	An optimization based approach to robust control theory and applications. Topics will include: H-infinity and H-2 control design; structured-singular value analysis and synthesis; model reduction; convex optimization; semi-definite programming; and interior-point methods.				
Voraussetzungen / Besonderes	Control systems (227-0216-00L), Linear system theory (227-0225-00L), or equivalents, as well as sufficient mathematical maturity.				
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra. Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.				
	Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).				
<b>401-5850-00L</b>	<b>Seminar in Systems and Control for CSE</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Lygeros</b>
Kurzbeschreibung	Course based on individual study, please contact instructor for more information. Short projects involving literature review and possibly simple research tasks.				
Lernziel	Introduce students to state of the art research in systems and control.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			geprüft

## ►► Robotik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				

Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QQuality and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356

<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge Step 2: Select soft robotic actuator material Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge Step 4: Basic controller for robotic functionality				
	Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills				
	Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains Step 1: Identify the moving aspects of the problem Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions				
	Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach				
Inhalt	Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.				
	Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control				
Skript	Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class. All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				

Literatur	1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst. (2023). 6:1–29. 2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." Advanced Engineering Materials 19.12 (2017): 1700016. 3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." Nature Reviews Materials 3.6 (2018): 143-153. 4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." Science Robotics 2.12 (2017). 5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." Chemical Society Reviews 49.12 (2020): 4043-4069.		
Voraussetzungen / Besonderes	- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls. - Designed for students at the master's or PhD level. - Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	After attending this course, students will: 1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video. 2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications. 3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision. 4. be able to critically analyze and asses current research in this area.				
Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert		

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
Kurzbeschreibung	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact studiensekretariat@inf.ethz.ch</i>				
Lernziel	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data. The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				

Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: - Advanced Machine Learning - Deep Learning - Probabilistic Artificial Intelligence - Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
	Problemlösung	geprüft	
	Projektmanagement	geprüft	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert	

<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft

<b>401-5860-00L</b>	<b>Seminar in Robotics for CSE</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Hutter, R. Katzschmann, E. Konukoglu, B. Nelson, R. Siegwart, M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an opportunity to familiarize yourself with the advanced topics of robotics and mechatronics research. The seminar consists of a literature study, including a report and a presentation.				
Lernziel	The students are familiar with the challenges of the fascinating and interdisciplinary field of Robotics and Mechatronics. They are introduced in the basics of independent non-experimental scientific research and are able to summarize and to present the results efficiently.				
Inhalt	This 4 ECTS course requires each student to discuss a study plan with the lecturer and select minimum 10 relevant scientific publications to read through. At the end of semester, the results should be presented in an oral presentation and summarized in a report.				

## ►► Physik

*Für das Vertiefungsgebiet "Physik" sind Grundkenntnisse in Quantenmechanik erforderlich.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0812-00L</b>	<b>Computational Statistical Physics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>A. Adelman</b>
Kurzbeschreibung	Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen.				
Lernziel	Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung. Die Vorlesung ist eine Vertiefung von Simulationsmethoden in der statistischen Physik, und daher ideal als Fortführung der Veranstaltung "Introduction to Computational Physics" des Herbstsemesters. Im ersten Teil lernen Studenten die folgenden Methoden anzuwenden: Klassische Monte-Carlo-Simulationen, finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Ausserdem lernen Studenten die Anwendung der Methoden aus der Statistischen Physik auf Boltzmann-Maschinen kennen und lernen wie Nichtgleichgewichtssysteme simuliert werden.				
Inhalt	Im zweiten Teil wenden die Studenten Methoden zur Simulation von Molekulardynamiken an. Das beinhaltet unter anderem auch langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation und diskrete Elemente. Simulationsmethoden in der statistischen Physik. Klassische Monte-Carlo-Simulationen: finite-size scaling, Clusteralgorithmen, Histogramm-Methoden, Renormierungsgruppe. Anwendung auf Boltzmann-Maschinen. Simulation von Nichtgleichgewichtssystemen. Molekulardynamik-Simulationen: langreichweitige Wechselwirkungen, Ewald-Summation, diskrete Elemente, Parallelisierung.				
Skript	Skript und Folien sind online verfügbar und werden bei Bedarf verteilt.				
Literatur	Literaturempfehlungen und Referenzen sind im Skript enthalten.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen in der Statistischen Physik, Klassischen Mechanik und im Bereich der Rechnergestützten Methoden ist empfohlen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert	
<b>402-0810-00L</b>	<b>Computational Quantum Physics</b> <i>Studierende der UZH dürfen diese Lerneinheit nicht an der ETH belegen, sondern müssen das Modul PHY522 direkt an der UZH buchen.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Carrasquilla Alvarez</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to simulation methods for quantum systems. Starting from the one-body problem, a special emphasis is on quantum many-body problems, where we cover both approximate methods (Hartree-Fock, density functional theory) and exact methods (exact diagonalization, matrix product states, and quantum Monte Carlo methods).				
Lernziel	Through lectures and practical programming exercises, after this course: Students are able to describe the difficulties of quantum mechanical simulations. Students are able to explain the strengths and weaknesses of the methods covered. Students are able to select an appropriate method for a given problem. Students are able to implement basic versions of all algorithms discussed.				
Skript	A script for this lecture will be provided.				
Literatur	A list of additional references will be provided in the script.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic knowledge of quantum mechanics, numerical tools (numerical differentiation and integration, linear solvers, eigensolvers, root solvers, optimization), and a programming language (for the teaching assignments, you are free to choose your preferred one).				
<b>402-0461-00L</b>	<b>Quantum Information Theory</b> <i>Offered in the spring semester from FS24.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Renner</b>
Kurzbeschreibung	This course aims to introduce the concepts and methods of quantum information theory. It starts with an introduction to the mathematical theory of quantum systems and then discusses the basic information-theoretic aspects of quantum mechanics. Further topics include using information-theoretic methods to analyse foundational questions in physics.				
Lernziel	By the end of the course, students are able to explain the basic mathematical formalism (e.g. states, channels) and the tools (e.g. entropy, distinguishability) of quantum information theory. They can adapt and apply these concepts and methods to analytically solve quantum information-processing problems.				
Inhalt	Mathematical formulation of quantum theory: entanglement, density operators, quantum channels and their representations. Basic tools of quantum information theory: distinguishability of states and channels, formulation as semidefinite programs, entropy and its properties. Applications of the concepts and tools: communication of classical or quantum information over noisy channels, quantitative uncertainty relations, randomness generation, entanglement distillation, security of quantum cryptography.				
Skript	Distributed via moodle.				
Literatur	Nielsen and Chuang, Quantum Information and Computation Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation Wilde, Quantum Information Theory Watrous, The Theory of Quantum Information				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>227-0161-00L</b>	<b>Molecular and Materials Modelling</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. Passerone, C. Pignedoli</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the basic techniques to interpret experiments with contemporary atomistic simulation, including force fields or ab initio based molecular dynamics and Monte Carlo. Structural and electronic properties will be simulated hands-on for realistic systems. The modern methods of "big data" analysis applied to the screening of chemical structures will be introduced with examples.				
Lernziel	The ability to select a suitable atomistic approach to model a nanoscale system, and to employ a simulation package to compute quantities providing a theoretically sound explanation of a given experiment. This includes knowledge of empirical force fields and insight in electronic structure theory, in particular density functional theory (DFT). Understanding the advantages of Monte Carlo and molecular dynamics (MD), and how these simulation methods can be used to compute various static and dynamic material properties. Basic understanding on how to simulate different spectroscopies (IR, X-ray, UV/VIS). Performing a basic computational experiment: interpreting the experimental input, choosing theory level and model approximations, performing the calculations, collecting and representing the results, discussing the comparison to the experiment.				
Inhalt	-Classical force fields in molecular and condensed phase systems -Methods for finding stationary states in a potential energy surface -Monte Carlo techniques applied to nanoscience -Classical molecular dynamics: extracting quantities and relating to experimentally accessible properties -From molecular orbital theory to quantum chemistry: chemical reactions -Condensed phase systems: from periodicity to band structure -Larger scale systems and their electronic properties: density functional theory and its approximations -Advanced molecular dynamics: Correlation functions and extracting free energies -The use of Smooth Overlap of Atomic Positions (SOAP) descriptors in the evaluation of the (dis)similarity of crystalline, disordered and molecular compounds				
Skript	A script will be made available and complemented by literature references.				

- Literatur D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations, Academic Press, 2002.
- M. P. Allen and D.J. Tildesley, Computer Simulations of Liquids, Oxford University Press 1990.
- C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models, Wiley 2004
- G. L. Miessler, P. J. Fischer, and Donald A. Tarr, Inorganic Chemistry, Pearson 2014.
- K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley, 1987.
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College 1976.
- E. Kaxiras, Atomic and Electronic Structure of Solids, Cambridge University Press 2010.

151-0520-00L	Multiscale Modeling	W	4 KP	3G	D. Kochmann
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Theoretical foundations and numerical applications of multiscale modeling in solid mechanics, from atomistics all the way up to the macroscopic continuum scale with a focus on scale-bridging methods (including the theory of homogenization, computational homogenization techniques, modeling by methods of atomistics, coarse-grained atomistics, mesoscale models, multiscale constitutive modeling).				
Lernziel	To acquire the theoretical background and practical experience required to develop and use theoretical-computational tools that bridge across scales in the multiscale modeling of solids.				
Inhalt	Microstructure and unit cells, theory of homogenization, computational homogenization by the finite element method and Fourier-based techniques, discrete-to-continuum coupling methods, atomistics and molecular dynamics, coarse-grained atomistics for crystalline solids, quasicontinuum techniques, analytical upscaling methods and models, multiscale constitutive modeling, selected topics of multiscale modeling.				
Skript	Lecture notes and relevant reading materials will be provided.				
Literatur	No textbook is required. Reference reading materials are suggested.				
Voraussetzungen / Besonderes	Continuum Mechanics I or II and Computational Mechanics I or II (or equivalent).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
529-0474-00L	Quantenchemie	W	6 KP	3G	M. Reiher, T. Weymuth
Kurzbeschreibung	Einführung in Konzepte der Elektronenstruktur-Theorie und in die Methoden der numerischen Quantenchemie; begleitende Übungen mit Papier und Bleistift, sowie Anleitungen zu praktischen Berechnungen mit Quantenchemie-Programmen am Computer.				
Lernziel	Chemie kann inzwischen vollständig am Computer betrieben werden, eine intellektuelle Leistung, für die 1998 der Nobelpreis an Pople und Kohn verliehen wurde. Diese Vorlesung zeigt, wie das geht. Erarbeitet wird dabei die Vielteilchen-Quantentheorie von Mehrelektronensystemen (Atome und Moleküle) und ihre Implementierung in Computerprogramme. Es soll ein vollständiges Bild der Quantenchemie vermittelt werden, das alles Rüstzeug zur Verfügung stellt, um selbst solche Berechnungen durchführen zu können (sei es begleitend zum Experiment oder als Start in eine Vertiefung dieser Theorie).				
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Vielteilchen-Quantenmechanik. Entwicklung der Mehrelektronentheorie für Atome und Moleküle; beginnend bei der harmonischen Näherung für das Kern-Problem und bei der Hartree-Fock-Theorie für das elektronische Problem über Moeller-Plesset-Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung zu Coupled-Cluster und Multikonfigurationsverfahren. Dichtefunktionaltheorie. Verwendung quantenchemischer Software und Problemlösungen mit dem Computer.				
Skript	Ein Skript zu allen Vorlesungsstunden wird zur Verfügung gestellt (die aufgearbeitete Theorie wird durch praktische Beispiele kontinuierlich begleitet).				
	Sämtliche Informationen zur Vorlesung, sowie die links zum Online-Streaming werden auf dieser Webseite bekanntgegeben: <a href="https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html">https://reiher.ethz.ch/courses-and-seminars/exercises/QC_2024.html</a>				
Literatur	Lehrbücher: F.L. Pilar, Elementary Quantum Chemistry, Dover Publications I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall				
	Hartree-Fock in Basisdarstellung: A. Szabo and N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill				
	Bücher zur Computerchemie: F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, John Wiley & Sons C.J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, John Wiley & Sons				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: einführende Vorlesung in Quantenmechanik (z.B. Physikalische Chemie III: Quantenmechanik)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>402-0778-00L</b>	<b>Particle Accelerator Physics and Modeling II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	Non-linearities in beam dynamics of charged particles will be discussed. Lie-Methods in combination with differential algebra (DA) and truncated power series (TPS) will be used. We will use statistical mechanics to study storage rings and free electron lasers. Crystalline beams and quantum mechanics effects will be analysed towards possible a use of accelerator in quantum sensing.				
Lernziel	Models for nonlinear beam dynamics can be applied to new or existing particle accelerators.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symplectic Maps and Higher Order Beam Dynamics</li> <li>- Taylor Models and Differential Algebra (repetition from PAM-1)</li> <li>- Normal Forms Analysis</li> <li>- Long term integration of charged particles</li> <li>- Statistical Mechanics for Electron Storage Rings and Free Electron Lasers</li> <li>- Crystalline beams and quantum mechanics effects</li> </ul>				
Skript	Lecture notes				
Literatur	Will be provided during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally Particle Accelerator Physics and Modelling 1 (PAM-1), however at the beginning of the semester, a crash course is offered introducing the minimum level of particle accelerator modeling needed to follow. This lecture is also suited for PhD. Students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>401-5810-00L</b>	<b>Seminar in Physics for CSE</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Adelmann</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar the students present a paper on advanced topics in theoretical and/or computational physics. This includes the reproduction and derivation of presented results or implementation of algorithms.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► Computational Finance

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-4658-00L</b>	<b>Numerical Methods for Finance</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>C. Schwab</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to principal methods of option pricing. Emphasis on PDE-based methods. Prerequisite MATLAB and Python programming and knowledge of numerical mathematics at ETH BSc level.				
Lernziel	Introduce the main methods for efficient numerical valuation of derivative contracts in a Black Scholes as well as in incomplete markets due Levy processes or due to stochastic volatility models. Develop implementation of pricing methods in MATLAB and Python.				
Inhalt	Finite-Difference/ Finite Element based methods for the solution of the pricing integrodifferential equation. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review of option pricing. Wiener and Levy price process models. Deterministic, local and stochastic volatility models.</li> <li>2. Finite Difference Methods for option pricing. Relation to bi- and multinomial trees. European contracts.</li> <li>3. Finite Difference methods for Asian, American and Barrier type contracts.</li> <li>4. Finite element methods for European and American style contracts.</li> <li>5. Pricing under local and stochastic volatility in Black-Scholes Markets.</li> <li>6. Finite Element Methods for option pricing under Levy processes. Treatment of integrodifferential operators.</li> <li>7. Stochastic volatility models for Levy processes.</li> <li>8. Techniques for multidimensional problems. Baskets in a Black-Scholes setting and stochastic volatility models in Black Scholes and Levy markets.</li> <li>9. Introduction to sparse grid option pricing techniques.</li> </ol>				
Skript	There will be english lecture notes as well as MATLAB or Python software for registered participants in the course.				
Literatur	Main reference (course text): N. Hilber, O. Reichmann, Ch. Schwab and Ch. Winter: Computational Methods for Quantitative Finance, Springer Finance, Springer, 2013.  Supplementary texts: R. Cont and P. Tankov : Financial Modelling with Jump Processes, Chapman and Hall Publ. 2004.  Y. Achdou and O. Pironneau : Computational Methods for Option Pricing, SIAM Frontiers in Applied Mathematics, SIAM Publishers, Philadelphia 2005.  D. Lamberton and B. Lapeyre : Introduction to stochastic calculus Applied to Finance (second edition), Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series, Taylor & Francis Publ. Boca Raton, London, New York 2008.  J.-P. Fouque, G. Papanicolaou and K.-R. Sircar : Derivatives in financial markets with stochastic volatility, Cambridge Univeristy Press, Cambridge, 2000.				

Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of Numerical Analysis/ Scientific Computing Techniques corresponding roughly to BSc MATH or BSc RW/CSE at ETH is expected. Basic programming skills in MATLAB or Python are required for the exercises, and are <u>not</u> taught in this course.				
<b>401-3932-19L</b>	<b>Mathematics for New Technologies in Finance</b> <i>formerly until FS22: Machine Learning in Finance</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>J. Teichmann, P. Harms</b>
Kurzbeschreibung	The course will deal with the following topics with rigorous proofs and many coding excursions: Universal approximation theorems, Stochastic gradient Descent, Deep networks and wavelet analysis, Deep Hedging, Deep calibration, Different network architectures, Reservoir Computing, Time series analysis by machine learning, Reinforcement learning, generative adversarial networks, Economic games.				
Inhalt	CATALOGUE DATA TO BE ADJUSTED				
Voraussetzungen / Besonderes	Bachelor in mathematics, physics, economics or computer science.				
<b>401-8905-00L</b>	<b>Financial Engineering (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 22MO0142</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html</a>				
	<i>Höchstens eine der beiden Lerneinheiten</i> <i>401-8905-00L Financial Engineering (University of Zurich)</i> <i>401-8908-00L Continuous Time Quantitative Finance (University of Zurich)</i> <i>darf angerechnet werden.</i>				
Kurzbeschreibung	This lecture is intended for students who would like to learn more on equity derivatives modelling and pricing.				
Lernziel	Quantitative models for European option pricing (including stochastic volatility and jump models), volatility and variance derivatives, American and exotic options.				
Inhalt	After introducing fundamental concepts of mathematical finance including no-arbitrage, portfolio replication and risk-neutral measure, we will present the main models that can be used for pricing and hedging European options e.g. Black-Scholes model, stochastic and jump-diffusion models, and highlight their assumptions and limitations. We will cover several types of derivatives such as European and American options, Barrier options and Variance-Swaps. Basic knowledge in probability theory and stochastic calculus is required. Besides attending class, we strongly encourage students to stay informed on financial matters, especially by reading daily financial newspapers such as the Financial Times or the Wall Street Journal.				
Skript	Script.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of probability theory and stochastic calculus. Asset Pricing.				
<b>401-5820-00L</b>	<b>Seminar in Computational Finance for CSE</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Teichmann, P. Harms</b>
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►► Computational Finance (nur unter Zusatzbedingungen anrechenbar)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-8908-00L</b>	<b>Continuous Time Quantitative Finance (University of Zurich)</b> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: 22MO0125</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	Uni-Dozierende
	<i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html</a>				



s.html

Höchstens eine der beiden Lerneinheiten  
401-8905-00L Financial Engineering (University of Zurich)  
401-8908-00L Continuous Time Quantitative Finance  
(University of Zurich)  
darf angerechnet werden.  
Wenden Sie sich für die Kategorieuordnung nach dem  
Verfügen des Prüfungsergebnisses an das  
Studiensekretariat ([www.math.ethz.ch/studiensekretariat](http://www.math.ethz.ch/studiensekretariat)).

Kurzbeschreibung	American Options, Stochastic Volatility, Lévy Processes and Option Pricing, Exotic Options, Transaction Costs and Real Options.
Lernziel	The course focuses on the theoretical foundations of modern derivative pricing. It aims at deriving and explaining important option pricing models by relying on some mathematical tools of continuous time finance. A particular focus on jump processes is given. The introduction of possible financial crashes is now essential in some models and a clear understanding of Poisson processes is therefore important. A standard background in stochastic calculus is required.
Inhalt	Stochastic volatility models Itô's formula and Girsanov theorem for jump-diffusion processes The pricing of options in presence of possible discontinuities Exotic options Transaction costs
Skript	See: <a href="http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/">http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/</a>
Literatur	See: <a href="http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/">http://www.isb.uzh.ch/institut/staff/chesney.marc/teaching/</a>
Voraussetzungen / Besonderes	This course replaces "Continuous Time Quantitative Finance" (MFOEC108), which will be discontinued. Students who have taken "Continuous Time Quantitative Finance" (MFOEC108) in the past, are not allowed to book this course "Continuous Time Quantitative Finance" (MFOEC204).

## ►► Electromagnetics

227-0662-00L und 227-0662-10L sind nur zusammen anrechenbar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>227-0662-00L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).  Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
<b>227-0662-10L</b>	<b>Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Project)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	This course examines the optical and electronic properties of excitonic materials that can be leveraged to create thin-film light emitting devices and solar cells. Laboratory sessions provide students with experience in synthesis and optical characterization of nanomaterials as well as fabrication and characterization of thin film devices.				
Lernziel	Gain the knowledge and practical experience to begin research with organic or nanostructured materials and understand the key challenges in this rapidly emerging field.				
Inhalt	0-Dimensional Excitonic Materials (organic molecules and colloidal quantum dots)  Energy Levels and Excited States (singlet and triplet states, optical absorption and luminescence).  Excitonic and Polaronic Processes (charge transport, Dexter and Förster energy transfer, and exciton diffusion).  Devices (photodetectors, solar cells, and light emitting devices).				
Literatur	Lecture notes and reading assignments from current literature to be posted on website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Admission is conditional to passing 227-0662-00L Organic and Nanostructured Optics and Electronics (Course)				
<b>227-0622-00L</b>	<b>Applications of Thermal Modeling: From Hot Atoms to W Heated Tissues</b>		<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Neufeld, M. Luisier</b>
Kurzbeschreibung	How about leveraging heat to cure cancer or to solve today's energy crisis? Computational simulation of heat-related phenomena from the atomic-scale to living organisms is key to achieve these goals and will be at the core of this multidisciplinary course. The necessary physics, modeling, and computing background will be covered, from theory to practical implementations in concrete applications.				

Lernziel	During this course students will:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- learn the physics governing the formation and propagation of heat in solids and living human tissues;</li> <li>- discover how heat can be used in personalised cancer therapies or in thermoelectric applications to produce reusable energy;</li> <li>- develop computational models describing electromagnetically-induced heating;</li> <li>- get familiar with computational simulation techniques across a wide range of spatial scales, incl. methods for simulating in vivo heating, considering thermoregulation and perfusion, or more fundamental approaches that consider heat at the level of atomic vibrations;</li> <li>- implement and apply simulation techniques within a state-of-the-art open-source simulation platform for computational life sciences, and a framework for computer-aided design of nanoscale electronic devices;</li> <li>- learn about practical aspects related to performance-critical coding and numerics for computational simulations;</li> <li>- work on two small projects applying the theoretical concepts presented during the lectures to two specific real-world applications where heat modeling is required;</li> <li>- learn about current challenges of high social relevance associated with heat modeling.</li> </ul>				
Inhalt	The following topics will be covered:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction to electromagnetic heating, from its social relevance and history to its application in biology and electronics;</li> <li>- personalised therapies relying on local heating;</li> <li>- thermoelectricity (production of electricity from heat gradients);</li> <li>- microscopic/macroscale thermal transport including governing equations, numerical methods to solve them, and applications;</li> <li>- numerical algorithms and their implementation, shared and distributed parallelization approaches and pitfalls, use of graphics processing units (GPUs) for hardware acceleration, and solutions for high performance computing;</li> <li>- usage of the Sim4Life simulation platform (therapy planning) and of the OMEN technology computer aided design tool (device simulation) as practical examples;</li> <li>- odel verification and validation.</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/thermal-modeling/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is ideal for students who have an interest in computational sciences, a passion for interdisciplinarity, and generally enjoy problem-solving.				
Kompetenzen	The course requires a basic knowledge of Python scripting and C/C++ coding skills, undergraduate entry-level familiarity with electric and magnetic fields/forces, differential equations, calculus, and basic knowledge of biology and physics.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>227-0707-00L</b>	<b>Optimization Methods for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Smajic, G. Beccuti</b>
Kurzbeschreibung	Erste Semesterhälfte: Einführung in die wichtigsten Methoden der numerischen Optimierung mit Schwerpunkt auf stochastischen Verfahren wie genetische Algorithmen, evolutionäre Strategien, etc. Zweite Semesterhälfte: Jeder Teilnehmer implementiert ein ausgewähltes Optimierungsverfahren und wendet es auf ein praktisches Problem an.				
Lernziel	Numerische Optimierung spielt eine zunehmende Rolle sowohl bei der Entwicklung technischer Produkte als auch bei der Entwicklung numerischer Methoden. Die Studenten sollen lernen, geeignete Verfahren auszuwählen, weiter zu entwickeln und miteinander zu kombinieren um so praktische Probleme effizient zu lösen.				
Inhalt	Typische Optimierungsprobleme und deren Tücken werden skizziert. Bekannte deterministische Suchalgorithmen, Verfahren der kombinatorische Minimierung und evolutionäre Algorithmen werden vorgestellt und miteinander verglichen. Da Optimierungsprobleme im Ingenieurbereich oft sehr komplex sind, werden Wege zur Entwicklung neuer, effizienter Verfahren aufgezeigt. Solche Verfahren basieren oft auf einer Verallgemeinerung oder einer Kombination von bekannten Verfahren. Zur Veranschaulichung werden aus dem breiten Anwendungsbereich numerischer Optimierungsverfahren verschiedenartigste praktische Probleme herausgegriffen				
Skript	PDF of a short skript (39 pages) plus the view graphs are provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung nur in der 1. Semesterhälfte, Übungen in Form kleiner Projekte in der 2. Semesterhälfte, Präsentation der Resultate in der letzten Semesterwoche.				
<b>401-5870-00L</b>	<b>Seminar in Electromagnetics for CSE</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Smajic</b>
Kurzbeschreibung	Discussion of fundamentals of electromagnetics and various applications (wave propagation, scattering, antennas, waveguides, bandgap materials, etc.). Numerical methods suited for the analysis of electromagnetic fields and for the optimal design of electromagnetic structures.				
Lernziel	Knowledge about classical electromagnetics, main applications, and appropriate numerical methods.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students study a selected topic and give a 15-30 minutes presentation towards the end of the semester. The topic and the supervisor is defined in a discussion with J. Smajic or J. Leuthold.				

## ►► Geophysik

*Empfohlene Kombinationen:*

*Fach 2 + Fach 5 + Fach 6 + Fach 7*

*Fach 2 + Fach 4 + Fach 5 + Fach 6 + Fach 8*

*Fach 2 + Fach 5 + Fach 6 + (Fach 1 oder Fach 3)*

## ►►► Geophysik: Fach 1

*findet im Herbstsemester statt*

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 2

findet im Herbstsemester statt

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4008-00L	<b>Dynamics of the Mantle and Lithosphere</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Balázs</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Mantle-Lithosphäre Systems zu erreichen. Der Kurs fokussiert hauptsächlich auf die Erde aber bespricht auch wie diese Prozesse in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				
Lernziel	Das Ziel dieses Kurses ist, ein ausführliches Verständnis der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und des dynamischen Verhaltens des Umhang-Lithosphäre Systems zu erreichen, konzentriert, hauptsächlich auf Masse aber auch bespricht, wie diese Prozesse anders als in anderen terrestrischen Planeten auftreten.				

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 4

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4094-00L	<b>Numerical Modelling for Applied Geophysics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Robertsson, H. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Numerical modelling in environmental and exploration geophysics. The course covers different numerical methods such as finite difference and finite element methods applied to solve PDE's for instance governing seismic wave propagation and geoelectric problems.				
Lernziel	Prerequisites include basic knowledge of (i) signal processing and applied mathematics such as Fourier analysis and (ii) Matlab. After this course students should have a good overview of numerical modelling techniques commonly used in environmental and exploration geophysics. Students should be familiar with the basic principles of the methods and how they are used to solve real problems. They should know advantages and disadvantages as well as the limitations of the individual approaches.				
Inhalt	The course includes exercises in Matlab where the students both should learn, understand and use existing scripts as well as carrying out some coding in Matlab themselves. The following topics are covered: - Applications of modelling - Physics of acoustic, elastic, viscoelastic wave equations as well as Maxwell's equations for electromagnetic wave propagation and diffusive problems - Recap of basic techniques in signal processing and applied mathematics - Solving PDE's, boundary conditions and initial conditions - Acoustic/elastic wave propagation I, explicit time-domain finite-difference methods - Acoustic/elastic wave propagation II, Viscoelastic, pseudospectral - Acoustic/elastic wave propagation III, spectral accuracy in time, frequency domain FD, Eikonal - Implicit finite-difference methods (geoelectric) - Finite element methods, 1D/2D (heat equation) - Finite element methods, 3D (geoelectric) - Acoustic/elastic wave propagation IV, Finite element and spectral element methods				
Skript	Most of the lecture modules are accompanied by exercises. Small projects will be assigned to the students. They either include a programming exercise or applications of existing modelling codes.				
Literatur	Presentation slides and some background material will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Igel, H., 2017. Computational seismology: a practical introduction. Oxford University Press.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 6

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
651-4006-00L	<b>Seismic Waves I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Bowden, S. Keating</b>
Kurzbeschreibung	Brief review of continuum mechanics and the seismic wave equation; P and S waves; reciprocity and representation theorems; eikonal equation and ray tracing; Huygens and Fresnel; surface-waves; normal-modes; seismic interferometry and noise; numerical solutions.				
Lernziel	After taking this course, students will have the background knowledge necessary to start an original research project in quantitative seismology.				
Literatur	Shearer, P., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, 1999.  Aki, K. and P. G. Richards, Quantitative Seismology, second edition, University Science Books, Sausalito, 2002.  Nolet, G., A Breviary of Seismic Tomography, Cambridge University Press, 2008.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a quantitative lecture with an emphasis on mathematical description of wave propagation phenomena on the global scale, hence basic knowledge in vector calculus, linear algebra and analysis as well as seismology (e.g. from the 'wave propagation' lecture) are essential to follow this course.				

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 7

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>651-4096-00L</b>	<b>Inverse Theory I: Basics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Fichtner</b>
Kurzbeschreibung	Inverse theory is the art of inferring properties of a physical system from noisy and sparse observations. It is used to transform observations of waves into 3D images of a medium seismic tomography, medical imaging and material science; to constrain density in the Earth from gravity; to obtain probabilities of life on exoplanets ... . Inverse theory is at the heart of many natural sciences.				
Lernziel	The goal of this course is to enable students to develop a mathematical formulation of specific inference (inverse) problems that may arise anywhere in the physical sciences, and to implement suitable solution methods. Furthermore, students should become aware that nearly all relevant inverse problems are ill-posed, and that their meaningful solution requires the addition of prior knowledge in the form of expertise and physical intuition. This is what makes inverse theory an art.				
Inhalt	<p>This first of two courses covers the basics needed to address (and hopefully solve) any kind of inverse problem. Starting from the description of information in terms of probabilities, we will derive Bayes' Theorem, which forms the mathematical foundation of modern scientific inference. This will allow us to formalise the process of gaining information about a physical system using new observations. Following the conceptual part of the course, we will focus on practical solutions of inverse problems, which will lead us to study Monte Carlo methods and the special case of least-squares inversion.</p> <p>In more detail, we aim to cover the following main topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The nature of observations and physical model parameters</li> <li>2. Representing information by probabilities</li> <li>3. Bayes' theorem and mathematical scientific inference</li> <li>4. Random walks and Monte Carlo Methods</li> <li>5. The Metropolis-Hastings algorithm</li> <li>6. Simulated Annealing</li> <li>7. Linear inverse problems and the least-squares method</li> <li>8. Resolution and the nullspace</li> <li>9. Basic concepts of iterative nonlinear inversion methods</li> </ol> <p>While the concepts introduced in this course are universal, they will be illustrated with numerous simple and intuitive examples. These will be complemented with a collection of computer and programming exercises.</p> <p>Prerequisites for this course include (i) basic knowledge of analysis and linear algebra, (ii) basic programming skills, for instance in Matlab or Python, and (iii) scientific curiosity.</p>				
Skript	Presentation slides and detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the first part of the semester				

<b>651-4096-02L</b>	<b>Inverse Theory II: Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Fichtner, C. Böhm, A. Zunino</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss von 651-4096-00L Inverse Theory I: Basics.</i></p> <p>This second part of the course on Inverse Theory provides an introduction to the numerical solution of large-scale inverse problems. Specific examples are drawn from different areas of geophysics and image processing. Students solve various model problems using python and jupyter notebooks, and familiarize themselves with relevant open-source libraries and commercial software.</p>				
Lernziel	This course provides numerical tools and recipes to solve (non)-linear inverse problems arising in nearly all fields of science and engineering. After successful completion of the class, the students will have a thorough understanding of suitable solution algorithms, common challenges and possible mitigations to infer parameters that govern large-scale physical systems from sparse data measurements.				
Inhalt	<p>Prerequisites for this course are (i) 651-4096-00L Inverse Theory: Basics, (ii) basic programming skills.</p> <p>The class discusses several important concepts to solve (non)-linear inverse problems and demonstrates how to apply them to real-world data applications. All sessions are split into a lecture part in the first half, followed by tutorials using python and jupyter notebooks in the second. The range of covered topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regularization filters and image deblurring</li> <li>2. Travel-time tomography</li> <li>3. Line-search methods</li> <li>4. Time reversal and Born's approximation</li> <li>5. Adjoint methods</li> <li>6. Full-waveform inversion</li> </ol>				
Skript	Presentation slides and some background material will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is offered as a half-semester course during the second part of the semester				

## ▶▶▶ Geophysik: Fach 8

*findet im Herbstsemester statt*

## ▶▶▶ Geophysik: Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5880-00L	Seminar in Geophysics for CSE	W	4 KP	2S	T. Gerya, P. Tackley

## ▶▶ Biologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
636-0702-00L	Statistical Models in Computational Biology	W	6 KP	2V+1U+2A	N. Beerenwinkel
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				

Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	- Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007. - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease  The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").				
Inhalt	After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>262-0200-00L</b>	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				
Inhalt	In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> . In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading				
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Literatur	The following books provide excellent background material: • Drummond, A. & Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST. • Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach. • Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies. More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft	
		Verfahren und Technologien				geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen					geprüft
		Entscheidungsfindung					geprüft
		Medien und digitale Technologien					gefördert
		Problemlösung					geprüft
		Projektmanagement					geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation					geprüft
		Kooperation und Teamarbeit					geprüft
		Kundenorientierung					gefördert
		Menschenführung und Verantwortung					gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme					gefördert
		Sensibilität für Vielfalt					gefördert
		Verhandlung					gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität					gefördert
		Kreatives Denken					geprüft
		Kritisches Denken					geprüft
Integrität und Arbeitsethik						gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion						gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement						gefördert	
<b>227-0973-00L</b>	<b>Translational Neuromodeling</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+1A</b>	<b>K. Stephan</b>		
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). It focuses on a generative modeling strategy and Bayesian models of neuroimaging data and behaviour, incl. exercises and project work.						
Lernziel	To obtain an understanding of the goals, concepts and methods of Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics, particularly with regard to Bayesian models of neuroimaging (fMRI, EEG) and behavioural data.						
Inhalt	<p>This course provides a systematic introduction to Translational Neuromodeling (the development of computational assays of neuronal and cognitive processes) and their application to concrete clinical questions (Computational Psychiatry/Psychosomatics). The first part of the course will introduce disease concepts from psychiatry and psychosomatics, their history, and clinical priority problems. The second part of the course concerns computational modeling of neuronal and cognitive processes for clinical applications. A particular focus is on Bayesian methods and generative models, for example, dynamic causal models for inferring neuronal processes from neuroimaging data, and hierarchical Bayesian models for inference on cognitive processes from behavioural data. The course discusses the mathematical and statistical principles behind these models, illustrates their application to various psychiatric diseases, and outlines a general research strategy based on generative models.</p> <p>Lecture topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Translational Neuromodeling and Computational Psychiatry/Psychosomatics</li> <li>2. Psychiatric nosology</li> <li>3. Pathophysiology of psychiatric disease mechanisms</li> <li>4. Principles of Bayesian inference and generative modeling</li> <li>5. Variational Bayes (VB)</li> <li>6. Bayesian model selection</li> <li>7. Markov Chain Monte Carlo techniques (MCMC)</li> <li>8. Bayesian frameworks for understanding psychiatric and psychosomatic diseases</li> <li>9. Generative models of fMRI data</li> <li>10. Generative models of electrophysiological data</li> <li>11. Generative models of behavioural data</li> <li>12. Computational concepts of schizophrenia and depression</li> <li>13. Generative embedding: Model-based predictions about individual patients</li> </ol> <p>Practical exercises include mathematical derivations and the implementation of specific models and inference methods. In additional project work, students are required to apply one or several of the models they learned in the course to empirical data and address a clinical question. Group work (3 students per group) is required.</p> <p>PLEASE NOTE: for the exercises, knowledge of *both* MATLAB and Julia is required.</p>						
Literatur	See TNU website: <a href="https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching">https://www.tnu.ethz.ch/en/teaching</a>						
Voraussetzungen / Besonderes	Good knowledge of principles of statistics, programming skills in *both* MATLAB and Julia.						
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft	
		Verfahren und Technologien				geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen					geprüft
		Entscheidungsfindung					gefördert
		Medien und digitale Technologien					geprüft
		Problemlösung					geprüft
		Projektmanagement					gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation					gefördert
		Kooperation und Teamarbeit					gefördert
		Menschenführung und Verantwortung					gefördert
		Sensibilität für Vielfalt					gefördert
		Anpassung und Flexibilität					gefördert
		Kreatives Denken					geprüft
		Kritisches Denken					geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik					gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion					gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement					gefördert
<b>701-1418-00L</b>	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>		

Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einfuehrung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.		
Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugaenglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.		
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>		
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Oekologie und Evolution: Populationen" auch zugaenglich, und enthaelt weitere relevante Informationen.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nuetzlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nuetzlich, aber keine Voraussetzung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert gefördert

401-5840-00L	Seminar in Biology for CSE	W	4 KP	2S	H.-M. Kaltenbach
Kurzbeschreibung	The seminar explores a range of computational and modeling techniques from dynamic systems, control theory, machine learning, and pharmacometrics in the context of type 1 diabetes. The students conducts a literature study on a relevant topic chosen in agreement with the supervisor, critically appraises the literature/methods in a brief written report and presents findings in an oral presentation.				
Lernziel	Students will learn to evaluate and present scientific literature and critically appraise proposed methods and models. The focus on a single application area (type 1 diabetes) allows comparison of methods from different computational fields and provides awareness of strengths, weaknesses, but also commonalities of different methodological approaches.				
Inhalt	<p>Type 1 diabetes is a chronic disease caused by autoimmune destruction of insulin-producing beta cells. Patients require exogenous administration of insulin to provide glucose homeostasis, and insulin treatment regimes need to cover both basal insulin needs, handle large disturbances to glucose homeostasis caused by meals, and be robust to additional disturbances from, e.g. exercise or diurnal rhythms.</p> <p>Mathematical modeling plays a key role in developing insulin therapies and early models range back to the 1980s. Models are used to determine key clinical parameters for individual patients, for predicting glucose dynamics after meals, for adapting insulin dosing and timing, for describing effects of exercise, for controlling automated insulin delivery systems, and for many other purposes. Models and computational techniques include small compartment models typical for pharmacometrics, large dynamic models (usually ordinary differential equations), methods from optimal control and model-predictive control, techniques for signal processing, systems biology models at the cellular level, physiologically-based models of whole organisms, as well as methods from machine learning such as Gaussian processes and reinforcement learning.</p> <p>In contrast to most engineering systems, very little is known about the actual dynamics resulting from physiology which leads to large uncertainties about model structure. In addition, many states and parameters cannot be observed directly, clinical measurements are notoriously noisy, and models and techniques need to cope with large variation between individual patients. Hence, modeling and computation in type 1 diabetes faces formidable practical and methodological challenges.</p> <p>In this seminar, we will consider a selection of modeling and computational techniques for different questions surrounding type 1 diabetes therapy. We will discuss and compare different approaches, see how clinical and scientific questions can guide the choice of techniques and models, and discuss challenges in real-world applications.</p>				
Literatur	Original papers to be presented by the students will be provided in the first week of the seminar.				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of participants limited to 12.  The seminar is addressed primarily at students enrolled in the MSc CSE programme.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert		

## ► Wahlfächer

Von den angebotenen Wahlfächern müssen mindestens zwei Lerneinheiten erfolgreich abgeschlossen werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-3202-00L	<b>Product Development and Engineering Design</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	4 KP	2G	K. Shea, E. Tilley
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the product development process. In a team, you will explore the early phases of conceptual development and product design, from ideation and concept generation through to hands-on prototyping. This is an opportunity to gain product development experience and improve your skills in prototyping and presenting your product ideas. The project topic changes each year.				

Lernziel	The course introduces you to the product development process and methods in engineering design for: product planning, user-centered design, creating product specifications, ideation including concept generation and selection methods, material selection methods and prototyping. Further topics include design for manufacture and design for additive manufacture. You will actively apply the process and methods learned throughout the semester in a team on a product development project including prototyping.				
Inhalt	Weekly topics accompanying the product development project include: 1 Introduction to Product Development and Engineering Design 2 Product Planning and Social-Economic-Technology (SET) Factors 3 User-Centered Design and Product Specifications 4 Concept Generation and Selection Methods 5 System Design and Embodiment Design 6 Prototyping and Prototype Planning 7 Material Selection in Engineering Design 8 Design for Manufacture and Design for Additive Manufacture				
Skript	available on Moodle				
Literatur	Ulrich, Eppinger, and Yang, Product Design and Development. 7th ed., McGraw-Hill Education, 2020.  Cagan and Vogel, Creating Breakthrough Products: Revealing the Secrets that Drive Global Innovation, 2nd Edition, Pearson Education, 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Although the course is offered to ME (BSc and MSc) and CS (BSc and MSc) students, priority will be given to ME BSc students in the Focus Design, Mechanics, and Materials if the course is full.				
<b>151-0840-00L</b>	<b>Optimization and Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Berisha, D. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of nonlinear optimization and concepts of machine learning. An introduction to the finite element method allows an extension of the application area to real engineering problems such as structural optimization and modeling of material behavior on different length scales.				
Lernziel	Students will learn mathematical optimization methods including gradient based and gradient free methods as well as established algorithms in the context of machine learning to solve real engineering problems, which are generally non-linear in nature. Strategies to ensure efficient training of machine learning models based on large data sets define another teaching goal of the course.				
Inhalt	Optimization tools (MATLAB, LS-Opt, Python) and the finite element program ABAQUS are presented to solve both general and real engineering problems. - Introduction into Nonlinear Optimization - Design of Experiments DoE - Introduction into Nonlinear Finite Element Analysis - Optimization based on Meta Modeling Techniques - Shape and Topology Optimization - Robustness and Sensitivity Analysis - Fundamentals of Machine Learning - Generalized methods for regression and classification, Neural Networks, Support Vector machines - Supervised and unsupervised learning				
Skript	Lecture slides and literature				
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human CComputer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln eine Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: • gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch) o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw. • eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln, • die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden, • das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen. • grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)				



Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.				
	Lehrmodule: - Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe - Einordnung der VR in Geschäftsprozesse - Die Erzeugung virtueller Welten - Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität - Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF				
	Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				
<b>151-0314-00L</b>	<b>Informationstechnologien im digitalen Produkt</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Zwicker, R. Montau</b>
Kurzbeschreibung	Digitalisierung im Product Lifecycle mit Zielsetzung, Konzepten und Methoden, Digitales Produkt mit Konnektivität gemäss Industrie 4.0 Digitalisierungskonzepte: Produktstrukturen, Prozessoptimierung mit digitalen Modellen in Verkauf, Produktion, Service, Digital Twin versus Digital Thread PLM-Grundlagen: Objekte, Strukturen, Prozesse, Integrationen, Visualisierung Praktische Anwendungen				
Lernziel	Studierende lernen die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung im Produktlebenszyklus auf Basis von Product Lifecycle Management-Technologien (PLM), den Einsatz von Datenbanken, die Integration von CAx-Systemen und Visualisierung/AR, den Aufbau digitaler Kollaboration über Systeme und Standorte sowie das Varianten- und Konfigurationsmanagement zur effizienten Nutzung des Digitalen Produkt-Ansatzes für Industrie 4.0.				
Inhalt	Möglichkeiten und Potenziale moderner IT-Applikationen mit Fokus auf PLM- und CAx-Technologien. Einführung in die Konzepte des Product Lifecycle Managements (PLM): Informationsmodellierung, Datenmanagement, Revisionierung, Nutzung und Verteilung von Produktdaten. Aufbau und Funktionsweise von PLM-Systemen. Nutzung moderner IT-Technologien in Unternehmensprozessen, wie z.B. der automatischen Konfiguration von Produktvarianten im Internet oder zum Entwickeln von Produkten an global verteilten Standorten. Schnittstellen der rechnerintegrierten Produktentwicklung. Auswahl, Projektierung, Anpassung und Einführung von PLM-Systemen. Beispiele und Fallstudien für den industriellen Einsatz moderner Informationstechnologien.				
	Lehrmodule: - Einführung in die Digitalisierung (Digitales Produkt, PLM) - Datenbanktechnologie (Basis der Digitalisierung) - Objektmanagement - Objektklassifikation - Objektidentifikation mit Sachnummernsystemen - CAx/PLM-Integration mit Visualisierung/AR - Workflow & Change Management - Schnittstellen im Digitalen Produkt - Enterprise Application Integration (EAI)				
Skript	Didaktisches Konzept/Lehrmaterialien: Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen anhand von Praxisbeispielen mit Nutzung marktführender Web-native Applikationen in der Cloud. Bereitstellung von Vorlesungs-Handouts und Skriptum digital in Moodle.				
Literatur	Unterrichtsmaterialien werden in Moodle bereitgestellt - Folien im PDF-Format mit Aufzeichnungen der Vorlesungen und Übungen (wöchentlich) - Skriptum im PDF-Format (kostenfrei) mit umfangreichen Hintergrundinformationen zur Nutzung als Nachschlagewerk mit Literaturquellen und Verständnisfragen für jede Lerneinheit				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Keine, Empfohlen: Fokus-Projekt, Interesse an Digitalisierung Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-MTEC, D-ITET und D-INFK im Master und Bachelor Studiengang				
	Testat/Kredit-Bedingungen / Prüfung: - Durchführung von Übungen in Teams/einzeln (empfohlen 4 von 5) - Mündliche Einzelprüfung 30 Minuten, anhand konkreter Problemstellungen				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0940-00L</b>	<b>Modelling and Mathematical Methods in Process and</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Mazzotti</b>

<b>Chemical Engineering</b>				
Kurzbeschreibung	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.			
Lernziel	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.			
Inhalt	Formulierung und Bearbeitung von mathematischen Modellen, Auswertung und Präsentation von Resultaten, Matrizen und deren Anwendung, Nichtlineare, gewöhnliche Differentialgl. erster Ordnung u. Stabilitätstheorem, Partielle Differenzialgleichungen erster Ordnung, Einführung in die Störungstheorie, Fallstudien: Mehrdeutigkeiten und Stabilität eines kontinuierlichen Rührkessels; Rückstandskurvendiagramme für einfache Destillation; Dynamik von Chromatographiekolonnen; Kinetik und Dynamik von oszillierenden Reaktionen.			
Skript	kein Skript			
Literatur	A. Varma, M. Morbidelli, "Mathematical methods in chemical engineering," Oxford University Press (1997) H.K. Rhee, R. Aris, N.R. Amundson, "First-order partial differential equations. Vol. 1," Dover Publications, New York (1986) R. Aris, "Mathematical modeling: A chemical engineers perspective," Academic Press, San Diego (1999)			
<b>151-0980-00L</b>	<b>Biofluidynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b> <b>D. Obrist, P. Jenny</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the fluid dynamics of the human body and the modeling of physiological flow processes (biomedical fluid dynamics).			
Lernziel	A basic understanding of fluid dynamical processes in the human body. Knowledge of the basic concepts of fluid dynamics and the ability to apply these concepts appropriately.			
Inhalt	This lecture is an introduction to the fluid dynamics of the human body (biomedical fluid dynamics). For selected topics of human physiology, we introduce fundamental concepts of fluid dynamics (e.g., creeping flow, incompressible flow, flow in porous media, flow with particles, fluid-structure interaction) and use them to model physiological flow processes. The list of studied topics includes the cardiovascular system and related diseases, blood rheology, microcirculation, respiratory fluid dynamics and fluid dynamics of the inner ear.			
Skript	Lecture notes are provided electronically.			
Literatur	A list of books on selected topics of biofluidynamics can be found on the course web page.			
<b>151-0518-00L</b>	<b>Introduction to Finite Element Analysis</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b> <b>D. Kochmann</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Computational Mechanics I: Intro to FEA"</i>			
Kurzbeschreibung	We discuss numerical methods for solving initial boundary value problems in solid mechanics (static/dynamic elastic problems of solids and structures, thermal problems). Focus is on finite differences and on the finite element method, its theoretical foundation, the choices made when using it, its application for solving problems of engineering interest, and the interpretation of results.			
Lernziel	By the end of this course, students will be able to apply the computational methods of finite differences (FDs) and finite elements (FEs) to analyze and solve mechanical and thermal engineering problems with a focus on elastic solids and structures. Specifically, students will be able to (1) solve initial boundary value problems by finite differences, (2) solve mechanical boundary value problems and initial boundary value problems by finite elements, and (3) create numerical code that implements finite difference and finite element techniques.			
Inhalt	1. Introduction, direct and indirect numerical methods. 2. Finite differences, stability analysis. 3. Variational methods. 4. Finite element method. 5. Structural elements (bars and beams). 6. 2D and 3D solid elements (isoparametric and simplicial elements), numerical quadrature. 7. Assembly, solvers, finite element technology. 8. Dynamics, vibrations. 9. Selected topics in finite element analysis.			
Skript	Lecture notes will be provided. Students are encouraged to take their own notes during class.			
Literatur	No textbook required; relevant reference material will be suggested.			
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics 1 & 2 and Dynamics.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		gefördert
		Medien und digitale Technologien		gefördert
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert
		Kreatives Denken		gefördert
		Kritisches Denken		gefördert
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert
<b>151-0530-00L</b>	<b>Nonlinear Dynamics and Chaos II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b> <b>G. Haller</b>
Kurzbeschreibung	The internal structure of chaos; Hamiltonian dynamical systems; Normally hyperbolic invariant manifolds; Geometric singular perturbation theory; Finite-time dynamical systems			
Lernziel	The course introduces the student to advanced, contemporary concepts of nonlinear dynamical systems analysis.			
Inhalt	I. The internal structure of chaos: symbolic dynamics, Bernoulli shift map, sub-shifts of finite type; chaos is numerical iterations.  II. Hamiltonian dynamical systems: conservation and recurrence, stability of fixed points, integrable systems, invariant tori, Liouville-Arnold-Jost Theorem, KAM theory.  III. Normally hyperbolic invariant manifolds: Crash course on differentiable manifolds, existence, persistence, and smoothness, applications. IV. Geometric singular perturbation theory: slow manifolds and their stability, physical examples. V. Finite-time dynamical system; detecting Invariant manifolds and coherent structures in finite-time flows			
Skript	Handwritten instructor's notes and typed lecture notes will be downloadable from Moodle.			
Literatur	Books will be recommended in class			

Voraussetzungen / Besonderes	Nonlinear Dynamics I (151-0532-00) or equivalent				
<b>101-0178-01L</b>	<b>Uncertainty Quantification in Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Lüthen</b>
Kurzbeschreibung	Uncertainty quantification aims at studying the impact of aleatory and epistemic uncertainty onto computational models used in science and engineering. The course introduces the basic concepts of uncertainty quantification: probabilistic modelling of data (copula theory), uncertainty propagation techniques (Monte Carlo simulation, polynomial chaos expansions), and sensitivity analysis.				
Lernziel	After this course students will be able to properly pose an uncertainty quantification problem, select the appropriate computational methods and interpret the results in meaningful statements for field scientists, engineers and decision makers. The course is suitable for any master/Ph.D. student in engineering or natural sciences, physics, mathematics, computer science with a basic knowledge of probability theory.				
Inhalt	The course introduces uncertainty quantification through a set of practical case studies that come from civil, mechanical, nuclear and electrical engineering, from which a general framework is introduced. The course is then divided into three blocks: probabilistic modelling (introduction to copula theory), uncertainty propagation (Monte Carlo simulation and polynomial chaos expansions) and sensitivity analysis (correlation measures, Sobol' indices). Each block contains lectures and tutorials using Matlab and the in-house software UQLab (www.uqlab.com).				
Skript	Detailed slides are provided for each lecture. A printed script gathering all the lecture slides may be bought at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	A basic background in probability theory and statistics (bachelor level) is required. A summary of useful notions will be handed out at the beginning of the course.				
Kompetenzen	A good knowledge of Matlab is required to participate in the tutorials and for the mini-project.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>227-0418-00L</b>	<b>Algebra and Error Correcting Codes</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>H.-A. Loeliger</b>
Kurzbeschreibung	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Lernziel	The course is an introduction to error correcting codes covering both classical algebraic codes and modern iterative decoding. The course includes a self-contained introduction of the pertinent basics of "abstract" algebra.				
Inhalt	Error correcting codes: coding and modulation, linear codes, Hamming space codes, Euclidean space codes, trellises and Viterbi decoding, convolutional codes, factor graphs and message passing algorithms, low-density parity check codes, turbo codes, polar codes, Reed-Solomon codes.				
	Algebra: groups, rings, homomorphisms, quotient groups, ideals, finite fields, vector spaces, polynomials.				
Skript	Lecture Notes (english)				
<b>227-0420-00L</b>	<b>Information Theory II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	This course builds on Information Theory I. It introduces additional topics in single-user communication, connections between Information Theory and Statistics, and Network Information Theory.				
Lernziel	The course's objective is to introduce the students to additional information measures and to equip them with the tools that are needed to conduct research in Information Theory as it relates to Communication Networks and to Statistics.				
Inhalt	Sanov's Theorem, Rényi entropy and guessing, differential entropy, maximum entropy, the Gaussian channel, the entropy-power inequality, the broadcast channel, the multiple-access channel, Slepian-Wolf coding, the Gelfand-Pinsker problem, and Fisher information.				
Skript	n/a				
Literatur	T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, second edition, Wiley 2006				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic introductory course on Information Theory.				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of				
	1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction				
	2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				
Inhalt	Mathematics of Information				
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems				
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso				
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma				
	Mathematics of Learning				
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes				
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination				
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.				

Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.  H. Bölcskei and A. Bandeira				
<b>227-0104-00L</b>	<b>Communication and Detection Theory</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Lapidoth</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the foundations of modern digital communications and detection theory. Topics include the geometry of the space of energy-limited signals; the baseband representation of passband signals, spectral efficiency and the Nyquist Criterion; the power and power spectral density of PAM and QAM; hypothesis testing; Gaussian stochastic processes; and detection in white Gaussian noise.				
Lernziel	This is an introductory class to the field of wired and wireless communication. It offers a glimpse at classical analog modulation (AM, FM), but mainly focuses on aspects of modern digital communication, including modulation schemes, spectral efficiency, power budget analysis, block and convolutional codes, receiver design, and multi-accessing schemes such as TDMA, FDMA and Spread Spectrum.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseband representation of passband signals.</li> <li>- Bandwidth and inner products in baseband and passband.</li> <li>- The geometry of the space of energy-limited signals.</li> <li>- The Sampling Theorem as an orthonormal expansion.</li> <li>- Sampling passband signals.</li> <li>- Pulse Amplitude Modulation (PAM): energy, power, and power spectral density.</li> <li>- Nyquist Pulses.</li> <li>- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).</li> <li>- Hypothesis testing.</li> <li>- The Bhattacharyya Bound.</li> <li>- The multivariate Gaussian distribution</li> <li>- Gaussian stochastic processes.</li> <li>- Detection in white Gaussian noise.</li> </ul>				
Skript	n/a				
Literatur	A. Lapidoth, A Foundation in Digital Communication, Cambridge University Press, 2nd edition (2017)				
<b>227-0120-00L</b>	<b>Communication Networks</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>L. Vanbever</b>
Kurzbeschreibung	At the end of this course, you will understand the fundamental concepts behind communication networks and the Internet. Specifically, you will be able to:				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance of a network and propose ways to improve it.</li> </ul> <p>At the end of the course, the students will understand the fundamental concepts of communication networks and Internet-based communications. Specifically, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand how the Internet works;</li> <li>- build and operate Internet-like network infrastructures;</li> <li>- identify the right set of metrics to evaluate the performance or the adequacy of a network and propose ways to improve it (if any).</li> </ul> <p>The course will introduce the relevant mechanisms used in today's networks both from an abstract perspective but also from a practical one by presenting many real-world examples and through multiple hands-on projects.</p> <p>For more information about the lecture, please visit: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a></p>				
Skript	Lecture notes and material for the course will be available before each course on: <a href="https://comm-net.ethz.ch">https://comm-net.ethz.ch</a>				
Literatur	Most of course follows the textbook "Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)" by Kurose and Ross.				
Voraussetzungen / Besonderes	No prior networking background is needed. The course will include some programming assignments (in Python) for which the material covered in Technische Informatik 1 (227-0013-00L) will be useful.				
<b>227-0159-00L</b>	<b>Semiconductor Devices: Quantum Transport at the Nanoscale</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Luisier, A. Emboras</b>
Kurzbeschreibung	This class offers an introduction into quantum transport theory, a rigorous approach to electron transport at the nanoscale. It covers different topics such as bandstructure, Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms, and electron interactions with their environment. Matlab exercises accompany the lectures where students learn how to develop their own transport simulator.				
Lernziel	The continuous scaling of electronic devices has given rise to structures whose dimensions do not exceed a few atomic layers. At this size, electrons do not behave as particle any more, but as propagating waves and the classical representation of electron transport as the sum of drift-diffusion processes fails. The purpose of this class is to explore and understand the displacement of electrons through nanoscale device structures based on state-of-the-art quantum transport methods and to get familiar with the underlying equations by developing his own nanoelectronic device simulator.				
Inhalt	<p>The following topics will be addressed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to quantum transport modeling</li> <li>- Bandstructure representation and effective mass approximation</li> <li>- Open vs closed boundary conditions to the Schrödinger equation</li> <li>- Comparison of the Wave Function and Non-equilibrium Green's Function formalisms as solution to the Schrödinger equation</li> <li>- Self-consistent Schrödinger-Poisson simulations</li> <li>- Quantum transport simulations of resonant tunneling diodes and quantum well nano-transistors</li> <li>- Top-of-the-barrier simulation approach to nano-transistor</li> <li>- Electron interactions with their environment (phonon, roughness, impurity,...)</li> <li>- Multi-band transport models</li> </ul>				
Skript	Lecture slides are distributed every week and can be found at <a href="https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/">https://iis-students.ee.ethz.ch/lectures/quantum-transport-in-nanoscale-devices/</a>				
Literatur	Recommended textbook: "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", Supriyo Datta, Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering, 1997				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of semiconductor device physics and quantum mechanics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft

227-0558-00L	Principles of Distributed Computing	W	7 KP	2V+2U+2A	R. Wattenhofer
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
Skript	Available.				
Literatur	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.				
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267				
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6				
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8				
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2				
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1				
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft

252-0211-00L	Information Security	W	8 KP	4V+3U	D. Basin, D. Hofheinz
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to Information Security. The focus is on fundamental concepts and models, basic cryptography, protocols and system security, and privacy and data protection. While the emphasis is on foundations, case studies will be given that examine different realizations of these ideas in practice.				
Lernziel	Master fundamental concepts in Information Security and their application to system building. (See objectives listed below for more details).				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction and Motivation (OBJECTIVE: Broad conceptual overview of information security) Motivation: implications of IT on society/economy, Classical security problems, Approaches to defining security and security goals, Abstractions, assumptions, and trust, Risk management and the human factor, Course overview.</li> <li>2. Foundations of Cryptography (OBJECTIVE: Understand basic cryptographic mechanisms and applications) Introduction, Basic concepts in cryptography: Overview, Types of Security, computational hardness, Abstraction of channel security properties, Symmetric encryption, Hash functions, Message authentication codes, Public-key distribution, Public-key cryptosystems, Digital signatures, Application case studies, Comparison of encryption at different layers, VPN, SSL, Digital payment systems, blind signatures, e-cash, Time stamping</li> <li>3. Key Management and Public-key Infrastructures (OBJECTIVE: Understand the basic mechanisms relevant in an Internet context) Key management in distributed systems, Exact characterization of requirements, the role of trust, Public-key Certificates, Public-key Infrastructures, Digital evidence and non-repudiation, Application case studies, Kerberos, X.509, PGP.</li> <li>4. Security Protocols (OBJECTIVE: Understand network-oriented security, i.e.. how to employ building blocks to secure applications in (open) networks) Introduction, Requirements/properties, Establishing shared secrets, Principal and message origin authentication, Environmental assumptions, Dolev-Yao intruder model and variants, Illustrative examples, Formal models and reasoning, Trace-based interleaving semantics, Inductive verification, or model-checking for falsification, Techniques for protocol design, Application case study 1: from Needham-Schroeder Shared-Key to Kerberos, Application case study 2: from DH to IKE.</li> <li>5. Access Control and Security Policies (OBJECTIVES: Study system-oriented security, i.e., policies, models, and mechanisms) Motivation (relationship to CIA, relationship to Crypto) and examples Concepts: policies versus models versus mechanisms, DAC and MAC, Modeling formalism, Access Control Matrix Model, Roll Based Access Control, Bell-LaPadula, Harrison-Ruzzo-Ullmann, Information flow, Chinese Wall, Biba, Clark-Wilson, System mechanisms: Operating Systems, Hardware Security Features, Reference Monitors, File-system protection, Application case studies</li> <li>6. Anonymity and Privacy (OBJECTIVE: examine protection goals beyond standard CIA and corresponding mechanisms) Motivation and Definitions, Privacy, policies and policy languages, mechanisms, problems, Anonymity: simple mechanisms (pseudonyms, proxies), Application case studies: mix networks and crowds.</li> <li>7. Larger application case study: GSM, mobility</li> </ol>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
<b>263-4660-00L</b>	<b>Applied Cryptography</b>	<b>W</b> <b>8 KP</b> <b>3V+2U+2P</b> <b>K. Paterson, F. Günther, F. Tramèr</b>	
Kurzbeschreibung	This course will introduce the basic primitives of cryptography, using rigorous syntax and game-based security definitions. The course will show how these primitives can be combined to build cryptographic protocols and systems.		
Lernziel	The goal of the course is to put students' understanding of cryptography on sound foundations, to enable them to start to build well-designed cryptographic systems, and to expose them to some of the pitfalls that arise when doing so.		
Inhalt	Basic symmetric primitives (block ciphers, modes, hash functions); generic composition; AEAD; basic secure channels; basic public key primitives (encryption, signature, DH key exchange); ECC; randomness; applications.		
Literatur	Textbook: Boneh and Shoup, "A Graduate Course in Applied Cryptography", <a href="http://toc.cryptobook.us/book.pdf">http://toc.cryptobook.us/book.pdf</a> .		
Voraussetzungen / Besonderes	Students should have taken the D-INFK Bachelor's course "Information Security" (252-0211-00) or an alternative first course covering cryptography at a similar level. / In this course, we will use Moodle for content delivery: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=22001</a> .		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b> <b>8 KP</b> <b>3V+2U+2A</b> <b>J. M. Buhmann</b>	
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>		
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>		
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.		
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.		
Voraussetzungen / Besonderes	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996 Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.		
<b>252-0570-00L</b>	<b>Game Programming Laboratory</b>	<b>W</b> <b>10 KP</b> <b>9P</b> <b>B. Sumner</b>	
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses Kurses ist ein vertieftes Verständnis der Technologie und der Programmierung von Computer-Spielen. Die Studierenden entwerfen und entwickeln in kleinen Gruppen ein Computer-Spiel und machen sich so vertraut mit der Kunst des Spiel-Programmierens.		
Lernziel	Das Ziel dieses neuen Kurses ist es, die Studenten mit der Technologie und der Kunst des Programmierens von modernen dreidimensionalen Computerspielen vertraut zu machen.		
Inhalt	Dies ist ein Kurs, der auf die Technologie von modernen dreidimensionalen Computerspielen eingeht. Während des Kurses werden die Studenten in kleinen Gruppen ein Computerspiel entwerfen und entwickeln. Der Schwerpunkt des Kurses wird auf technischen Aspekten der Spielentwicklung wie Rendering, Kinematographie, Interaktion, Physik, Animation und KI liegen. Zusätzlich werden wir aber auch Wert auf kreative Ideen für fortgeschrittenes Gameplay und visuelle Effekte legen.		
	Der Kurs wird als Labor durchgeführt. Zusätzlich zu Vorträgen und Übungen wird der Kurs in einen praktischen, hands-on Ansatz durchgeführt. Wir treffen uns einmal wöchentlich um technische Aspekte zu besprechen und den Fortschritt der Entwicklung zu verfolgen. Für die Entwicklung verwenden wir MonoGames. Dies ist eine Ansammlung von Bibliotheken und Werkzeugen um die Spieleentwicklung zu erleichtern. Die Entwicklung wird zunächst auf dem PC stattfinden, das Spiel wird dann im weiteren Verlauf auf der Xbox One Konsole eingesetzt.		
	Am Ende des Kurses werden die Resultate öffentlich präsentiert.		
Skript	Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games by Tracy Fullerton		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Anzahl der Teilnehmer ist begrenzt. Voraussetzung für die Teilnahme sind:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gute Programmierkenntnisse (Java, C++, C#, o.ä.)</li> <li>- Erfahrung in Computergrafik: Teilnehmer sollten mindestens die Vorlesung Visual Computing besucht haben. Wir empfehlen auch noch die weiterführenden Kurse Introduction to Computer Graphics, Surface Representations and Geometric Modeling, und Physically-based Simulation in Computer Graphics.</li> </ul>		
<b>263-0008-00L</b>	<b>Computational Intelligence Lab</b> <i>Only for master students, otherwise a special permission by the study administration of D-INFK is required.</i>	<b>W</b> <b>8 KP</b> <b>2V+2U+3A</b> <b>V. Boeva, T. Hofmann</b>	

Kurzbeschreibung	This laboratory course teaches fundamental concepts in computational science and machine learning with a special emphasis on matrix factorization and representation learning. The class covers techniques like dimension reduction, data clustering, sparse coding, and deep learning as well as a wide spectrum of related use cases and applications.		
Lernziel	The goal of this Lab is to enable students to connect their mathematical background in linear algebra, analysis, probability, and optimization with their basic knowledge in machine learning and their general skill set in Computer Science to gain a deeper understanding of models and tools of great practical impact. Students will acquire fundamental theoretical concepts and methodologies from machine learning and how to apply these techniques to build intelligent systems.		
	The course includes project work. Students work in groups of three to four people to develop solutions to an application problem. The course offers three application problems to choose from. For each of the problems, students submit their solutions to an online evaluation and ranking system and get feedback in terms of numerical accuracy and computational speed. In the final part of the course, students combine and extend one of their previous promising solutions and write up their findings in an extended abstract in the style of a conference paper. The students will also have the possibility to suggest their own application problem to solve if it satisfies the complexity criteria and fits the subject of the course.		
Inhalt	see course description		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert geprüft geprüft gefördert

<b>263-5255-00L</b>	<b>Foundations of Reinforcement Learning</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>3V+3A</b>	<b>N. He</b>
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.				
	By the end of the course, students will be able to - Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms; - Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools; - Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.				
Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft geprüft gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				
Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				

252-0538-00L	Shape Modeling and Geometry Processing	W	8 KP	2V+1U+4A	O. Sorkine Hornung
Kurzbeschreibung	This course covers the fundamentals and developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and polygonal meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing, topics in digital shape fabrication.				
Lernziel	The students will learn how to design, program and analyze algorithms and systems for interactive 3D shape modeling and geometry processing.				
Inhalt	Recent advances in 3D geometry processing have created a plenitude of novel concepts for the mathematical representation and interactive manipulation of geometric models. This course covers the fundamentals and some of the developments in geometric modeling and geometry processing. Topics include surface modeling based on point clouds and triangle meshes, mesh generation, surface reconstruction, mesh fairing and parameterization, discrete differential geometry, interactive shape editing and digital shape fabrication.				
Skript	Slides and course notes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Visual Computing, Computer Graphics or an equivalent class. Experience with C++ programming. Solid background in linear algebra and analysis. Some knowledge of differential geometry, computational geometry and numerical methods is helpful but not a strict requirement.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung		geprüft	
252-3900-00L	Big Data for Engineers	W	6 KP	2V+2U+1A	G. Fourny
	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>				
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.				
	The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.				
	This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".				
	Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.				
	The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.				
	After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.				
Inhalt	This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.				
	It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.				
	We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.				
	No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.				
	- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores				
	- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)				
	- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)				
	- data shapes and models (tables, trees)				
	- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)				
	- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)				
	- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)				
	- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)				
	- resource management (YARN)				
	- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)				
	- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)				
	- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)				
	- applications.				
	Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.				
Skript	<a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a>				
Literatur	Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.				



Voraussetzungen / Besonderes	This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.				
	Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.				
	Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
		Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung		geprüft	
		Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik			gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert		
<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.				
	High-level: – sensing modalities for interactive systems – "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations) – health monitoring (basic cardiovascular physiology) – affective computing (emotions, mood, personality)				
	Lower-level: – sampling and filtering, time and frequency domains – cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation – event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods – sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic				
Inhalt	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.				
	The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.				
Skript	Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.				
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
		Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken			geprüft		
<b>402-0738-00L</b>	<b>Statistical Methods and Analysis Techniques in Experimental Physics</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>5G</b>	<b>M. Donegà</b>
Kurzbeschreibung	This lecture gives an introduction to the statistical methods and the various analysis techniques applied in experimental particle physics. The exercises treat problems of general statistical topics; they also include hands-on analysis projects, where students perform independent analyses on their computer, based on real data from actual particle physics experiments.				

Lernziel	Students will learn the most important statistical methods used in experimental particle physics. They will acquire the necessary skills to analyse large data records in a statistically correct manner. Learning how to present scientific results in a professional manner and how to discuss them.		
Inhalt	Topics include: - modern methods of statistical data analysis - probability distributions, error analysis, simulation methods, hypothesis testing, confidence intervals, setting limits and introduction to multivariate methods. - most examples are taken from particle physics.  Methodology: - lectures about the statistical topics; - common discussions of examples; - exercises: specific exercises to practise the topics of the lectures; - all students perform statistical calculations on (their) computers; - students complete a full data analysis in teams (of two) over the second half of the course, using real data taken from particle physics experiments; - at the end of the course, the students present their analysis results in a scientific presentation; - all students are directly tutored by assistants in the classroom.		
Skript	- Copies of all lectures are available on the web-site of the course. - A scriptum of the lectures is also available to all students of the course.		
Literatur	1) Statistics: A guide to the use of statistical methods in the Physical Sciences, R.J.Barlow; Wiley Verlag . 2) J Statistical data analysis, G. Cowan, Oxford University Press; ISBN: 0198501552. 3) Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, V.Blobel und E.Lohrmann, Teubner Studienbuecher Verlag. 4) Data Analysis, a Bayesian Tutorial, D.S.Sivia with J.Skilling, Oxford Science Publications.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of nuclear and particle physics are prerequisites.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>227-1032-00L</b>	<b>Neuromorphic Engineering II</b> <i>Information für UZH Studierende:</i> <i>Die Lerneinheit kann nur an der ETH belegt werden. Die Belegung des Moduls INI405 ist an der UZH nicht möglich.</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der ETH für UZH Studierende: <a href="https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html">https://ethz.ch/de/studium/non-degree-angebote/fachstudierende/fachstudierende-uzh.html</a></i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>5G</b>	<b>T. Delbrück, G. Indiveri, S.-C. Liu, M. Payvand</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the fall semester course "Neuromorphic Engineering I".				
Lernziel	Design of a neuromorphic circuit for implementation with CMOS technology.				
Inhalt	This course teaches the basics of analog chip design and layout with an emphasis on neuromorphic circuits, which are introduced in the autumn semester course "Neuromorphic Engineering I".  The principles of CMOS processing technology are presented. Using a set of inexpensive software tools for simulation, layout and verification, suitable for neuromorphic circuits, participants learn to simulate circuits on the transistor level and to make their layouts on the mask level. Important issues in the layout of neuromorphic circuits will be explained and illustrated with examples. In the latter part of the semester students simulate and layout a neuromorphic chip. Schematics of basic building blocks will be provided. The layout will then be fabricated and will be tested by students during the following fall semester.				
Literatur	S.-C. Liu et al.: Analog VLSI Circuits and Principles; software documentation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Neuromorphic Engineering I strongly recommended				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert gefördert		

<b>227-0391-00L</b>	<b>Medical Image Analysis</b> <i>Basic knowledge of computer vision would be helpful.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Konukoglu, E. Erdil, M. A. Reyes Aguirre</b>
Kurzbeschreibung	It is the objective of this lecture to introduce the basic concepts used in Medical Image Analysis. In particular the lecture focuses on shape representation schemes, segmentation techniques, machine learning based predictive models and various image registration methods commonly used in Medical Image Analysis applications.				
Lernziel	This lecture aims to give an overview of the basic concepts of Medical Image Analysis and its application areas.				

Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic concepts of mathematical analysis and linear algebra.  Preferred: Basic knowledge of computer vision and machine learning would be helpful.  The course will be held in English.				
<b>227-1034-00L</b>	<b>Computational Vision (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: INI402</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>D. Kiper</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on neural computations that underlie visual perception. We study how visual signals are processed in the retina, LGN and visual cortex. We study the morphology and functional architecture of cortical circuits responsible for pattern, motion, color, and three-dimensional vision.				
Lernziel	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Inhalt	This course considers the operation of circuits in the process of neural computations. The evolution of neural systems will be considered to demonstrate how neural structures and mechanisms are optimised for energy capture, transduction, transmission and representation of information. Canonical brain circuits will be described as models for the analysis of sensory information. The concept of receptive fields will be introduced and their role in coding spatial and temporal information will be considered. The constraints of the bandwidth of neural channels and the mechanisms of normalization by neural circuits will be discussed. The visual system will form the basis of case studies in the computation of form, depth, and motion. The role of multiple channels and collective computations for object recognition will be considered. Coordinate transformations of space and time by cortical and subcortical mechanisms will be analysed. The means by which sensory and motor systems are integrated to allow for adaptive behaviour will be considered.				
Literatur	Books: (recommended references, not required) 1. An Introduction to Natural Computation, D. Ballard (Bradford Books, MIT Press) 1997. 2. The Handbook of Brain Theorie and Neural Networks, M. Arbib (editor), (MIT Press) 1995.				
<b>636-0016-00L</b>	<b>Computational Systems Biology: Stochastic Approaches</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. H. Khammash</b>
Kurzbeschreibung	This course is concerned with the development of computational methods for modeling, simulation, and analysis of stochasticity in living cells. Using these tools, the course explores the richness of stochastic phenomena, how it arises from the interactions of dynamics and noise, and its biological implications.				
Lernziel	To understand the origins and implications of stochastic noise in living cells, and to learn the computational tools for the modeling, simulation, analysis, and identification of stochastic biochemical reaction networks.				
Inhalt	The cellular environment is abuzz with noise. A key source of this noise is the randomness that characterizes the motion of cellular constituents at the molecular level. Cellular noise not only results in random fluctuations (over time) within individual cells, but it is also a main source of phenotypic variability among clonal cell populations.  Review of basic probability and stochastic processes; Introduction to stochastic gene expression; deterministic vs. stochastic models; the stochastic chemical kinetics framework; a rigorous derivation of the chemical master equation; moment computations; linear vs. nonlinear propensities; linear noise approximations; Monte Carlo simulations; Gillespie's Stochastic Simulation Algorithm (SSA) and variants; direct methods for the solution of the Chemical Master Equation; moment closure methods; intrinsic and extrinsic noise in gene expression; parameter identification from noise; propagation of noise in cell networks; noise suppression in cells; the role of feedback; exploiting noise; bimodality and stochastic switches.				
Literatur	Literature will be distributed during the course as needed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have completed the course `Mathematical modeling for systems biology (BSc Biotechnology) or `Computational systems biology (MSc Computational biology and bioinformatics). Concurrent enrollment in `Computational Systems Biology: Deterministic Approaches is recommended.				
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				

Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.		
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.		
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.		
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft

<b>401-3904-22L</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kurpiz</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.				
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Introduction to Convex Optimization. - Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming. - Applications of Convex Optimization in science and engineering. - Algorithms for Convex Optimization.				
Skript	A script will be provided.				
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441				
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

*siehe auch Angebot im Abschnitt Vertiefungsgebiete*

## ► Fallstudien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3667-24L</b>	<b>Case Studies Seminar (Spring Semester 2024)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>V. C. Gradinaru, R. Käppeli</b>
Kurzbeschreibung	In the CSE Case Studies Seminar invited speakers from ETH, from other universities as well as from industry give a talk on an applied topic. Beside of attending the scientific talks students are asked to give short presentations (10 minutes) on a published paper out of a list.				
Inhalt	In the CSE Case Studies Seminar invited speakers from ETH, from other universities as well as from industry give a talk on an applied topic. Beside of attending the scientific talks students are asked to give short presentations (10 minutes) on a published paper out of a list (containing articles from, e.g., Nature, Science, Scientific American, etc.). If the underlying paper comprises more than 15 pages, two or three consecutive case studies presentations delivered by different students can be based on it. Consistency in layout, style, and contents of those presentations is expected.				

Voraussetzungen /  
Besonderes The talks are in presence only (no zoom)! Student talks are in parallel sessions in the two rooms, the invited talks take place in the larger lecture hall.

75% attendance and a short presentation on a published paper out of a list or on some own project are mandatory.

Students have to register their presentations online until the second Wednesday of the semester on <https://rw.ethz.ch/the-programme/case-studies.html>

The student talks will be grouped by subject, so we'll decide the actual dates of the individual talks.

Students that realize that they will not fulfill this criteria have to contact the teaching staff or de-register before the end of semester from the Seminar if they want to avoid a "Fail" in their documents. Later de-registrations will not be considered.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ► Semesterarbeit

*Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-3740-01L	<b>Semesterarbeit ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics oder 402-2000-00L Scientific Works in Physics</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>17A</b>	Dozent/innen
	<i>Eine Genehmigung der Arbeit via das Formular <a href="https://my.cse.ethz.ch/">https://my.cse.ethz.ch/</a> ist OBLIGATORISCH (Vorsicht: in myStudies lassen sich alle Dozierenden unabhängig davon auswählen, ob sie tatsächlich als Betreuungsperson für die Arbeit zugelassen sind).</i>				
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden den Studierenden zur individuellen Auswahl angeboten. Semesterarbeiten sollen die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger mathematischer Tätigkeit und zur schriftlichen Darstellung mathematischer Ergebnisse fördern.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.				
401-3740-02L	<b>Semesterarbeit (Nr. 2) ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics oder 402-2000-00L Scientific Works in Physics</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>17A</b>	Dozent/innen
	<i>Eine Genehmigung der Arbeit via das Formular <a href="https://my.cse.ethz.ch/">https://my.cse.ethz.ch/</a> ist OBLIGATORISCH (Vorsicht: in myStudies lassen sich alle Dozierenden unabhängig davon auswählen, ob sie tatsächlich als Betreuungsperson für die Arbeit zugelassen sind).</i>				
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen der Vertiefung in einem spezifischen Fachbereich; die Themen werden den Studierenden zur individuellen Auswahl angeboten. Semesterarbeiten sollen die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger mathematischer Tätigkeit und zur schriftlichen Darstellung mathematischer Ergebnisse fördern.				
Voraussetzungen / Besonderes	Es gibt mehrere Lerneinheiten "Semesterarbeit", die alle gleichwertig sind. Wenn Sie im Lauf Ihres Studiums mehrere Semesterarbeiten schreiben, wählen Sie jeweils verschiedene Nummern aus, um wieder Kreditpunkte erhalten zu können.				

## ► Wissenschaft im Kontext

*Wer für den Bachelor-Abschluss bereits 3 KP an Sprachkursen anrechnen liess, benötigt auf Master-Stufe 2 KP aus dem "Wissenschaft im Kontext"-Programm ohne Sprachkurse.  
vgl. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wissenschaft-im-kontext.pdf> (Aus dem Kursprogramm müssen grundsätzlich acht Kreditpunkte (KP) erworben werden – im Rahmen des Bachelor-Studiums in der Regel sechs KP, im Rahmen des Master-Studiums in der Regel zwei KP. Sprachkurse des Sprachenzentrums UZH-ETH können im Umfang von maximal drei KP angerechnet werden. Es gelten überdies folgende Einschränkungen: Im Falle der europäischen Sprachen Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch werden nur fortgeschrittene Sprachkurse ab Niveau B2 angerechnet. Deutsche Sprachkurse werden ab Niveau C2 angerechnet.)*

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MATH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

## ► Master-Arbeit

*Wenn Sie anstelle von 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics die Lerneinheit 402-2000-00L Scientific Works in Physics anrechnen lassen möchten (dies ist erlaubt im Studiengang Rechnergestützte Wissenschaften), so wenden Sie sich nach dem Verfügen des Resultates an das*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-2000-00L	<b>Scientific Works in Mathematics</b> <i>Zielpublikum: Bachelor-Studierende im dritten Jahr; Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	O	0 KP		D. Possamaï
Kurzbeschreibung	Introduction to scientific writing for students with focus on publication standards and ethical issues, especially in the case of citations (references to works of others.)				
Lernziel	Learn the basic standards of scientific works in mathematics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Types of mathematical works</li> <li>- Publication standards in pure and applied mathematics</li> <li>- Data handling</li> <li>- Ethical issues</li> <li>- Citation guidelines</li> </ul>				
Skript	Moodle of the Mathematics Library: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Directive <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf</a>				
401-2000-01L	<b>Lunch Sessions – Thesis Basics for Mathematics Students</b> <i>Für Details und zur Registrierung für den freiwilligen MathBib-Schulungskurs: <a href="https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen">https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen</a></i>	Z	0 KP		Referent/innen
Kurzbeschreibung	Freiwilliger Kurs "Recherchieren in der Mathematik" angeboten von der Mathematikbibliothek.				
402-2000-00L	<b>Scientific Works in Physics</b> <i>Zielpublikum: Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	W	0 KP		D. Kienzler
Kurzbeschreibung	<i>Weisung <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wiss-arbeiten-eigenst%C3%A4ndigkeitserklaerung.pdf</a></i> Literature Review: ETH-Library, Journals in Physics, Google Scholar; Thesis Structure: The IMRAD Model; Document Processing: LaTeX and BibTeX, Mathematical Writing, AVETH Survival Guide; ETH Guidelines for Integrity; Authorship Guidelines; ETH Citation Etiquettes; Declaration of Originality.				
Lernziel	Basic standards for scientific works in physics: How to write a Master Thesis. What to know about research integrity.				
401-4990-01L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer: a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat; b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat; und c. im Master-Studium mindestens die folgenden Studienleistungen erbracht hat: 1) in der Kategorie "Kernfächer" müssen mindestens zwei Lerneinheiten bestanden sein; 2) in der Kategorie "Vertiefungsgebiete" müssen mindestens fünf Lerneinheiten, davon ein Seminar, bestanden sein; und 3) die Semesterarbeit muss bestanden sein. Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics oder 402- 2000-00L Scientific Works in Physics</i>	O	30 KP	57D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	<i>Eine Genehmigung der Arbeit via das Formular <a href="https://my.cse.ethz.ch/">https://my.cse.ethz.ch/</a> ist OBLIGATORISCH (Vorsicht: in myStudies lassen sich alle Dozierenden unabhängig davon auswählen, ob sie tatsächlich als Betreuungsperson für die Arbeit zugelassen sind).</i> Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Studiengangs. Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit unter Beweis stellen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit, die den Abschluss des Studiengangs bildet, ihre Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit unter Beweis stellen.				

### ► Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-5650-00L	<b>Zurich Colloquium in Applied and Computational Mathematics</b>	E-	0 KP	1K	R. Abgrall, R. Alaifari, H. Ammari, R. Hiptmair, S. Mishra, S. Sauter, C. Schwab
Kurzbeschreibung	Forschungskolloquium				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-0363-AAL	<b>Analysis III</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	4 KP	9R	A. Iozzi
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				

Kurzbeschreibung	The focus lies on the simplest cases of three fundamental types of partial differential equations of second order: the Laplace equation, the heat equation and the wave equation.
Literatur	Reference books and notes  Main books:  Giovanni Felder: "Partielle Differenzialgleichungen für Ingenieurinnen und Ingenieure" (Download PDF: <a href="http://www.math.ethz.ch/u/felder/Teaching/Partielle_Differenzialgleichungen">http://www.math.ethz.ch/u/felder/Teaching/Partielle_Differenzialgleichungen</a> ), Erwin Kreyszig: "Advanced Engineering Mathematics", John Wiley & Sons, just chapters 11, 16.  Extra readings:  Norbert Hungerbühler: "Einführung in die partiellen Differentialgleichungen", vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Yehuda Pinchover, Jacob Rubinstein: "Partial Differential Equations", Cambridge University Press 2005.  For reference/complement of the Analysis I/II courses:  Christian Blatter: Ingenieur-Analysis (Download PDF)
Voraussetzungen / Besonderes	The precise content changes with the examiner. Candidates must therefore contact the examiner in person before studying the material.

<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]  From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				

<b>401-2673-AAL</b>	<b>Numerical Methods for CSE</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>9 KP</b>	<b>19R</b>	<b>V. C. Gradinaru</b>
Kurzbeschreibung	Introduction into fundamental techniques and algorithms of numerical mathematics which play a central role in numerical simulations in science and technology.				
Lernziel	* Knowledge of the fundamental algorithms in numerical mathematics * Knowledge of the essential terms in numerical mathematics and the techniques used for the analysis of numerical algorithms * Ability to choose the appropriate numerical method for concrete problems * Ability to interpret numerical results * Ability to implement numerical algorithms efficiently in C++				

Inhalt	1. Computing with Matrices and Vectors 2. Direct Methods for Linear Systems of Equations 3. Direct Methods for Linear Least Squares Problems 4. Filtering Algorithms 5. Data Interpolation and Data Fitting in 1D 6. Approximation of Functions in 1D 7. Numerical Quadrature 8. Iterative Methods for Non-linear Systems of Equations 12. Numerical Integration - Single Step Methods 13. Single Step Methods for Stiff Initial Value Problems
Skript	<a href="https://people.math.ethz.ch/~grsam/HS16/NumCSE/NumCSE16.pdf">https://people.math.ethz.ch/~grsam/HS16/NumCSE/NumCSE16.pdf</a>
Literatur	W. Dahmen, A. Reusken "Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler", Springer 2006. M. Hanke-Bourgeois "Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens", BG Teubner, 2002 P. Deuflhard and A. Hohmann, "Numerische Mathematik I", DeGruyter, 2002 U. Ascher and C. Greif "A first course in Numerical Methods"
Voraussetzungen / Besonderes	Examination will be conducted at the computer and will involve coding in C++/Eigen. A course covering the material is taught in English every autumn term (course unit 401-0663-00L). Course documents, exercises and examinations are available online.

<b>401-0674-AAL</b>	<b>Numerical Methods for Partial Differential Equations</b> E- 10 KP 21R R. Hiptmair <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>
Kurzbeschreibung	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i> Derivation, properties, and implementation of fundamental numerical methods for a few key partial differential equations, among them (convection)-diffusion and heat equations, wave equation, conservation laws. Implementation in C++ based on a finite element library.
Lernziel	Main skills to be acquired in this course: * Ability to implement fundamental numerical methods for the solution of partial differential equations efficiently. * Ability to modify and adapt numerical algorithms guided by awareness of their mathematical foundations. * Ability to select and assess numerical methods in light of the predictions of theory * Ability to identify features of a PDE (= partial differential equation) based model that are relevant for the selection and performance of a numerical algorithm. * Ability to understand research publications on theoretical and practical aspects of numerical methods for partial differential equations. * Skills in the efficient implementation of finite element methods on unstructured meshes.
Inhalt	This course is neither a course on the mathematical foundations and numerical analysis of methods nor an course that merely teaches recipes and how to apply software packages. See the contents of 401-0674-00 Numerical Methods for Partial Differential Equations
Skript	The lecture will be taught in flipped classroom format: - Video tutorials for all thematic units will be published online. - Tablet notes accompanying the videos will be made available to the audience as PDF. - A comprehensive PDF handout will cover all aspects of the lecture.
Literatur	See the information given for 401-0674-00 Numerical Methods for Partial Differential Equations
Voraussetzungen / Besonderes	Mastery of basic calculus and linear algebra is taken for granted. Familiarity with fundamental numerical methods (solution methods for linear systems of equations, interpolation, approximation, numerical quadrature, numerical integration of ODEs) is essential.  Important: Coding skills and experience in C++ are essential.  Homework assignments involve substantial coding, partly based on a C++ finite element library. The written examination will be computer based and will comprise coding tasks.
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien geprüft geprüft Methodenspezifische Kompetenzen Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung geprüft Problemlösung geprüft Projektmanagement gefördert gefördert Persönliche Kompetenzen Kritisches Denken gefördert

### Rechnergestützte Wissenschaften Master - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	O	Obligatorisch
Z	Zusatzangebot zum VLV	W+	Wählbar für KP und empfohlen
Dr	Für Doktorat geeignet	W	Wählbar für KP

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Robotics, Systems and Control Master

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0306-00L</b>	<b>Visualization, Simulation and Interaction - Virtual Reality I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Kunz</b>
Kurzbeschreibung	Technologie der virtuellen Realität. Menschliche Faktoren, Erzeugung virtueller Welten, Beleuchtungsmodelle, Display- und Beschallungssysteme, Tracking, haptische/taktile Interaktion, Motion Platforms, virtuelle Prototypen, Datenaustausch, VR-Komplettsysteme, Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR und Design; Umsetzung der VR in der Industrie; Human Computer Interfaces (HCI).				
Lernziel	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die virtuelle Realität, sowohl aus technischer als auch aus informationstechnologischer Sicht. Sie lernen unterschiedliche Software- und Hardwareelemente kennen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Geschäftsprozess. Die Studierenden entwickeln ein Kenntnis darüber, wo sich heute die virtuelle Realität nutzbringend einsetzen lässt und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Anhand konkreter Programme und Systeme erfahren die Teilnehmer den Umgang mit den erlernten neuen Technologien. Studierende sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige VR-Technologien zu evaluieren und die geeignetste für eine gegebene Aufgabe auszuwählen bezüglich der folgenden Gesichtspunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Visualisierungsmöglichkeiten: Monitore, Projektionssysteme, Datenbrillen</li> <li>o Positionserfassungssystemen (optisch/elektromagnetisch/mechanisch)</li> <li>o Interaktionstechnologien: Datenhandschuhe, Möglichkeit des echten Laufens/Erfassung der Augenbewegung/manuelle Interaktion, usw.</li> </ul> </li> <li>• eine VR-Anwendung selbstständig zu entwickeln,</li> <li>• die VR-Technologie auf industrielle Anforderungen anzuwenden,</li> <li>• das erlernte Wissen in einer praktischen Anwendung zu vertiefen.</li> <li>• grundlegende Unterschiede in Anwendung digitaler Welten zu vergleichen (VR/AR/MR/XR)</li> </ul>				
Inhalt	Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die Technologie der virtuellen Realität als neues Tool zur Bewältigung komplexer Geschäftsprozesse. Es sind die folgenden Themen vorgesehen: Einführung und Geschichte der VR; Eingliederung der VR in die Produktentwicklung; Nutzen von VR für die Industrie; menschliche Faktoren als Grundlage der virtuellen Realität; Einführung in die Erzeugung (Modellierung) virtueller Welten; Beleuchtungsmodelle; Kollisionserkennung; Displaysysteme; Projektionssysteme; Beschallungssysteme; Trackingssysteme; Interaktionsgeräte für die virtuelle Umgebung; haptische und taktile Interaktion; Motion Platforms; Datenhandschuh; physikalisch basierte Simulation; virtuelle Prototypen; Datenaustausch und Datenkommunikation; VR-Komplettsysteme; Augmented Reality; Kollaborationssysteme; VR zur Unterstützung von Designaufgaben; Umsetzung der VR in der Industrie; Ausblick in die laufende Forschung im Bereich VR.  Lehrmodule: - Geschichte der VR und Definition der wichtigsten Begriffe - Einordnung der VR in Geschäftsprozesse - Die Erzeugung virtueller Welten - Geräte und Technologien für die immersive virtuelle Realität - Anwendungen der VR in unterschiedlichsten Gebieten				
Skript	Die Durchführung der Lehrveranstaltung erfolgt gemischt mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. Die Vorlesung kann auf Wunsch in Englisch erfolgen. Das Skript ist ebenfalls in Englisch verfügbar. Skript, Handout; Kosten SFr.30.-				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: keine Vorlesung geeignet für D-MAVT, D-ITET, D-MTEC und D-INF  Testat/ Kredit-Bedingungen/ Prüfung: Teilnahme an Vorlesung und Kolloquien Erfolgreiche Durchführung von Übungen in Teams				
<b>151-0534-00L</b>	<b>Advanced Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>P. Tiso</b>
Kurzbeschreibung	Lagrangian dynamics - Principle of virtual work and virtual power - holonomic and non holonomic constraints - 3D rigid body dynamics - equilibrium - linearization - stability - vibrations - frequency response				
Lernziel	This course provides the students of mechanical engineering with fundamental analytical mechanics for the study of complex mechanical systems .We introduce the powerful techniques of principle of virtual work and virtual power to systematically write the equation of motion of arbitrary systems subjected to holonomic and non-holonomic constraints. The linearisation around equilibrium states is then presented, together with the concept of linearised stability. Linearized models allow the study of small amplitude vibrations for unforced and forced systems. For this, we introduce the concept of vibration modes and frequencies, modal superposition and modal truncation. The case of the vibration of light damped systems is discussed. The kinematics and dynamics of 3D rigid bodies is also extensively treated.				
Skript	Lecture notes are produced in class and are downloadable right after each lecture.				
Literatur	The students will prepare their own notes. A copy of the lecture notes will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mechanics III or equivalent; Analysis I-II, or equivalent; Linear Algebra I-II, or equivalent.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert geprüft
<b>151-0566-00L</b>	<b>Recursive Estimation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. D'Andrea</b>
Kurzbeschreibung	Estimation of the state of a dynamic system based on a model and observations in a computationally efficient way.				
Lernziel	Learn the basic recursive estimation methods and their underlying principles.				
Inhalt	Introduction to state estimation; probability review; Bayes' theorem; Bayesian tracking; extracting estimates from probability distributions; Kalman filter; extended Kalman filter; particle filter; observer-based control and the separation principle.				
Skript	Lecture notes available on course website: <a href="http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html">http://www.idsc.ethz.ch/education/lectures/recursive-estimation.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Requirements: Introductory probability theory and matrix-vector algebra.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
			Kundenorientierung	gefördert	
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
Sensibilität für Vielfalt	gefördert				
Verhandlung	gefördert				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.				
Lernziel	The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.				
<b>151-0634-00L</b>	<b>Perception and Learning for Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>1V+6A</b>	<b>C. D. Cadena Lerma, F. Shi</b>
	<i>Number of participants limited to: 30</i>				
	<i>To apply for the course please create a CV in pdf of max. 2 pages, including your machine learning and/or robotics experience. Please send the pdf to cesarc@ethz.ch for approval.</i>				
Kurzbeschreibung	This course covers tools from statistics and machine learning enabling the participants to deploy these algorithms as building blocks for perception pipelines on robotic tasks. All mathematical methods provided within the course will be discussed in context of and motivated by example applications mostly from robotics. The main focus of this course are student projects on robotics.				
Lernziel	Applying Machine Learning methods for solving real-world robotics problems.				
Inhalt	Deep Learning for Perception; (Deep) Reinforcement Learning; Graph-Based Simultaneous Localization and Mapping				
Skript	Slides will be made available to the students.				
Literatur	Will be announced in the first lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to be familiar with material of the "Recursive Estimation" and the "Introduction to Machine Learning" lectures. Particularly understanding of basic machine learning concepts, stochastic gradient descent for neural networks, reinforcement learning basics, and knowledge of Bayesian Filtering are required. Furthermore, good knowledge of programming in C++ and Python is required.				
<b>151-0636-00L</b>	<b>Soft and Biohybrid Robotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Katzschmann</b>
Kurzbeschreibung	Soft and biohybrid robotics are emerging fields taking inspiration from nature to create robots that are inherently safer to interact with. You learn how to create structures, actuators, sensors, models, controllers, and machine learning architectures exploiting the deformable nature of soft robots. You also learn how to apply soft robotic principles to challenges of your research domain.				
Lernziel	Learning Objective 1: Solve a robotics challenge with a soft robotic design Step 1: Formulate suitable functional requirements for the challenge Step 2: Select soft robotic actuator material Step 3: Design and fabrication approach suitable for the challenge Step 4: Basic controller for robotic functionality  Learning Objective 2: Formulate modeling, control, and learning frameworks for highly articulated robots in real-life scenarios Step 1: Formulate the dynamic skills needed for the real-life scenario Step 2: Pick + combine suitable multiphysics modeling, control + learning techniques for this scenario Step 3: Evaluate the modeling/control approach for a real-life scenario Step 4: Modify and enhance the modeling/control approach and repeat the evaluation Step 5: Choose a learning approach for complex robotic skills  Learning Objective 3: Apply the principles of mechanical impedance and embodied intelligence to soft robotic challenges in various domains Step 1: Identify the moving aspects of the problem Step 2: Choose and design the passive and actively-controlled degrees of freedom Step 3: Pick the actuation material based on suitability to your challenge Step 4: Design in detail multiple combinations of body and brain Step 5: Simulate, build, test, fail, and repeat this often and quickly until the soft robot works for simple settings Step 6: Upgrade and validate the robot for a suitable performance under real-world conditions  Learning Objective 4: Rethink robotic approaches by moving towards designs made of living materials Step 1: Identify what problems could be easier to solve with a complex living material Step 2: Scout for available works that have potentially tackled the problem with a living material Step 3: Formulate a hypothesis for your new approach with a living material Step 4: Design a minimum viable prototype (MVP) that suitably highlights your new approach				
Inhalt	Students will learn about the latest research advances in material technologies, fabrication, modeling, and machine learning to design, simulate, build, and control soft and biohybrid robots.  Part 1: Functional and intelligent materials for use in soft and biohybrid robotic applications Part 2: Design and design morphologies of soft robotic actuators and sensors Part 3: Fabrication techniques including 3D printing, casting, roll-to-roll, tissue engineering Part 4: Biohybrid robotics including microrobots and macrorobots; tissue engineering Part 5: Mechanical modeling including minimal parameter models, finite-element models, and ML-based models Part 6: Closed-loop controllers of soft robots that exploit the robot's impedance and dynamics for locomotion and manipulation tasks Part 7: Machine Learning approaches to soft robotics, for design synthesis, modeling, and control  Regular assignments throughout the semester will teach the participants to implement the skills and knowledge learned during the class.				

Skript	All class materials including slides, recordings, assignments, pre-reads, and tutorials can be found on the Moodle page of the class.				
Literatur	1) Yasa et al. "An Overview of Soft Robotics." <i>Annu. Rev. Control Robot. Auton. Syst.</i> (2023). 6:1–29. 2) Polygerinos et al. "Soft robotics: Review of fluid-driven intrinsically soft devices; manufacturing, sensing, control, and applications in human-robot interaction." <i>Advanced Engineering Materials</i> 19.12 (2017): 1700016. 3) Cianchetti, et al. "Biomedical applications of soft robotics." <i>Nature Reviews Materials</i> 3.6 (2018): 143-153. 4) Ricotti et al. "Biohybrid actuators for robotics: A review of devices actuated by living cells." <i>Science Robotics</i> 2.12 (2017). 5) Sun et al. "Biohybrid robotics with living cell actuation." <i>Chemical Society Reviews</i> 49.12 (2020): 4043-4069.				
Voraussetzungen / Besonderes	- Recommended to have prior knowledge of the basics of dynamics and controls. - Designed for students at the master's or PhD level. - Due to limited places, the priority goes first to students from the Robotics, Systems, and Control Master program.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>151-0641-00L</b>	<b>Introduction to Robotics and Mechatronics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>B. Nelson, Q. Boehler</b>
	<i>Number of participants limited to 45.</i>				
	<i>Enrollment is only valid through registration on the MSRL website (<a href="https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html">https://msrl.ethz.ch/education/introduction.html</a>). Registrations per e-mail is not accepted!</i>				
Kurzbeschreibung	The aim of this lecture is to expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of these lectures, topics will include how to interface a computer with the real world, different types of sensors and their use, different types of actuators and their use.				
Lernziel	An ever-increasing number of mechatronic systems are finding their way into our daily lives. Mechatronic systems synergistically combine computer science, electrical engineering, and mechanical engineering. Robotics systems can be viewed as a subset of mechatronics that focuses on sophisticated control of moving devices.				
	The aim of this course is to practically and theoretically expose students to the fundamentals of mechatronic and robotic systems. Over the course of the semester, the lecture topics will include an overview of robotics, an introduction to different types of sensors and their use, the programming of microcontrollers and interfacing these embedded computers with the real world, signal filtering and processing, an introduction to different types of actuators and their use, an overview of computer vision, and forward and inverse kinematics. Throughout the course, students will periodically attend laboratory sessions and implement lessons learned during lectures on real mechatronic systems. By the end of the course, you will be able to independently choose, design and integrate these different building blocks into a working mechatronic system.				
Inhalt	The course consists of weekly lectures and lab sessions. The weekly topics are the following: 0. Course Introduction 1. C Programming 2. Sensors 3. Data Acquisition 4. Signal Processing 5. Digital Filtering 6. Actuators 7. Computer Vision and Kinematics 8. Modeling and Control 9. Review and Outlook				
	The lecture schedule can be found on our course page on the MSRL website ( <a href="http://www.msrl.ethz.ch">www.msrl.ethz.ch</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	The students are expected to be familiar with C programming.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>151-0660-00L</b>	<b>Model Predictive Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Zeilinger</b>
Kurzbeschreibung	Model predictive control is a flexible paradigm that defines the control law as an optimization problem, enabling the specification of time-domain objectives, high performance control of complex multivariable systems and the ability to explicitly enforce constraints on system behavior. This course provides an introduction to the theory and practice of MPC and covers advanced topics.				
Lernziel	Design and implement Model Predictive Controllers (MPC) for various system classes to provide high performance controllers with desired properties (stability, tracking, robustness,..) for constrained systems.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of required optimal control theory</li> <li>- Basics on optimization</li> <li>- Receding-horizon control (MPC) for constrained linear systems</li> <li>- Theoretical properties of MPC: Constraint satisfaction and stability</li> <li>- Computation: Explicit and online MPC</li> <li>- Practical issues: Tracking and offset-free control of constrained systems, soft constraints</li> <li>- Robust MPC: Robust constraint satisfaction</li> <li>- Simulation-based project providing practical experience with MPC</li> </ul>				
Skript	Script / lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>One semester course on automatic control, Matlab, linear algebra.          Courses on signals and systems and system modeling are recommended. Important concepts to start the course: State-space modeling, basic concepts of stability, linear quadratic regulation / unconstrained optimal control.</p> <p>Expected student activities: Participation in lectures, exercises and course project; homework (~2hrs/week).</p>				
<b>151-0854-00L</b>	<b>Autonomous Mobile Robots</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Siegwart, L. Ott</b>
Kurzbeschreibung	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation. Theory will be deepened by exercises with small mobile robots and discussed across application examples.				
Lernziel	The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion and kinematics, environment perception, and probabilistic environment modeling, localization, mapping and navigation.				
Skript	This lecture is enhanced by around 30 small videos introducing the core topics, and multiple-choice questions for continuous self-evaluation. It is developed along the TORQUE (Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUality and Effectiveness) concept, which is ETH's response to the popular MOOC (Massive Open Online Course) concept.				
Literatur	This lecture is based on the Textbook: Introduction to Autonomous Mobile Robots Roland Siegwart, Illah Nourbakhsh, Davide Scaramuzza, The MIT Press, Second Edition 2011, ISBN: 978-0262015356				
<b>151-9904-00L</b>	<b>Applied Category Theory for Engineering II</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Censi, J. Lorand</b>
	<i>Note: The previous course title until FS23 "Applied Compositional Thinking for Engineers I"</i>				
Kurzbeschreibung	This course is an introduction to advanced topics in Applied Category Theory focused on concepts beyond basic category theory and on the needs of applications. The course favors a computational, constructive, and compositional approach targeted to applications in engineering.				
Lernziel	<p>In many domains of engineering and applied sciences, it would be beneficial to think explicitly about abstraction and compositionality, to improve both the understanding of problems and the design of solutions. Applied Category Theory is a field of mathematics that can help in thinking about precisely such topics. A problem, however, is that this type of mathematics is not traditionally taught -- to date, there exists no easy path for engineers to learn category theory that is approachable and emphasizes engineering applications. This course will fill this gap, extending the efforts proposed in the first part of the class (ACT4E I).</p> <p>This course's goal is not to teach category theory for the sake of it, but to teach the "compositional way of thinking". Category theory will just be the means towards this end. This implies that the presentation of materials sometimes diverges from the usual way to teach category theory, and some common concepts might be de-emphasized in favor of more obscure concepts that are more useful for applications.</p>				
Inhalt	<p>The applications shown in the class will be mainly in the domains of autonomous robotics and mobility.</p> <p>Categories</p> <p>Functors</p> <p>Co-design problems</p> <p>Natural transformations</p> <p>Adjunctions</p> <p>Traced monoidal categories</p> <p>Computation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From mathematical models to algorithms</li> <li>- Solving finite co-design problems</li> <li>- Monads</li> <li>- Modeling uncertainty</li> </ul> <p>Enriched category theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profunctors</li> <li>- Enriched categories</li> <li>- Negative category theory</li> </ul> <p>Operads</p> <p>Linear logic and resources</p>				
Skript	Slides and notes will be provided.				
Literatur	Censi, Lorand, Zardini, "Applied Compositional Thinking for Engineers" (Link: <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a> )  B. Fong, D.I. Spivak, Seven Sketches in Compositionality: An Invitation to Applied Category Theory ( <a href="https://arxiv.org/pdf/1803.05316">https://arxiv.org/pdf/1803.05316</a> )  Censi, Lorand, Zardini, Applied Compositional Thinking for Engineers ( <a href="https://bit.ly/3qQNrdR">https://bit.ly/3qQNrdR</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>There will be no exam; there will be weekly theory homework sheets, and these will constitute the grade for the course.</p> <p>The course is essentially self-contained and can be taken, in principle, without ACT4E I. We assume this preliminary knowledge:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Basics of logic &amp; mathematical thinking, ability to write mathematical proofs.</li> <li>2) Basic algebra (sets, posets, relations, semigroups, groups).</li> </ol> <p>Students who took the course Applied Category Theory for Engineering I in the Fall Semester are sufficiently proficient in (1) and (2).</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft		
		Verfahren und Technologien				geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen				geprüft		
		Entscheidungsfindung				gefördert		
		Medien und digitale Technologien				gefördert		
		Problemlösung				geprüft		
		Projektmanagement				gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert	
			Kooperation und Teamarbeit				gefördert	
			Kundenorientierung				gefördert	
			Menschenführung und Verantwortung				gefördert	
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt				gefördert		
		Verhandlung				gefördert		
		Anpassung und Flexibilität				gefördert		
		Kreatives Denken				geprüft		
		Kritisches Denken				geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik				gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert		
		<b>151-1115-00L</b>	<b>Aircraft Aerodynamics and Flight Mechanics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Immer</b>	
		Kurzbeschreibung	Equations of motion. Aircraft flight performance, flight envelope. Aircraft static stability and control, longitudinal and lateral stability. Dynamic longitudinal and lateral stability.					
Lernziel	- Knowledge of methods to solve flight mechanic problems - To be able to apply basic methods for flight performance calculation and stability investigations							
Inhalt	Equations of motion. Aircraft flight performance, flight envelope. Aircraft static stability and control, longitudinal and lateral stability. Dynamic longitudinal and lateral stability.							
Literatur	Mc Cormick, B.W.: Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics (John Wiley and Sons), 1979 / 1995							
Voraussetzungen / Besonderes	Anderson, J: Fundamentals of Aerodynamics (McGraw-Hill Comp Inc), 2010 Recommended: Lecture "Introduction to Aircraft and Car Aerodynamics"							
<b>227-0207-00L</b>	<b>Nonlinear Systems and Control</b> <i>Voraussetzung: Control Systems (227-0103-00L)</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Gallestey Alvarez, R. Soloperto</b>			
Kurzbeschreibung	Introduction to the area of nonlinear systems and their control. Familiarization with tools for analysis of nonlinear systems. Discussion of the various nonlinear controller design methods and their applicability to real life problems.							
Lernziel	On completion of the course, students understand the difference between linear and nonlinear systems, know the mathematical techniques for analysing these systems, and have learnt various methods for designing controllers accounting for their characteristics.							
Inhalt	Course puts the student in the position to deploy nonlinear control techniques in real applications. Theory and exercises are combined for better understanding of the virtues and drawbacks present in the different methods.							
	Virtually all practical control problems are of nonlinear nature. In some cases application of linear control methods leads to satisfactory controller performance. In many other cases however, only application of nonlinear analysis and control synthesis methods will guarantee achievement of the desired objectives.							
	During the past decades mature nonlinear controller design methods have been developed and have proven themselves in applications. After an introduction of the basic methods for analysing nonlinear systems, these methods will be introduced together with a critical discussion of their pros and cons. Along the course the students will be familiarized with the basic concepts of nonlinear control theory.							
Skript	This course is designed as an introduction to the nonlinear control field and thus no prior knowledge of this area is required. The course builds, however, on a good knowledge of the basic concepts of linear control and mathematical analysis.							
	An english manuscript will be made available on the course homepage during the course.							
Literatur	H.K. Khalil: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2001.							
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Linear Control Systems, or equivalent.							
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft		
		Verfahren und Technologien				geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft	
			Entscheidungsfindung				geprüft	
			Medien und digitale Technologien				gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung				geprüft		
		Projektmanagement				gefördert		
		Anpassung und Flexibilität				geprüft		
		Kreatives Denken				geprüft		
		Kritisches Denken				gefördert		
Integrität und Arbeitsethik				gefördert				
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement				geprüft				
<b>227-0216-00L</b>	<b>Computational Control</b> <i>Previously (up until FS22) named "Control Systems II"</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>S. Bolognani</b>			
Kurzbeschreibung	The focus of the course is on the design of advanced controllers for cyber-physical systems, that is, systems in which the controller is an embedded computer that can sense and actuate a physical plant. Advanced computational control strategies like Model Predictive Control, Reinforcement Learning, and Data-Driven control will be covered.							

Lernziel	The objective of the course is to prepare students to the design of advanced digital control systems: this includes comparing alternative control strategies, deciding what class of controllers to employ for a specific problem, tune the controller in order to meet the desired specifications, and produce a conceptual design of how the controller can be implemented and deployed. Simplifying assumptions on the underlying plant that were made in the course Control Systems are relaxed, and advanced computational control concepts and techniques are presented.		
Inhalt	The course will cover both the challenges of a digital control system and the many possibilities offered by powerful computation in control. Different aspects and challenges of embedded control of cyber-physical systems will be discussed. We will then review the limitations of classical control strategies like PID control and LQR control, and motivate the need for controllers that employ significant real-time computation. In particular, we will look into Model Predictive Control, Reinforcement Learning, Data-Driven control, and possibly other advanced computational control techniques.		
Skript	Lecture notes will be available on the Moodle page of the course.		
Literatur	References to the literature will be provided during the course. No textbook is necessary, but students are encouraged to read the suggested readings.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Control Systems or equivalent. A background in optimization is very helpful. Students that don't have it will be provided with some additional reading material.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Verhandlung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

<b>227-0248-00L</b>	<b>Power Electronic Systems II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Biela, F. Krismer</b>
Kurzbeschreibung	This course details structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems to provide a deeper understanding of power electronic circuits and power components. Most recent concepts of for example high switching frequency AC/DC converters are presented. Simulation exercises, implemented in the simulation programme PLECS, are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge of structures, operating ranges, and control concepts of modern power electronic systems. Further objectives are: to know most recent concepts and operation modes of for example high switching frequency AC/DC converters or AC/AC matrix inverters; to develop a deeper understanding of multi-pulse power converter circuits, transformers, and electromechanical energy converters; and to understand in-depth details of power electronic systems. Simulation exercises, implemented in the electric circuit simulator PLECS, are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	<p>Converter dynamics and control: State Space Averaging, transfer functions, controller design, impact of the input filter on the converter transfer functions.</p> <p>Performance data of single-phase and three-phase systems: effect of different loss components on the efficiency characteristics, linear and non-linear single phase loads, power flow of general three-phase systems, space vector calculus.</p> <p>Modeling and control of three-phase PWM rectifiers: system characterization using rotating coordinates, control structure, transfer functions, operation with symmetrical and unsymmetrical mains voltages.</p> <p>Scaling laws of transformers and electromechanical actuators.</p> <p>Drives with permanent magnet synchronous machines: basic function, modeling, field-oriented control.</p> <p>Unidirectional AC/DC converters and AC/AC converters: voltage and current DC link converters, indirect and direct matrix converters.</p>				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers, simulation program for interactive self-learning.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Introductory course on power electronics.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		

<b>227-0518-10L</b>	<b>Design and Control of Electric Machines</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Bortis</b>
Kurzbeschreibung	This course covers modeling and control concepts of modern drive systems and provides a deeper understanding of the dynamic operation of electric machines. Different aspects arising in the control and design of electric drive systems are investigated. The exercises are used to consolidate the concepts discussed.				
Lernziel	The objective of this course is to convey knowledge on control strategies of different types of electric machines and on design principles of variable speed drive systems. A dynamic modeling of the electromechanical system is investigated, enabling the proper design of cascaded speed, torque/current controllers. In addition, a brief insight into basic inverter circuits applied in advanced motor drive systems is provided. Exercises are used to consolidate the presented theoretical concepts.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Introduction to variable speed motor drive systems consisting of: <ul style="list-style-type: none"> <li>Electromechanical unit</li> <li>Power electronic unit</li> <li>Control unit</li> <li>Measurement unit</li> </ul> </li> <li>Control structures and strategies of DC machine, synchronous machine and asynchronous machine: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cascaded control</li> <li>U/f control</li> <li>Slip control</li> <li>Field-oriented control</li> </ul> </li> <li>Dynamic operation of electric machines <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamic modeling of electromechanical system</li> <li>Controller types and design</li> <li>Current/torque control</li> <li>Speed control (Voltage control / Flux weakening)</li> </ul> </li> <li>Power electronic inverter circuits in variable speed drive systems <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltage source inverter systems</li> <li>Basic operation and pulse width modulation</li> </ul> </li> <li>Basic design principles of variable speed motor drives systems</li> </ol>				
Skript	Lecture notes and associated exercises including correct answers				

Voraussetzungen / Besonderes	Recommended: Fundamentals of Electric Machines				
<b>227-0528-00L</b>	<b>Power System Dynamics, Control and Operation</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>G. Valverde Mora</b>
Kurzbeschreibung	This course analyzes the dynamics of interconnected power systems and the different types of power system stability. The mathematical models of the elements that govern the system dynamics will be reviewed. In addition, stability analysis methods and mitigation measures against rotor-angle, voltage, and frequency instability scenarios will be studied.				
Lernziel	The course's learning objective is to understand the concept of stability and control of electrical power systems, including their analysis methods. At the end of the course, participants will be able to model the behavior of the elements and controllers that govern the dynamics of power systems and understand the participation of each element/controller in the different types of stability of interconnected electrical systems.				
Inhalt	The modeling of the power system and its components is reviewed first. It includes static and dynamic loads, load tap changers, synchronous machines, exciters, automatic voltage regulators, power system stabilizers, turbines, governors, and inverter-based generators followed by the study of the stability of the power system and the integration of renewable energies such as wind, solar, and energy storage systems. The learning process is complemented by numerical examples, Python scripts, and computer simulations.				
Skript	Lecture notes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>227-0690-11L</b>	<b>Large-Scale Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Mühlebach</b>
Kurzbeschreibung	Convex optimization has revolutionized modern decision making and underpins many scientific and engineering disciplines. To enable its use in modern large-scale applications, we require new analytical methods that address limitations of existing solutions. This course is intended to provide a comprehensive overview of convex analysis and numerical methods for large-scale optimization.				
Lernziel	Students should be able to apply the fundamental results in convex analysis and numerical methods to analyze and solve large-scale convex optimization problems.				
Inhalt	Convex analysis and methods for large-scale optimization. Topics will include: convex sets and functions ; duality theory ; optimality and infeasibility conditions ; structured optimization problems ; gradient-based methods ; operator splitting methods ; distributed and decentralized optimization ; applications in various research areas.				
Skript	Available on the course Moodle platform.				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and analysis.				
<b>227-0690-12L</b>	<b>Advanced Topics in Control</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>F. Dörfler, G. De Pasquale, J. Eising</b>
Kurzbeschreibung	Advanced Topics in Control (ATIC) covers advanced research topics in control theory. It is offered each Spring semester with the topic rotating from year to year. Repetition for credit is possible, with consent of the instructor. During the spring of 2020, the course will cover a range of topics in distributed systems control.				
Lernziel	By the end of this course you will have developed a sound and versatile toolkit to tackle a range of problems in network systems and distributed systems control. In particular, we will develop the methodological foundations of algebraic graph theory, consensus algorithms, and multi-agent systems. Building on top of these foundations we cover a range of problems in epidemic spreading over networks, swarm robotics, sensor networks, opinion dynamics, distributed optimization, and electrical network theory.				
Inhalt	Distributed control systems include large-scale physical systems, engineered multi-agent systems, as well as their interconnection in cyber-physical systems. Representative examples are electric power grids, swarm robotics, sensor networks, and epidemic spreading over networks. The challenges associated with these systems arise due to their coupled, distributed, and large-scale nature, and due to limited sensing, communication, computing, and control capabilities. This course covers algebraic graph theory, consensus algorithms, stability of network systems, distributed optimization, and applications in various domains.				
Skript	A complete set of lecture notes and slides will be provided.				
Literatur	The course will be largely based on the following set of lecture notes co-authored by one of the instructors: <a href="http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/">http://motion.me.ucsb.edu/book-Ins/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Sufficient mathematical maturity, in particular in linear algebra and dynamical systems.				
<b>227-0690-13L</b>	<b>Robust Control and Convex Optimisation</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Smith</b>
Kurzbeschreibung	Robust control theory addresses the problem of analysing and designing feedback systems that achieve performance objectives in the presence of uncertainty in the dynamics of the system. Convex optimisation forms the basis of the computational tools needed to solve these problems. The course covers the theory, computation, and practical applic. of these methods to a variety of uncertain systems.				
Lernziel	To introduce students to the basic concepts in robust control and provide them sufficiently familiarity with the computational tools required to design robust controllers with verifiable characteristics in a variety of engineering system domains.				
Inhalt	An optimization based approach to robust control theory and applications. Topics will include: H-infinity and H-2 control design; structured-singular value analysis and synthesis; model reduction; convex optimization; semi-definite programming; and interior-point methods.				
Voraussetzungen / Besonderes	Control systems (227-0216-00L), Linear system theory (227-0225-00L), or equivalents, as well as sufficient mathematical maturity.				
<b>227-0696-00L</b>	<b>Predictive Control of Power Electronics Systems</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>T. Geyer</b>
Kurzbeschreibung	Bridging the gap between modern control methods and power electronics, this course focuses on model predictive control methods for power electronics systems. This course targets power electronics as well as control students.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of modern time-domain control methods applied to three-phase converters and their corresponding loads. These control methods include model predictive control (MPC) and deadbeat control.</li> <li>- Understanding of optimized pulse patterns and techniques to achieve fast closed-loop control.</li> <li>- Ability to derive suitable mathematical models.</li> <li>- Knowledge of and experience in optimization techniques to solve the underlying mixed-integer and quadratic programs.</li> <li>- Appreciation of the advantages and disadvantages of the different control methods.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of mathematical modelling and time-domain control methods (particularly MPC and deadbeat control).</li> <li>- Direct MPC with reference tracking (finite control set MPC). Derivation of mathematical models of three-phase power electronics systems, formulation of the control problem, techniques to solve the one-step and the multi-step horizon problems using branch and bound techniques.</li> <li>- MPC with optimized pulse patterns (OPPs). Computation of OPPs, formulation of fast closed-loop controllers and methods to solve the underlying quadratic programming problem.</li> <li>- Indirect MPC with pulse width modulation (PWM). Formulation of the MPC problem, imposition of hard and soft constraints, techniques to solve the quadratic program in real time and application to modular multilevel converters.</li> <li>- Summary of recent research results and activities.</li> <li>- Matlab / Simulink exercises to enhance the understanding of the control concepts.</li> </ul>				

Skript	The lecture is based on the book "Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives" by T. Geyer. Additional notes will be made available in the class.		
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power Electronic Systems I</li> <li>- Control Systems I (Regelsysteme I)</li> <li>- Signal and System Theory II</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		

<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
	In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals.				



Lernziel	The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.		
	<p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sensing modalities for interactive systems</li> <li>- "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>- health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>- affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>- cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>- event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>- sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>		
Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p> <p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>		
Skript	Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.		
Literatur	More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization.</li> <li>- Deterministic annealing.</li> <li>- Clustering for diverse types of data.</li> <li>- Model validation by information theory.</li> </ul>				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</li> <li>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</li> <li>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</li> <li>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</li> </ul>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996 Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				

<b>252-0579-00L</b>	<b>3D Vision</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. Pollefeys, D. B. Baráth</b>
Kurzbeschreibung	The course covers camera models and calibration, feature tracking and matching, camera motion estimation via simultaneous localization and mapping (SLAM) and visual odometry (VO), epipolar and multi-view geometry, structure-from-motion, (multi-view) stereo, augmented reality, and image-based (re-)localization.				
Lernziel	<p>After attending this course, students will:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. understand the core concepts for recovering 3D shape of objects and scenes from images and video.</li> <li>2. be able to implement basic systems for vision-based robotics and simple virtual/augmented reality applications.</li> <li>3. have a good overview over the current state-of-the art in 3D vision.</li> <li>4. be able to critically analyze and assess current research in this area.</li> </ol>				

Inhalt	The goal of this course is to teach the core techniques required for robotic and augmented reality applications: How to determine the motion of a camera and how to estimate the absolute position and orientation of a camera in the real world. This course will introduce the basic concepts of 3D Vision in the form of short lectures, followed by student presentations discussing the current state-of-the-art. The main focus of this course are student projects on 3D Vision topics, with an emphasis on robotic vision and virtual and augmented reality applications.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
Medien und digitale Technologien		gefördert	
	Problemlösung	gefördert	
	Projektmanagement	gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

---

**263-3710-00L      Machine Perception      W      8 KP      3V+2U+2A      J. Song, X. Chen, S. Coros, O. Hilliges, M. Kaufmann**

**Kurzbeschreibung** Recent developments in neural networks have drastically advanced the performance of machine perception systems in a variety of areas including computer vision, robotics, and human shape modeling.

This course is a deep dive into deep learning algorithms and architectures with applications to a variety of perceptual and generative tasks.

**Lernziel** Students will learn about fundamental aspects of modern deep learning approaches for perception and generation. Students will learn to implement, train and debug their own neural networks and gain a detailed understanding of cutting-edge research in learning-based computer vision, robotics, and shape modeling. The optional final project assignment will involve training a complex neural network architecture and applying it to a real-world dataset.

The core competency acquired through this course is a solid foundation in deep-learning algorithms to process and interpret human-centric signals. In particular, students should be able to develop systems that deal with the problem of recognizing people in images, detecting and describing body parts, inferring their spatial configuration, performing action/gesture recognition from still images or image sequences, also considering multi-modal data, among others.

**Inhalt** We will focus on teaching: how to set up the problem of machine perception, the learning algorithms, network architectures, and advanced deep learning concepts in particular probabilistic deep learning models.

The course covers the following main areas:

- I) Foundations of deep learning.
- II) Advanced topics like probabilistic generative modeling of data (latent variable models, generative adversarial networks, autoregressive models, invertible neural networks, diffusion models).
- III) Deep learning in computer vision, human-computer interaction, and robotics.

Specific topics include:

- I) Introduction to Deep Learning:
  - a) Neural Networks and training (i.e., backpropagation)
  - b) Feedforward Networks
  - c) Timeseries modelling (RNN, GRU, LSTM)
  - d) Convolutional Neural Networks
- II) Advanced topics:
  - a) Latent variable models (VAEs)
  - b) Generative adversarial networks (GANs)
  - c) Autoregressive models (PixelCNN, PixelRNN, TCN, Transformer)
  - d) Invertible Neural Networks / Normalizing Flows
  - e) Coordinate-based networks (neural implicit surfaces, NeRF)
  - f) Diffusion models
- III) Applications in machine perception and computer vision:
  - a) Fully Convolutional architectures for dense per-pixel tasks (i.e., instance segmentation)
  - b) Pose estimation and other tasks involving human activity
  - c) Neural shape modeling (implicit surfaces, neural radiance fields)
  - d) Deep Reinforcement Learning and Applications in Physics-Based Behavior Modeling

**Literatur** Deep Learning  
Book by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio

**Voraussetzungen / Besonderes** This is an advanced grad-level course that requires a background in machine learning. Students are expected to have a solid mathematical foundation, in particular in linear algebra, multivariate calculus, and probability. The course will focus on state-of-the-art research in deep learning and will not repeat the basics of machine learning

Please take note of the following conditions:

- 1) Students must have taken the exam in Machine Learning (252-0535-00) or have acquired equivalent knowledge
- 2) All practical exercises will require basic knowledge of Python and will use libraries such as Pytorch, scikit-learn, and scikit-image. We will provide introductions to Pytorch and other libraries that are needed but will not provide introductions to basic programming or Python.

The following courses are strongly recommended as prerequisites:

\* "Visual Computing" or "Computer Vision"

The course will be assessed by a final written examination in English. No course materials or electronic devices can be used during the examination. Note that the examination will be based on the contents of the lectures, the associated reading materials, and the exercises.

The exam will be a 3-hour end-of-term exam and take place at the end of the teaching period.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>263-5806-00L</b>	<b>Digital Humans</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>S. Tang</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the core technologies required to model and simulate motions for digital humans. The curriculum includes human body modeling, human motion capture, data-driven human motion synthesis, and ML-based generative models. Each topic will be extensively illustrated with examples to provide a comprehensive understanding of the subject matter.				
Lernziel	Students will learn how to estimate human pose, shape, and motion from videos and create basic human avatars from various visual inputs. Students will also learn how to represent and algorithmically generate motions for digital characters. The lectures are accompanied by exercise sessions and a capstone project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic concepts of 3D representations</li> <li>- Human body/hand models</li> <li>- Human motion capture;</li> <li>- Neural rendering</li> <li>- Transformers</li> <li>- Generative models for digital humans</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Experience with python and C++ programming, numerical linear algebra, multivariate calculus and probability theory. Solid background in deep learning, computer vision, physics-based modeling, kinematics, and dynamics is preferred.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft

<b>376-1217-00L</b>	<b>Rehabilitation Engineering I: Motor Functions</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>R. Riener, C. E. Awai</b>
Kurzbeschreibung	Rehabilitation" is the (re)integration of an individual with a disability into society. Rehabilitation engineering is "the application of science and technology to ameliorate the handicaps of individuals with disability". Such handicaps can be classified into motor, sensor, and cognitive disabilities. In general, one can distinguish orthotic and prosthetic methods to overcome these disabilities.				
Lernziel	The goal of this course is to present classical and new technical principles as well as specific examples applied to compensate or enhance motor deficits. In the 1 h exercise the students will learn how to solve representative problems with computational methods applied to exoprosthetics, wheelchair dynamics, rehabilitation robotics and neuroprosthetics.				
Inhalt	Modern methods rely more and more on the application of multi-modal and interactive techniques. Multi-modal means that visual, acoustical, tactile, and kinaesthetic sensor channels are exploited to display information to the patient. Interaction means that the exchange of information and energy occurs bi-directionally between the rehabilitation device and the human being. Thus, the device cooperates with the patient rather than imposing an inflexible strategy (e.g., movement) upon the patient. These principles are recurrent in modern technological tools to support rehabilitation, including prosthesis, orthoses, powered exoskeletons, powered wheelchairs, therapy robots and virtual reality systems.				

Literatur

Books:

Burdet, Etienne, David W. Franklin, and Theodore E. Milner. Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press, 2013.

Krakauer, John W., and S. Thomas Carmichael. Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press, 2017.

Teodorescu, Horia-Nicolai L., and Lakhmi C. Jain, eds. Intelligent systems and technologies in rehabilitation engineering. CRC press, 2000.

Winters, Jack M., and Patrick E. Crago, eds. Biomechanics and neural control of posture and movement. Springer Science & Business Media, 2012.

Selected Journal Articles:

Abbas, James J., and Robert Riener. "Using mathematical models and advanced control systems techniques to enhance neuroprosthesis function." *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 4.4 (2001): 187-195.

Basalp, Ekin, Peter Wolf, and Laura Marchal-Crespo. "Haptic training: which types facilitate (re) learning of which motor task and for whom Answers by a review." *IEEE Transactions on Haptics* (2021).

Calabrò, Rocco Salvatore, et al. "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?." *Neurological Sciences* 37.4 (2016): 503-514.

Cooper, R. (1993) Stability of a wheelchair controlled by a human. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering* 1, pp. 193-206.

Gassert, Roger, and Volker Dietz. "Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective." *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 15.1 (2018): 1-15.

Laver, Kate E., et al. "Virtual reality for stroke rehabilitation." *Cochrane database of systematic reviews* 11 (2017).

Marquez-Chin, Cesar, and Milos R. Popovic. "Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review." *Biomedical engineering online* 19 (2020): 1-25.

Miller, Larry E., Angela K. Zimmermann, and William G. Herbert. "Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis." *Medical devices (Auckland, NZ)* 9 (2016): 455.

Raspopovic, Stanisa. "Advancing limb neural prostheses." *Science* 370.6514 (2020): 290-291.

Riener, R. (2013) *Rehabilitation Robotics. Foundations and Trends in Robotics*, Vol. 3, nos. 1-2, pp. 1-137.

Riener, R., Lünenburger, L., Maier, I. C., Colombo, G., & Dietz, V. (2010). Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: An overview of the robotic gait orthosis Lokomat. *Journal of Healthcare Engineering*, 1(2), 197-216.

Riener, R., Nef, T., Colombo, G. (2005) Robot-aided neurorehabilitation for the upper extremities. *Medical & Biological Engineering & Computing* 43(1), pp. 2-10.

Sigrist, Roland, et al. "Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review." *Psychonomic bulletin & review* 20.1 (2013): 21-53.

Xiloyannis, Michele, et al. "Soft Robotic Suits: State of the Art, Core Technologies, and Open Challenges." *IEEE Transactions on Robotics* (2021).

Voraussetzungen /  
Besonderes

Target Group:  
Students of higher semesters and PhD students of  
- D-MAVT, D-ITET, D-INFK  
- Biomedical Engineering  
- Medical Faculty, University of Zurich  
Students of other departments, faculties, courses are also welcome

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Entscheidungsfindung	geprüft
	Medien und digitale Technologien	gefördert
	Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
	Kritisches Denken	geprüft
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert

► Multidisziplinärfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<i>Gesamtes Lehrangebot der Departemente MAVT, ITET und INFK. In Absprache mit dem Tutor.</i>					
151-0638-00L	<b>MaP Distinguished Lecture Series on Engineering with Living Materials</b> <i>This course is primarily designed for MSc and doctoral students. Guests are welcome.</i>  <i>Former title: MaP Distinguished Lecture Series on Soft Robotics</i>	W	1 KP	2S	R. Katzschmann, M. Filippi, X.-H. Qin, Z. Zhang
Kurzbeschreibung	This course is an interdisciplinary colloquium on the engineering of biohybrid systems and robotics. Internationally renowned speakers from academia and industry give lectures about their cutting-edge research, which highlights the state-of-the-art and frontiers in the field of engineering with living materials and biohybrids.				

Lernziel	Participants become acquainted with the state-of-the-art and frontiers in biohybrid systems and robotics, which is a topic of global and future relevance from the field of materials and process engineering. The self-study of relevant literature and active participation in discussions following presentations by internationally renowned speakers stimulate critical thinking and allow participants to deliberately discuss challenges and opportunities with leading academics and industrial experts and to exchange ideas within an interdisciplinary community.		
Inhalt	This course is a colloquium involving a selected mix of internationally renowned speakers from academia and industry who present their cutting-edge research in the field of engineered systems using living materials. In particular, the course will cover fundamentals of bioengineering at a multicellular level (biofabrication), as well as examples of manufacturing and application of living cells to engineered systems for medical applications and beyond. Speakers will show how to combine living cells with non-living, synthetic materials to realize bio-hybrid systems to be applied to many fields of human life, ranging from biomedicine to robotics, biosensing, ecology, and architecture. It will be shown how bio-hybrid technologies and cutting-edge engineering techniques can support cell proliferation and even enhance their cell functions. The course will cover materials and approaches for the biofabrication of living tissue, seen as a biomedical model for pathophysiological discovery research, or as transplantable grafts for tissue regeneration. Speakers will illustrate how living species can contribute to ecological approaches in town planning (such as CO2 sequestration), sensing and processor technologies enabled by connective and signaling abilities of cells, and motile systems actuated by contractile cells (bio-hybrid robots). The main learning objective is to learn about: materials and techniques to build intelligent biological systems for future, sustainable societies; mechanisms of cell and tissue programmability; and applications in bio-robotics, communication, sensing technologies, and medical engineering. The self-study of relevant pre-read literature provided in advance of each lecture serves as a basis for active participation in the critical discussions following each presentation.		
Skript	Selected scientific pre-read literature (around two articles per lecture) relevant for and discussed during the lectures is posted in advance on the course web page.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is taught by a selection of internationally renowned speakers from academia and industry working in the field of bio-hybrid systems and robotics. This lecture series is focusing on the recent trends in engineering with living materials.  Participants should have a background in tissue engineering, material science, and/or robotics.  To obtain credits, students need to: (i) attend 80% of all lectures; (ii) submit a one-page abstract of 3 different lectures. The performance will be assessed with a "Pass/Fail" format. Students who are not taking the class for credit have to deregister from the class before the end of the semester. Otherwise, they will receive either an incomplete or fail mark.  On-site attendance to the lectures is preferred to foster in-person contact. However, for lectures given by online speakers, a Zoom link to attend remotely will be provided on Moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>151-9062-00L</b>	<b>Robotics Summer School ■</b> <i>Number of participants limited to 30.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. D. Cadena Lerma, M. Hutter</b>
Kurzbeschreibung	<i>Students need to apply here: <a href="http://www.robotics-summer-school.ethz.ch/">http://www.robotics-summer-school.ethz.ch/</a></i> This summer school offers lectures and hands-on tutorials on fundamental concepts that every roboticist around the world should possess. The tutorials as well as hands-on sessions with cutting edge robotics platforms will take place at a dedicated education and training center for search and rescue.				
Lernziel	Practical robotics application of fundamental concepts of state estimation, control and navigation.				
Inhalt	Trajectory Optimization; State Estimation; Localization and Mapping with multiple sensor modalities; Obstacle Avoidance and Path Planning; Recognition and Tracking.				
Voraussetzungen / Besonderes	C++ programming basics, Linux Basics. Students need to bring their own laptop to the summer school. Instructions how to prepare the laptop are provided on the summer school homepage one week prior to the start. Students are expected to have taken the "151-0662-00L Programming for Robotics - Introduction to ROS" lecture or have acquired equivalent knowledge of ROS.				

► **Wissenschaft im Kontext**

<i>Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MAVT</i>	
<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH</i>	
<i>siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten</i>	

► **Studienarbeit**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-1014-00L</b>	<b>Semester Project Robotics, Systems and Control</b> <i>The subject of the Semester Project and the choice of the supervisor (ETH-professor) are to be approved in advance by the tutor.</i>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17A</b>	Professor/innen
Kurzbeschreibung	The semester project is designed to train the students in the solution of specific engineering problems. This makes use of the technical and social skills acquired during the master's program. Tutors propose the subject of the project, elaborate the project plan, and define the roadmap together with their students, as well as monitor the overall execution.				
Lernziel	The semester project is designed to train the students in the solution of specific engineering problems. This makes use of the technical and social skills acquired during the master's program.				

► **Industrie-Praxis**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

Access to the company list and request for recognition under [www.mavt.ethz.ch/praxis](http://www.mavt.ethz.ch/praxis).

No registration required via myStudies.

**Kurzbeschreibung** The main objective of the minimum twelve-week internship is to expose Master's students to the industrial work environment. The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.

**Lernziel** The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.

► **Master-Arbeit**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1016-00L	<b>Master's Thesis Robotics, Systems and Control ■</b> <i>Students who fulfill the following criteria are allowed to begin with their Master's Thesis:</i> a. successful completion of the bachelor program; b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme; c. successful completion of the semester project; d. achievement of 28 ECTS in the category "Core Courses".  <i>The Master's Thesis must be approved in advance by the tutor and is supervised by a professor of ETH Zurich or an adjunct faculty of RSC.</i>	O	30 KP	64D	Professor/innen
<b>Kurzbeschreibung</b>	Master's programs are concluded by the master's thesis. The thesis is aimed at enhancing the student's capability to work independently toward the solution of a theoretical or applied problem. The subject of the master's thesis, as well as the project plan and roadmap, are proposed by the tutor and further elaborated with the student.				
<b>Lernziel</b>	The thesis is aimed at enhancing the student's capability to work independently toward the solution of a theoretical or applied problem.				

**Robotics, Systems and Control Master - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Science, Technology, and Policy Master

## ► Sozialwissenschaftliche Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>860-0005-01L</b>	<b>Colloquium Science, Technology, and Policy (FS)</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>T. Schmidt, T. Bernauer, E. Tilley</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium consists of presentations by guest speakers from academia and practice/policy. Students are assigned to play a leading role in the discussion and write a report on the respective event.				
Lernziel	Students meet guest speakers from academia and practice/policy. Students are assigned to play a leading role in the discussion and write a report on the respective event.				
Inhalt	See program on the ISTP website: <a href="http://www.istp.ethz.ch/events/colloquium.html">http://www.istp.ethz.ch/events/colloquium.html</a>				
<b>860-0001-00L</b>	<b>Public Institutions and Policy-Making Processes</b> <i>Number of participants limited to 27.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Bernauer, S. Bechtold, F. Schimmelfennig</b>
	<i>Priority for Science, Technology, and Policy Master.</i>				
Kurzbeschreibung	Students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard.				
Lernziel	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.				
Inhalt	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.				
Skript	Course materials can be found on Moodle.				
Literatur	Readings can be found on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a Master level course. The course is capped at 27 students, with ISTP Master students having priority.				
<b>860-0042-00L</b>	<b>Statistics 2</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>1G</b>	<b>K. Harttgen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to key statistical methods for analyzing social science data with a special emphasis on causal inference and policy evaluation.				
Lernziel	Students - have a sound understanding of standard regression techniques - know strategies to test causal hypotheses using regression analysis and/or experimental methods - are able to formulate and implement a regression model for a particular policy question and a particular type of data - are able to critically interpret results of applied statistics, in particular, regarding causal inference - are able to critically read and assess published studies on policy evaluation - are able to use the statistical software Stata for data analysis				
Inhalt	The topics covered in the first part of the course are a revision and linear regression and non-linear regression techniques such as probit and logit regression analysis. The second part of the course focuses on causal inference and introduces methods such as panel data analysis, difference-in-difference methods, instrumental variable estimation, regression discontinuity design, and randomized controlled trials used for policy evaluation. The course shows how the various methods differ in terms of the required identifying assumptions to infer causality as well as the data needs.				
	Students will apply the methods from the lectures by solving bi-weekly assignments using statistical software and data sets provided by the instructors. These data sets will cover topics at the interface of policy, technology and society. Solving the assignments contributes to the final grade with a weight of 30%.				
Skript	Keines.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>860-0033-00L</b>	<b>Data Science for Public Policy: From Econometrics to AI</b> <i>Only for Master students and PhD students.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Galletta, E. Ash, C. Gössmann</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an introduction to big data methods for public policy analysis. Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.				
Lernziel	Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions.				

Inhalt	<p>Many policy problems involve prediction. For example, a budget office might want to predict the number of applications for benefits payments next month, based on labor market conditions this month. This course provides a hands-on introduction to the "big data" techniques for making such predictions. These techniques include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- procuring big datasets, especially through web scraping or API interfaces, including social media data;</li> <li>-- pre-processing and dimension reduction of massive datasets for tractable computation;</li> <li>-- machine learning for predicting outcomes, including how to select and tune the model, evaluate model performance using held-out test data, and report results;</li> <li>-- interpreting machine learning model predictions to understand what is going on inside the black box;</li> <li>-- data visualization including interactive web apps.</li> </ul> <p>Students will put these techniques to work on a course project using real-world data, to be designed and implemented in consultation with the instructors.</p>		
Skript	<a href="https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024">https://github.com/gochristoph/data-science-for-public-policy-2024</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft

## ► Naturwissenschaftlich-technische Ergänzung

### ►► Städte, Infrastruktur und Planung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0838-00L</b>	<b>Water Supply, Sanitation and Waste Infrastructure and W Services in Developing Countries</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Strande</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to water supply, excreta, wastewater and solid waste management in developing countries. Highlights links between infrastructure, services and health, resource conservation and environmental protection. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas.				
Lernziel	Students receive an introduction to issues of water supply, excreta, waste water and solid waste management in developing countries. They understand the connections between water, wastewater and waste management, health, resource conservation and environmental protection. Besides, they learn how water supply, wastewater and solid waste infrastructure and services can be combined and improved, in order to achieve the development policy goals in terms of disease prevention, resource conservation, and environmental protection.				
Inhalt	Overview of the global health situation, water supply, and liquid and solid waste management situation in developing countries. Technical and scientific fundamentals of water supply, sanitation and solid waste management. Material flows in water supply, sanitation and waste management. New concepts and approaches for sustainable sanitation infrastructure and services for developing countries - especially poor urban areas. Exercises: students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management.				
Skript	Course notes and further reading will be made available on the ETHZ Moodle portal.				
Literatur	The selected literature references will be made available on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students will work in groups on a case study and develop improvement options for water, sanitation and waste management. The case study work will be marked (1/3 of final grade). Written Semesterendprüfung of 90 min (counts for 2/3 of final grade)				
<b>101-0481-00L</b>	<b>Readings in Transport Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Meyer de Freitas</b>
Kurzbeschreibung	This course will explore the issues and constraints of transport policy through the joint readings of a set of relevant papers.				
Lernziel	The class will meet every three weeks to discuss the texts. Familiarize the students with issues of transport policy making and the conflicts arising. Train the ability to read critically and to summarize his/her understanding for him/herself and others through a review paper, paper abstracts and a paper review.				
<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				
Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects				
Skript	Handouts Exercises based on literature				
Literatur	<p>Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --&gt; One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade &amp; utilization.</p> <p>Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.</p> <p>Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.</p> <p>More information about biowaste treatment in Switzerland (<a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a>) and Europe (<a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a>)</p>				



Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature				
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.  They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.				
Inhalt	They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.  The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".  The lecture series is divided as follows: - General presentation - Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc. - Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.				
Skript	For each lecture slides will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.  No lecture will be given during Seminar week.				
<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				
Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Mobilität und Energie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0254-00L</b>	<b>Environmental Aspects of Future Mobility</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>Y. Wright, P. Dimopoulos Eggenschwiler</b>
Kurzbeschreibung	The course describes and assesses the environmental performance of current and future mobility/transportation and transformation pathways towards sustainability. It focuses in particular on the future role of renewable synthetic chemical energy carriers from a technology point of view.				
Lernziel	The students understand the systemic nature of current and future mobility/transportation systems and are able to elaborate solutions for the decarbonization of the sector. At the end of the course they should be capable to assess alternative technologies for the different subsectors for transport of people and freight including the "upstream" energy supply processes for different energy carriers.				
Inhalt	Mobility system structure, future demand trends for the various sectors (people, freight, off-road, marine, aviation) and appropriate energy carriers per application. Basic characteristics of the currently most promising energy carrier concepts: Li-Ion Batteries, Hydrogen and synthetic fuels. Methods for producing renewable energy carriers (electrolysis, methanation/synthesis of higher hydrocarbons etc.) and related infrastructure requirements. For internal combustion engines (ICE), which will continue to be used in sectors difficult to electrify (marine, off-road, heavy-duty long-haul freight transport), different combustion modes and their respective pollutant emission formation mechanisms are presented and in-cylinder emission minimization methods for conventional and renewable fuels are discussed. Exhaust gas aftertreatment for combustion engines and atmospheric emissions are finally presented in view of near-zero emission powertrain concepts. Basic environmental assessment of the introduced concepts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Due to the wide range of material covered, this course requires basics of thermodynamics/cycles, turbulent flows as well as combustion concepts (laminar and turbulent premixed and non-premixed flames). Ideally a combination of 151-0293-00L "Combustion and Reactive Processes in Energy and Materials Technology", where background on reactive processes is provided, and, 151-0251-00L "Principles, efficiency optimization and future applications of IC engines", where thermo-dynamic cycles and combustion modes in internal combustion engines are discussed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			geprüft geprüft
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				

Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.  * intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage
Skript	Materials will be made available on the website.
Literatur	Materials will be made available on the website.
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.

## ►► Daten und Informationstechnologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-3900-00L	<b>Big Data for Engineers</b> <i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>	W	6 KP	2V+2U+1A	G. Fourny
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.  The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.  This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".  Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.  The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.  After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.				
Inhalt	This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.  It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.  We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.  No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.  <ul style="list-style-type: none"> <li>- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores</li> <li>- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)</li> <li>- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)</li> <li>- data shapes and models (tables, trees)</li> <li>- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, *, +)</li> <li>- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)</li> <li>- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)</li> <li>- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)</li> <li>- resource management (YARN)</li> <li>- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)</li> <li>- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)</li> <li>- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)</li> <li>- applications.</li> </ul> Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course. <a href="https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/">https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/</a>				
Skript					

Literatur	Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.		
Voraussetzungen / Besonderes	This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.		
	Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.		
	Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert

<b>227-0558-00L</b>	<b>Principles of Distributed Computing</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>2V+2U+2A</b>	<b>R. Wattenhofer</b>
Kurzbeschreibung	We study the fundamental issues underlying the design of distributed systems: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques.				
Lernziel	Distributed computing is essential in modern computing and communications systems. Examples are on the one hand large-scale networks such as the Internet, and on the other hand multiprocessors such as your new multi-core laptop. This course introduces the principles of distributed computing, emphasizing the fundamental issues underlying the design of distributed systems and networks: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty. We explore essential algorithmic ideas and lower bound techniques, basically the "pearls" of distributed computing. We will cover a fresh topic every week.				
Inhalt	Distributed computing models and paradigms, e.g. message passing, shared memory, synchronous vs. asynchronous systems, time and message complexity, peer-to-peer systems, small-world networks, social networks, sorting networks, wireless communication, and self-organizing systems.				
Skript	Distributed algorithms, e.g. leader election, coloring, covering, packing, decomposition, spanning trees, mutual exclusion, store and collect, arrow, ivy, synchronizers, diameter, all-pairs-shortest-path, wake-up, and lower bounds				
Literatur	Available.				
	Lecture Notes By Roger Wattenhofer. These lecture notes are taught at about a dozen different universities through the world.				
	Mastering Distributed Algorithms Roger Wattenhofer Inverted Forest Publishing, 2020. ISBN 979-8628688267				
	Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6				
	Introduction to Algorithms Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest. The MIT Press, 1998, ISBN 0-262-53091-0 oder 0-262-03141-8				
	Disseminatin of Information in Communication Networks Juraj Hromkovic, Ralf Klasing, Andrzej Pelc, Peter Ruzicka, Walter Unger. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, ISBN 3-540-00846-2				
	Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes Frank Thomson Leighton. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1991, ISBN 1-55860-117-1				
	Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach David Peleg. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8				
Voraussetzungen / Besonderes	Course pre-requisites: Interest in algorithmic problems. (No particular course needed.)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		

<b>363-1091-00L</b>	<b>Social Data Science</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>D. Garcia Becerra</b>
Kurzbeschreibung	Social Data Science is introduced as a set of techniques to analyze human behaviour and social interaction through digital traces. The course focuses both on the fundamentals and applications of Data Science in the Social Sciences, including technologies for data retrieval, processing, and analysis with the aim to derive insights that are interpretable from a wider theoretical perspective.				

Lernziel	<p>A successful participant of this course will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand a wide variety of techniques to retrieve digital trace data from online data sources</li> <li>- store, process, and summarize online data for quantitative analysis</li> <li>- perform statistical analyses to test hypotheses, derive insights, and formulate predictions</li> <li>- interpret the results of data analysis with respect to theoretical and testable principles of human behavior</li> <li>- understand the limitations of observational data analysis with respect to data volume, statistical power, and external validity</li> </ul>		
Inhalt	<p>Social Data Science (SDS) provides a broad approach to the quantitative analysis of human behavior through digital trace data. SDS integrates the implementation of data retrieval and processing, the application of statistical analysis methods, and the interpretation of results to derive insights of human behavior at high resolutions and large scales. The motivation of SDS stems from theories in the Social Sciences, which are addressed with respect to societal phenomena and formulated as principles that can be tested against empirical data. Data retrieval in SDS is performed in an automated manner, accessing online databases and programming interfaces that capture the digital traces of human behavior. Data processing is computerized with calibrated methods that quantify human behavior, for example constructing social networks or measuring emotional expression. These quantities are used in statistical analyses to both test hypotheses and explore new aspects on human behavior.</p> <p>The course starts with an introduction to Social Data Science and the R statistical language, followed by three content blocks: collective behavior, sentiment analysis, and social network analysis.</p> <p>The course will cover various examples of the application of SDS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Search trends to measure information seeking</li> <li>- Popularity and social impact</li> <li>- Evaluation of sentiment analysis techniques</li> <li>- Twitter social network analysis</li> </ul> <p>The lectures include theoretical foundations of the application of digital trace data in the Social Sciences, as well as practical examples of data retrieval, processing, and analysis cases in the R statistical language from a literate programming perspective. The block course contains lectures and exercise sessions during the morning and afternoon of five days. Exercise classes provide practical skills and discuss the solutions to exercises that build on the concepts and methods presented in the previous lectures.</p>		
Skript	The lecture slides will be available on the Moodle platform, for registered students only.		
Literatur	See handouts. Specific literature is provided for download, for registered students only.		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Participants of the course should have some basic background in statistics and programming, and an interest to learn about human behavior from a quantitative perspective.</p> <p>Prior knowledge of advanced R, information retrieval, or information systems is not necessary.</p> <p>Exercise sessions build on technical and theoretical content explained in the lectures. Students need a working laptop with Internet access to perform guided exercises.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>252-0312-00L</b>	<b>Mobile Health and Activity Monitoring</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+3A</b>	<b>C. Holz</b>
Kurzbeschreibung	Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile & wearable devices (e.g., phones, watches, rings). We will cover the phenomena they capture, user behavior, activity, and human physiology, alongside the sensors, signals, and methods they leverage.				
Lernziel	<p>In the exercise, students will process raw recordings from a wearable wristband to extract activity insights and health signals. The course will combine high-level concepts with low-level technical methods needed to sense, detect, and understand them.</p> <p>High-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sensing modalities for interactive systems</li> <li>– "activities" and "events" (exercises and other mechanical activities such as movements and resulting vibrations)</li> <li>– health monitoring (basic cardiovascular physiology)</li> <li>– affective computing (emotions, mood, personality)</li> </ul> <p>Lower-level:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sampling and filtering, time and frequency domains</li> <li>– cross-modal sensor systems, signal synchronization and correlation</li> <li>– event detection, classification, prediction using basic signal processing as well as learning-based methods</li> <li>– sensor types: optical, mechanical/acoustic, electromagnetic</li> </ul>				

Inhalt	<p>Health and activity monitoring has become a key purpose of mobile and wearable devices, including phones, (smart) watches, (smart) rings, (smart) belts, and other trackers (e.g., shoe clips, pendants). In this course, we will cover the fundamental aspects that these devices observe, i.e., user behavior, actions, and physiological dynamics of the human body, as well as the sensors, signals, and methods to capture, process, and analyze them. We will then cover methods for pattern extraction and classification on such data. The course will therefore touch on aspects of human activities, cardiovascular and pulmonary physiology, affective computing (recognizing, interpreting, and processing emotions), corresponding lower-level sensing systems (e.g., inertial sensing, optical sensing, photoplethysmography, electrodermal activity, electrocardiograms) and higher-level computer vision-based sensing (facial expressions, motions, gestures), as well as processing methods for these types of data.</p> <p>The course will be accompanied by a group exercise project, in which students will apply the concepts and methods taught in class. Students will receive a wearable wristband device that streams IMU data to a mobile phone (code will be provided for receiving, storing, visualizing on the phone). Throughout the course and exercises, we will collect data of various human activities from the band, annotate them, analyze, classify, and interpret them. For this, existing and novel processing methods will be developed (plenty of related work exists), based on the collected data as well as existing datasets. We will also combine the band with signals obtained from the mobile phone to holistically capture and analyze health and activity data.</p>		
Skript	<p>Full details: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a> Copies of the slides will be made available. Related work and further reading will be provided.</p>		
Literatur	<p>More information on the course site: <a href="https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024">https://siplab.org/courses/mobile_health_activity_monitoring/2024</a></p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft

<b>252-0220-00L</b>	<b>Introduction to Machine Learning</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>4V+2U+1A</b>	<b>F. Perez Cruz, F. Yang</b>
	<i>Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact <a href="mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch">studiensekretariat@inf.ethz.ch</a></i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.				
Lernziel	The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft gefördert		

## ►► Gesundheitswissenschaften und -technologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				

Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				
Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)  Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy				
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		
<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft		
<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				

Lernziel	<p>Attendees will learn about:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations</li> <li>* the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination</li> <li>* the impact of population structure on disease transmission</li> </ul> <p>Attendees will learn how:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the emergence spread of infectious diseases is described mathematically</li> <li>* the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models</li> <li>* population biological models are parameterized from empirical data</li> <li>* genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease</li> </ul> <p>The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about").</p>				
Inhalt	<p>After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.</p>				
Skript	<p>Slides and script of the lecture will be available online.</p>				
Literatur	<p>The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Keeling &amp; Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008</li> <li>* Anderson &amp; May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990</li> <li>* Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3</li> <li>* Nowak &amp; May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000</li> <li>* Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>151-0630-00L</b>	<b>Nanorobotics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>S. Pané Vidal</b>
Kurzbeschreibung	<p>Nanorobotics is an interdisciplinary field that includes topics from nanotechnology and robotics. The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field.</p>				
Lernziel	<p>The aim of this course is to expose students to the fundamental and essential aspects of this emerging field. These topics include basic principles of nanorobotics, building parts for nanorobotic systems, powering and locomotion of nanorobots, manipulation, assembly and sensing using nanorobots, molecular motors, and nanorobotics for nanomedicine.</p>				
<b>376-0022-00L</b>	<b>Imaging and Computing in Medicine</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Müller, C. Jutzeler</b>
Kurzbeschreibung	<p>Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine.</p>				
Lernziel	<p>The learning objectives include 1. Understanding and practical implementation of biosignal processes methods for imaging; 2. Understanding of imaging techniques including radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging; 3. Knowledge of computing, programming, modelling and simulation fundamentals; 4. Computational and systems thinking as well as scripting and programming skills; 5. Understanding and practical implementation of emerging computational methods and their application in medicine including artificial intelligence, deep learning, big data, and complexity; 6. Understanding of the emerging concept of personalised and in silico medicine; 7. Encouragement of critical thinking and creating an environment for independent and self-directed studying.</p>				
Inhalt	<p>Imaging and computing methods are key to advances and innovation in medicine. This course introduces established fundamentals as well as modern techniques and methods of imaging and computing in medicine. For the imaging portion of the course, biosignal processing, radiation imaging, radiographic imaging systems, computed tomography imaging, diagnostic ultrasound imaging, and magnetic resonance imaging are covered. For the computing portion of the course, computing, programming, and modelling and simulation fundamentals are covered as well as their application in artificial intelligence and deep learning; complexity and systems medicine; big data and personalised medicine; and computational physiology and in silico medicine.</p> <p>The course is structured as a seminar in three parts of 45 minutes with video lectures and a flipped classroom setup. In the first part (TORQUEs: Tiny, Open-with-Restrictions courses focused on QUALity and Effectiveness), students study the basic concepts in short, interactive video lectures on the online learning platform Moodle. Students are able to post questions at the end of each video lecture or the Moodle forum that will be addressed in the second part of the lectures using a flipped classroom concept. For the flipped classroom, the lecturers may prepare additional teaching material to answer the posted questions (Q&amp;A). Following the Q&amp;A, the students will form small groups to acquire additional knowledge using online, python-based activities via JupyterHub or additionally distributed material and discuss their findings in teams. Learning outcomes will be reinforced with weekly Moodle assignments to be completed during the flipped classroom portion.</p>				
Skript	<p>Stored on Moodle.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Lectures will be given in English.</p>				
<b>376-1178-00L</b>	<b>Human Factors II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Menozzi Jäckli, R. Huang</b>
Kurzbeschreibung	<p>Strategies, abilities and needs of human at work as well as properties of products and systems are factors controlling quality and performance in everyday interactions. In Human Factors II (HF II), cognitive aspects are in focus therefore complementing the more physical oriented approach in HF I. A basic scientific approach is adopted and relevant links to practice are illustrated.</p>				
Lernziel	<p>The goal of the lecture is to empower students in designing products and systems enabling an efficient and qualitatively high standing interaction between human and the environment, considering costs, benefits, health, well-being, and safety as well. The goal is achieved in addressing a broad variety of topics and embedding the discussion in macroscopic factors such as the behavior of consumers and objectives of economy.</p>				
Inhalt	<p>Cognitive factors in perception, information processing and action. Experimental techniques in assessing human performance and well-being, human factors and ergonomics in development of products and complex systems, innovation, decision taking, consumer behavior and user experience.</p>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salvendy G. (ed), Handbook of Human Factors, Wiley &amp; Sons, 2012</li> <li>- Stanton N.A. et al., Cognitive Work Analysis, CRC Press, 2017</li> <li>- Further textbooks are introduced in the lecture</li> </ul>				



<b>376-1392-00L</b>	<b>Mechanobiology: Implications for Development, Regeneration and Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Shivashankar</b>
Kurzbeschreibung	This course will emphasize the importance of mechanobiology to cell determination and behavior. Its importance to regenerative medicine and tissue engineering will also be addressed. Finally, this course will discuss how age and disease adversely alter major mechanosensitive developmental programs.				
Lernziel	The goal of this course is to provide an introduction to the emerging field of "Mechanobiology".				
Inhalt	We will focus on cells and tissues and introduce the major methods employed in uncovering the principles of mechanobiology. We will first discuss the cellular mechanotransduction mechanisms and how they regulate genomes. This will be followed by an analysis of the mechanobiological underpinnings of cellular differentiation, cell-state transitions and homeostasis. Developing on this understanding, we will then introduce the mechanobiological basis of cellular ageing and its impact on tissue regeneration, including neurodegeneration and musculoskeletal systems. We will then highlight the importance of tissue organoid models as routes to regenerative medicine. We will also discuss the impact of mechanobiology on host-pathogen interactions. Finally, we will introduce the broad area of mechanopathology and the development of cell-state biomarkers as readouts of tissue homeostasis and disease pathologies. Collectively, the course will provide a quantitative framework to understand the mechanobiological processes at cellular scale and how they intersect with tissue function and diseases.				
	Lecture 1: Introduction to the course: forces, signalling and cell behaviour Lecture 2: Methods to engineer and sense mechanobiological processes Lecture 3: Mechanisms of cellular mechanosensing and cytoskeletal remodelling Lecture 4: Nuclear mechanotransduction pathways Lecture 5: Genome organization, regulation and genome integrity Lecture 6: Differentiation, development and reprogramming Lecture 7: Tissue microenvironment, cell behaviour and homeostasis Lecture 8: Cellular aging and tissue regeneration Lecture 9: Neurodegeneration and regeneration Lecture 10: Musculoskeletal systems and regeneration Lecture 11: Tissue organoid models and regenerative medicine Lecture 12: Microbial systems and host-pathogen interactions Lecture13: Mechanopathology and cell-state biomarkers Lecture14: Concluding lecture and case studies				
Skript	n/a				
Literatur	Topical Scientific Manuscripts				
<b>376-1400-00L</b>	<b>Transfer of Technologies into Neurorehabilitation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Bruno, M. Altermatt, R. Riener, H. Van Hedel</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on clinical as well as industrial aspects of advanced technologies and their transfer into neurorehabilitation from both theoretical and practical perspectives. The students will learn the basics of neurorehabilitation and the linkage to technologies, gain insight into the development within the medtech field and learn applications of technologies in clinical settings.				
Lernziel	The students will: - Learn basics and principles of clinical neuroscience and neurorehabilitation. - Gain insight into the technical basics of advanced technologies and the transfer into product development processes. - Gain insight into the application, the development and integration of advanced technologies in clinical settings. This includes the advantages and limitations according to different pathologies and therapy goals. - Get the opportunity to test advanced technologies in practical settings. - Learn how to transfer theoretical concepts to actual settings in different working fields.				
Inhalt	Main focus: - Neurobiological principles applied to the field of neurorehabilitation. - Clinical applications of advanced rehabilitation technologies. - Visit medical technology companies, rehabilitation centers and labs to gain deeper insight into the development, application and evaluation of advanced technologie				
Skript	Teaching materials will be provided for the individual events and lectures. - Slides (pdf files) - Information sheets and flyers of the visited companies, labs and clinics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Menschenführung und Verantwortung			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik			gefördert geprüft gefördert
<b>376-1614-00L</b>	<b>Principles in Tissue Engineering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Maniura, P. Chansoria, M. Rottmar, M. Zenobi-Wong</b>
Kurzbeschreibung	Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology, immune system, inflammation, foreign body reaction on the molecular level and the entire body are discussed. Applications of biomaterials for tissue engineering in different tissues are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Lernziel	Understanding of molecular aspects for the application of biodegradable and biocompatible Materials. Fundamentals of tissue reactions (eg. immune responses) against implants and possible clinical consequences will be discussed.				
Inhalt	This class continues with applications of biomaterials and devices introduced in Biocompatible Materials I. Fundamentals in blood coagulation; thrombosis, blood rheology; immune system, inflammation, foreign body reaction on the level of the entire body and on the molecular level are introduced. Applications of biomaterials for tissue engineering in the vascular system, skeletal muscle, heart muscle, tendons and ligaments, bone, teeth, nerve and brain, and drug delivery systems are introduced. Fundamentals in medical implantology, in situ drug release, cell transplantation and stem cell biology are discussed.				
Skript	Handouts provided during the classes and references therein.				
Literatur	The molecular Biology of the Cell, Alberts et al., 5th Edition, 2009. Principles in Tissue Engineering, Langer et al., 2nd Edition, 2002				
<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				

Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.		
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.		
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

<b>535-0534-00L</b>	<b>Drug, Society and Public Health</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>J. Steurer, R. Heusser</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundkonzepte und Methoden von Public Health, Epidemiologie und Evidence Based Medicine (EBM). Grundlagen und Prinzipien klinischer Studie zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medikamenten.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die Grundkonzepte und Methoden der Epidemiologie; sie kennen die Grundkonzepte der Evidence Based Medicine (EBM) und wissen, wie nach Evidenz in der Pharmakotherapie zu suchen ist				
Inhalt	Einführung in Epidemiologie / Pharmakoepidemiologie / Evidence-based Medicine: Grundbegriffe, Studiendesigns, object-design, statistische Grundlagen, Kausalität in der Pharmako-Epidemiologie, Methoden und Konzepte, Fallbeispiele.				
Skript	Wird abgegeben				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F. Gutzwiller/ F. Paccaud (Hrsg.): Sozial- und Präventivmedizin - Public Health. 4. Aufl. 2011, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- R. Beaglehole, R. Bonita, T. Kjellström: Einführung in die Epidemiologie. 1997, Verlag Hans Huber, Bern</li> <li>- L. Gordis: Epidemiology, 4th Ed. 2009, W.B. Saunders Comp.</li> <li>- K.J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology, 2. Ed. 1998, Lippincott Williams &amp; Wilkins</li> <li>- A.G. Hartzema, M. Porta, H.H. Tilson (Eds.): Pharmacoepidemiology - An Introduction. 3. Ed. Harvey Whitney Comp., Cincinnati</li> <li>- R. Bonita, R. Beaglehole. Einführung in die Epidemiologie, 2. überarbeitete Auflage, 2008 Huber Verlag.</li> <li>- B.L. Strom (Eds.): Pharmacoepidemiology. 3. Ed. 2000, Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester</li> <li>- S.E. Straus, W.S. Richardson, P.Glasziou, R.B. Haynes: Evidence-based Medicine. 2005, Churchill Livingstone, London</li> <li>- U. Jaehde, R.Radziwill, S. Mühlebach, W. Schnack (Hrsg): Lehrbuch der Klinischen Pharmazie</li> <li>- L.M. Bachmann, M.A. Puhan, J.Steurer (Eds.): Patientenorientierte Forschung. Einführung in die Planung und Durchführung einer Studie. Verlag Hans Huber, 2008</li> </ul>				

## ►► Umwelt und Ressourcen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1314-00L</b>	<b>Environmental Organic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Hofstetter, M. Sander</b>
Kurzbeschreibung	This course is focused on environmental transformation reactions of organic chemical contaminants. An overview of important fate processes of organic pollutants will be given, along with a discussion of the factors that determine pathways and rates of transformation reactions. Special emphasis will be given to redox transformations, photochemical reactions, and enzyme-catalyzed processes.				
Lernziel	The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>- further their knowledge of important classes of environmentally relevant organic compounds</li> <li>- become familiar with the tools for studying reaction mechanisms</li> <li>- learn the fundamentals of environmental photochemistry</li> <li>- obtain a detailed understanding of redox reactions of pollutants and biogeochemically important species</li> <li>- get a survey of important enzymatic transformations</li> <li>- learn to critically evaluate published data</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methods and tools used in the study of reaction mechanisms and kinetics</li> <li>- Environmental photochemistry, including direct and indirect photolysis</li> <li>- Redox properties of important environmental phases and redox reactions of organic pollutants</li> <li>- Enzyme-catalyzed reactions involved in environmentally important enzymatic processes</li> </ul>				
Skript	Materials that are needed beyond the required text will be distributed in the lecture.				
Literatur	Schwarzenbach, R.P., P.M. Gschwend, and D.M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 3rd Ed. Wiley, New York (2016).				
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Environmental Organic Chemistry, Bachelor 5th semester, M. Sander, K. McNeill				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				

Inhalt	The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society. The course provides an introduction to the following themes: 1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events 2) methods to optimize and constrain model parameters using observations 3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer) 4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources
Skript	Powerpoint slides will be made available.
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.

Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)			
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				
Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.				
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	As announced in the course				

<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				
Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects				
Skript	Handouts Exercises based on literature				
Literatur	Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.  More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature				
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO2 concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				
<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				

Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.			
	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion.			
Inhalt	The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.			
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.			
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>			
	IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>			
	IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>			
	Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>			
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>
				<b>N. Buchmann, M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.			
Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.			
	Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.			
Inhalt	Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.			
	Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.			
	Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.			
Voraussetzungen / Besonderes	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>
				<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.			
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.			
	In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.			
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"			

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

## ► Fallstudien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>860-0018-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy (with Case Study)</b> <i>Limited number of participants.</i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2S+2A</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course examines and critiques the design of the Internet, with a focus on the connection between the engineering features and principles of the network and the legal, economic, and political concerns which have followed its evolution.				
Lernziel	This course examines and critiques the design of the Internet (broadly defined), with a focus on the connection between the engineering features and principles of the network (packet switching, global addressing, the end-to-end argument, etc.) and the legal, economic, and political concerns which have followed its evolution (security properties, censorship and censorship resistance, "net neutrality", etc.). No prior knowledge of networking technologies is required; conversely the course will focus only on those features of the Internet design which have strong political and legal implications (and vice versa). The course consists of two parts: lectures and seminars in one part provide an introduction and discussion of the technical, legal, and political aspects of the Internet design. The other part consists of a specific case study of some aspect of the Internet by individual students.				
<b>860-0014-00L</b>	<b>Paper Project on Technology and Policy of Electric Energy Storage</b> <i>Requirement: Only MSc Science, Technology, and Policy students who have visited the course 227-0664-00L and passed the test at the end of the semester, may sign up for this course.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>T. Schmidt, V. Wood</b>
Kurzbeschreibung	Paper project on a topic related to main lecture Technology and Policy of Electric Energy Storage. Can only be taken when enrolled in the main lecture.				
Lernziel	The students will choose either a technology or a policy and elaborate on various aspects. The technology questions will include policy aspects; the policy questions will be closely related technological diffusion and innovation.				
Skript	Course materials can be found on Moodle.				
Literatur	Course materials can be found on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Successful completion of Technology and Policy of Electric Energy Storage lecture (227-0664-00L).				
<b>701-1562-00L</b>	<b>Principles of Management for Sustainability</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Patt, E. Lieberherr</b>
Kurzbeschreibung	The course will proceed through a series of management concepts that will be applied to environmental case studies. Students will engage in individual and group work to practice the art of effective management, recommending a course of action for the individual and organization that is the subject of each case, gaining valuable insights into environmental management.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the facts, assumptions, theories, and social constructions guiding the management of organizations and decision-making to a range of environmental and natural resource policy problems.</li> <li>- Recognize key institutional and interpersonal challenges in management and decision-making situations.</li> <li>- Design communication and decision-making processes that can work effectively in the context of stakeholder worldviews and perspectives.</li> <li>- Conduct qualitative and quantitative analysis of value to decision-makers, and communicate that in a manner that is clear and effective.</li> <li>- Consider broader policy issues applicable across the cases, such as the appropriate roles of public, non-profit, and private sector organizations, the decentralization of authority, and possible societal pathways towards sustainability.</li> </ul>				
Inhalt	The course will cover a range of environmental problem areas, include land conversion, water quality, air quality, climate change, and energy. Across these issues, cases will engage students in confronting particular management decisions needing to be made by individuals and organizations, primarily in the public and non-profit sectors, but also in private sector firms.				
Voraussetzungen / Besonderes	It would be desirable, but not essential, that students had already taken a course on policy analysis and modeling.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Kritisches Denken		geprüft			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft			

<b>101-0478-00L</b>	<b>Survey Methods and Discrete Choice Analysis</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>B. Schmid</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------

Kurzbeschreibung	Comprehensive introduction to survey methods in transport planning and modeling of travel behavior, using advanced discrete choice models.				
Lernziel	Enabling the student to understand and apply the various measurement approaches and models of travel behaviour research.				
Inhalt	Behavioral model and measurement; travel diary, design process, hypothetical markets, parameter estimation, econometrics, pattern of travel behaviour, market segments, simulation, advanced discrete choice models				
Skript	Various papers and notes are distributed during the course.				
Literatur	The course heavily builds on Train, K. E. (2009) Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	This introduction in survey methods and (advanced) discrete choice modelling requires basic programming knowledge in the statistical software R. Solid understanding of statistical modeling and econometrics is of advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>860-0044-00L</b>	<b>Urban Planning and Urban Policy - Research Paper</b> <i>Permit by the lecturer is required. Students must be enrolled in the lecture 103-0570-00 G, Urban Planning and Urban Policy.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>D. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations.				
Lernziel	The research paper gives student an opportunity to conduct an in-depth (comparative) case study of interesting urban policies in cities worldwide. The research paper is a case-based analysis of a urban policy issue that students can choose based on the course content and their interest. The length of the research paper should be around 4000 words, excluding references.				
<b>860-0045-00L</b>	<b>Applied Network Science: Influence Networks - Research Paper</b> <i>Permit by the lecturer is required. Students must be enrolled in the lecture 851-0586-03L Applied Network Science: Influence Networks.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2A</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	This is an activity course augmenting the topical project seminar 851-0586-03 Applied Network Science with a research paper that combines the discussion of a result from the literature with work of their own (as conducted in the associated project seminar). Papers are cross-reviewed and revised before their final submission.				
Lernziel	Students practice collaborative academic writing and peer review.				
<b>860-0040-00L</b>	<b>Case Study Research Paper in Science, Technology and Policy 1</b> <i>Only for Science, Technology and Policy MSc.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	In the case study research paper, students apply skills and knowledge acquired in the social sciences courses of the ISTP curriculum to address a particular societal challenge.				
Lernziel	Students learn to apply their problem-solving and analytical skills to address a particular societal challenge.				
Inhalt	Based on what they have learned, or are learning, in the companion course and the skills and knowledge acquired in the social sciences courses of the ISTP curriculum, students identify a particular policy challenge to be addressed. Coached by the instructor of the companion course, or in exceptional cases by another ISTP professor, they develop and implement their research idea according to the ISTP guidelines to this end. The result should be a research paper of around 4'000 words (all inclusive, except appendices) that will be graded by the supervisor on a 1-6 scale based on a grading scheme for this purpose.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students can enroll in this unit exclusively in combination with another (companion) course to complete the Case Study requirements in the MSc ISTP. The unit allows students to carry out case studies on specific policy issues based on their individual preferences. The companion course should have a policy focus or deal with a policy relevant issue and can be taken either in parallel or prior to the Case Study Research Paper unit. The instructor of the companion course should be able and willing to also serve as the supervisor of the associated case study paper. After successfully completing the companion course and the research paper, the student office will assign both courses to the category case studies.				
<b>860-0040-01L</b>	<b>Case Study Research Paper in Science, Technology and Policy 2</b> <i>Only for Science, Technology and Policy MSc.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6A</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	In the case study research paper, students apply skills and knowledge acquired in the social sciences courses of the ISTP curriculum to address a particular societal challenge.				
Lernziel	Students learn to apply their problem-solving and analytical skills to address a particular societal challenge.				
Inhalt	Based on what they have learned, or are learning, in the companion course and the skills and knowledge acquired in the social sciences courses of the ISTP curriculum, students identify a particular policy challenge to be addressed. Coached by the instructor of the companion course, or in exceptional cases by another ISTP professor, they develop and implement their research idea according to the ISTP guidelines to this end. The result should be a research paper of around 4'000 words (all inclusive, except appendices) that will be graded by the supervisor on a 1-6 scale based on a grading scheme for this purpose.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students can enroll in this unit exclusively in combination with another (companion) course to complete the Case Study requirements in the MSc ISTP. The unit allows students to carry out case studies on specific policy issues based on their individual preferences. The companion course should have a policy focus or deal with a policy relevant issue and can be taken either in parallel or prior to the Case Study Research Paper unit. The instructor of the companion course should be able and willing to also serve as the supervisor of the associated case study paper. In the case study research paper, students apply skills and knowledge acquired in the social sciences courses of the ISTP curriculum to address a particular societal challenge.				
	After successfully completing the companion course and the research paper, the student office will assign both courses to the category case studies.				

► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende																																																												
851-0585-38L	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b> <i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i>	W	3 KP	2V	D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliaskaite																																																												
Kurzbeschreibung	<p><i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS</i></p> <p>This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.</p>																																																																
Lernziel	<p>The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems.</li> <li>2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses.</li> <li>3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.</li> </ol>																																																																
Inhalt	Will be provided on a separate course webpage.																																																																
Skript	Slides will be provided.																																																																
Literatur	<p>Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media.  <a href="https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392">https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392</a></p> <p>Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., &amp; Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124.  <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766</a></p> <p>Chakrabarti, A., Bakar, K., &amp; Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press.  <a href="https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8">https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8</a></p> <p>Brunton, S. L., &amp; Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press.  <a href="https://www.databookuw.com/">https://www.databookuw.com/</a></p>																																																																
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Further literature will be recommended in the lectures.</p> <p>Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.</p> <p>We recommend this course for students in the 4th semester or above.</p> <p>Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.</p> <p>Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.</p>																																																																
Kompetenzen	<p>Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.</p> <table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kundenorientierung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verhandlung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft		Medien und digitale Technologien	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		Kundenorientierung	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		Verhandlung	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																																															
	Verfahren und Technologien	geprüft																																																															
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																																															
	Entscheidungsfindung	geprüft																																																															
	Medien und digitale Technologien	geprüft																																																															
	Problemlösung	geprüft																																																															
	Projektmanagement	geprüft																																																															
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																																															
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft																																																															
	Kundenorientierung	gefördert																																																															
	Menschenführung und Verantwortung	geprüft																																																															
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft																																																															
	Sensibilität für Vielfalt	geprüft																																																															
	Verhandlung	gefördert																																																															
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft																																																															
	Kreatives Denken	geprüft																																																															
	Kritisches Denken	geprüft																																																															
	Integrität und Arbeitsethik	geprüft																																																															
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft																																																															
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft																																																															
102-0488-00L	<b>Water Resources Management</b>	W	3 KP	2G	P. Burlando																																																												
Kurzbeschreibung	<p>Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.</p>																																																																
Lernziel	<p>The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.</p>																																																																



Inhalt	<p>The course is organized in four parts.</p> <p>Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification.</p> <p>Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables.</p> <p>Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs.</p> <p>Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.</p>
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.

---

<b>118-0112-00L</b>	<b>Participatory and Integrated Water Resources Planning ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Castelletti</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	-----------------------

*The course is complementary to "Water Resources Management" (102-0488-00L).*

**Kurzbeschreibung** The course develops basic knowledge and skills for modelling, planning and managing water resources systems in a balanced and sustainable way. The emphasis will be on the operational aspects of water management, including: introduction to participatory decision-making, modelling of the multiple stakes and socio-economic processes, introduction to dynamic and stochastic optimization approaches.

**Lernziel** The course aims at illustrating the complex framework of participatory approach in the field of water resources projects, with particular focus on the modelling of the quantitative aspects of the combined dynamics of the physical and socio-economic processes.

**Inhalt** Lec 00. Course introduction. The world water resources. Water crisis and the concept of Participatory and Integrated Water Resources Management (PIWRM). Water trading.

Lec 01. Rationalizing the decision-making process. From traditional water resources planning and management to PIWRM: rationalizing and supporting the decision-making process. The need for negotiations. Negotiation game. Outline of the Participatory and Integrated Planning procedure proposed as a guidance to the decision-making process using a real world case study.

Lec 02. Closing the loop: how to plan the management. How to incorporate recurrent management decisions into a rational decision-making framework. From model based decision-making to decision support systems. Full-rationality and partial-rationality. Underlying example the Zambezi river system.

Lec 03. Actions and evaluation criteria. Identification of the actions suitable to pursue the overall objective of the planning exercise. Type of actions and associated property. Embedding actions into models. Stakeholders, sectors and evaluation criteria: how stakeholders evaluate the planning alternatives. Criterion hierarchy and indicators: operationalize evaluation criteria.

Lec 04. Criteria and indicators. Example of indicators. Validation of the indicators against the stakeholders. Numerical exercise. Underlying examples from Red River System (Vietnam), Tono dam (Japan), Googong reservoir (Australia), Lake Maggiore and Lake Como (Italy).

Lec 05. Re-operating the Kafue reservoir system. Real world case study developed interactively with the students, to experience all the concepts provided in the previous lectures. Reading material will be assigned on 22.3

Lec 06. Models of a water system. The system analysis perspective on water resources modelling. Example of models of water system components (reservoir, diversion dam, rivers, users). Implications of cooperation and information sharing on the model formulation. Operational implications of model complexity. Case studies.

Lec 07. Formulation of the planning/management problem. Why we need it. What do we need to formulate the problem: from the indicators to the objectives; time horizon; scenarios. Dealing with uncertainty. Problem formulation and classification. How do modelling choices affect the final solution (hidden subjectivity).

Lec 08. Water resources optimal planning. The planning of water resources. Examples from real world problems at different scales (e.g. Egypt Water plan; Controlling salt intrusion in Nauru (Pacific Island); planning water quality remediation interventions in lakes and reservoirs (Googong reservoir, Australia)). Interactive lectures with students. Overview of the different approaches available to resolve the problem, from exact solution to heuristic.

Lec 09. Planning the New Valley water system in Egypt. Real world case study developed interactively with the student, to experience all the concepts provided in the previous lectures.

Lec 10. Planning in non stationary conditions: the Red River (Vietnam). Real world case study developed interactively with the student, to experience all the concepts provided in the previous lectures.

**Skript** Course lectures are almost fully covered by the following two textbooks accordingly to the indications provided at the end of each lecture:

R. Soncini-Sessa, A. Castelletti, and E. Weber, 2007. Integrated and participatory water resources management. Theory. Elsevier, The Netherlands.

R. Soncini-Sessa, F. Cellina, F. Pianosi, and E. Weber, 2007. Integrated and participatory water resources management. Practice. Elsevier, The Netherlands.

**Literatur** Additional readings:  
S.P. Simonovic, 2009. Managing water resources: Methods and tools for a systems approach, Earthscan, London.  
D.P. Loucks, E. van Beek, 2005. Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications, UNESCO, Paris.  
K.D.W. Nandalal, J. Bogardi, 2007. Dynamic Programming Based Operation of Reservoirs, Cambridge University Press, Cambridge.

**Voraussetzungen /  
Besonderes** Lecture notes, slides and other material will be posted on the course web page the day before each lecture.

---

<b>118-0111-00L</b>	<b>Sustainability and Water Resources ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Molnar, P. Burlando</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	-------------------------------

*Suitable for MSc and PhD students.  
Automatic admittance is given to students of MAS  
Sustainable Water Resources. All other registrations*

	<b>accepted until capacity is reached.</b>				
Kurzbeschreibung	The block course on Sustainability and Water Resources features invited experts from a range of disciplines, who present their experiences working with sustainability issues related to water resources. The students are exposed to many different perspectives, and learn how to critically evaluate sustainability issues with respect to water resources management.				
Lernziel	The course provides the students with background information on sustainability in relation to water resources within an international and multidisciplinary framework. The lectures challenge the students to consider sustainability and the importance of water availability and water scarcity in a changing world, at the same time preparing them to face the challenges of the future, e.g. climate and land use change, increased water use and population growth.				
Inhalt	The course offers the students the opportunity to learn about sustainability and water resources in a multi-disciplinary fashion, with a focus on case studies from around the world. Selected topics include: Sustainability Issues in Water Resources, the EU Water Framework Directive, Mining in Latin America, Environmental Flows, and Water Quality Issues. Group exercises, which encourage debate and discussion, are an important component of the course. For more information, please visit <a href="http://www.mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/sustainability-and-water-resources.html">http://www.mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/sustainability-and-water-resources.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	For further information, contact the MAS coordinator, Darcy Molnar ( <a href="mailto:darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch">darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch</a> )				
<b>118-0113-00L</b>	<b>Water Governance: Challenges and Solutions</b> <i>Suitable for MSc and PhD Students. Automatic admittance is given to students of the MAS in Sustainable Water Resources. All other registrations are accepted until capacity is reached.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Molnar</b>
Kurzbeschreibung	The block course on "Water Governance: Challenges and Solutions" features invited experts with backgrounds in international relations, law, politics, and diplomacy. Through theoretical input and case studies, students learn about the realities of water conflicts and the intricacies of cooperation and diplomacy.				
Lernziel	The course provides students with insights into the complex realities of addressing water conflicts with sustainable solutions that promote cooperation.				
Inhalt	The course offers students the opportunity to learn from experts who have worked on domestic and transboundary river basin issues, both in Europe and internationally. Through case studies and group exercises, students gain a deeper understanding of the complexities of water governance and current global challenges. Topics that will be addressed include stakeholder involvement, institutional legal frameworks, and solutions for cooperation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Course details at: <a href="https://mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/water-governance-challenges-solutions.html">https://mas-swr.ethz.ch/curriculum/courses/core-courses/water-governance-challenges-solutions.html</a> For further information, contact the MAS coordinator, Darcy Molnar ( <a href="mailto:darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch">darcy.molnar@ifu.baug.ethz.ch</a> )				
<b>860-0024-00L</b>	<b>Digital Society: Ethical, Societal and Economic Challenges</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, C. I. Hausladen</b>
Kurzbeschreibung	This seminar will address ethical challenges coming along with new digital technologies such as cloud computing, Big Data, artificial intelligence, cognitive computing, quantum computing, robots, drones, Internet of Things, virtual reality, blockchain technology, and more.				
Lernziel	Participants shall learn to understand that any technology implies not only opportunities but also risks. It is important to understand these well in order to minimize the risks and maximize the benefits. In some cases, it is highly non-trivial to identify and avoid undesired side effects of technologies. The seminar will sharpen the attention how to design technologies for values, also called value-sensitive design or ethically aligned design.				
Inhalt	Will be provided on Moodle.				
Skript	Will be provided on Moodle.				

Literatur

Ethically Aligned Design  
Version 1: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v1.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v1.pdf)  
Version 2: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v2.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v2.pdf)

Value-Sensitive Design  
<https://www.amazon.com/Value-Sensitive-Design-Technology-Imagination-ebook/dp/B08BT4F6L2/>

Handbook of Ethics, Values and Technological Design  
<https://www.amazon.com/Handbook-Ethics-Values-Technological-Design/dp/9400769695/>

Thinking Ahead  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319150772>

Towards Digital Enlightenment  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-90869-4>

Künstliche Intelligenz und Maschinerisierung des Menschen  
<https://www.amazon.com/Künstliche-Intelligenz-Maschinerisierung-Menschen/dp/3869625120>

Move Fast and Break Things: How Facebook, Google, and Amazon Cornered Culture and Undermined Democracy (J Taplin)  
<https://bookshop.org/books/move-fast-and-break-things-how-facebook-google-and-amazon-cornered-culture-and-undermined-democracy>

How Humans Judge Machines  
<https://www.amazon.co.uk/Humans-Judge-Machines-Cesar-Hidalgo/dp/0262045524/>

Ethics of smart cities  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/20/11162>

The ethics of AI in health care: a mapping review  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953620303919>

Soft Ethics and the Governance of the Digital  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0303-9>

The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09517-8>

Principles of robotics: regulating robots in the real world  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540091.2016.1271400>

The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation  
<https://arxiv.org/abs/1802.07228>

Will Democracy Survive Big Data and Artificial Intelligence?  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4_7)

Further literature will be recommended in the lectures.

Voraussetzungen / Besonderes To earn credit points, students will have to read the relevant literature on one of the above technologies and give a presentation about the ethical implications. Both, potential problems and possible solutions shall be carefully discussed. Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

**860-0022-00L** **Complexity and Global Systems Science** **W** **3 KP** **2S** **D. Helbing, C. Carissimo, A. Musso**  
*Prerequisites: solid mathematical skills.*

*Particularly suitable for students of D-ITET, D-MAVT and ISTP*

Kurzbeschreibung This course discusses complex techno-socio-economic systems, their counter-intuitive behaviors, and how their theoretical understanding empowers us to solve some long-standing problems that are currently bothering the world.

Lernziel	Participants should learn to get an overview of the state of the art in the field, to present it in a well understandable way to an interdisciplinary scientific audience, to develop models for open problems, to analyze them, and to defend their results in response to critical questions. In essence, participants should improve their scientific skills and learn to think scientifically about complex dynamical systems.			
Inhalt	This course starts with a discussion of the typical and often counter-intuitive features of complex dynamical systems such as self-organization, emergence, (sudden) phase transitions at "tipping points", multi-stability, systemic instability, deterministic chaos, and turbulence. It then discusses phenomena in networked systems such as feedback, side and cascading effects, and the problem of radical uncertainty. The course progresses by demonstrating the relevance of these properties for understanding societal and, at times, global-scale problems such as traffic jams, crowd disasters, breakdowns of cooperation, crime, conflict, social unrests, political revolutions, bubbles and crashes in financial markets, epidemic spreading, and/or "tragedies of the commons" such as environmental exploitation, overfishing, or climate change. Based on this understanding, the course points to possible ways of mitigating techno-socio-economic-environmental problems, and what data science may contribute to their solution.			
Skript	"Social Self-Organization Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior" Helbing, Dirk ISBN 978-3-642-24004-1			
Literatur	Philip Ball Why Society Is A Complex Matter <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783642289996">https://www.springer.com/gp/book/9783642289996</a>  Globally networked risks and how to respond Nature: <a href="https://www.nature.com/articles/nature12047">https://www.nature.com/articles/nature12047</a>  Global Systems Science and Policy <a href="https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214">https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214</a>  Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783540752608">https://www.springer.com/gp/book/9783540752608</a>  Further links:  <a href="http://global-systems-science.org">http://global-systems-science.org</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf</a>			
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature will be recommended in the lectures. Mathematical skills can be helpful.  Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.  Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.			
Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.			
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement		geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
<b>052-0708-00L</b>	<b>Urban Design IV</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>
				<b>H. Klumpner, F. T. Salva Rocha Franco</b>
Kurzbeschreibung	Students are introduced to a narrative of 'Urban Stories' through a series of three tools driven by social, governance, and environmental transformations in today's urbanization processes. Each lecture explores one city's spatial and organizational ingenuity born out of a particular place's realities, allowing students to transfer these inventions into a catalog of conceptual tools.			

Lernziel	How can students of architecture become active agents of change? What does it take to go beyond a building's scale, making design-relevant decisions to the city rather than a single client? How can we design in cities with a lack of land, tax base, risk, and resilience, understanding that Zurich is the exception and these other cities are the rule? How can we discover, set rather than follow trends and understand existing urban phenomena activating them in a design process? The lecture series produces a growing catalog of operational urban tools across the globe, considering Governance, Social, and Environmental realities. Instead of limited binary comparing of cities, we are building a catalog of change, analyzing what design solutions cities have been developing informally incrementally over time, why, and how. We look at the people, institutions, culture behind the design and make concepts behind these tools visible. Students get first-hand information from cities where the chair as a Team has researched, worked, or constructed projects over the last year, allowing competent, practical insight about the people and topics that make these places unique. Students will be able to use and expand an alternative repertoire of experiences and evidence-based design tools, go to the conceptual core of them, and understand how and to what extent they can be relevant in other places. Urban Stories is the basic practice of architecture and urban design. It introduces a repertoire of urban design instruments to the students to use, test, and start their designs.				
Inhalt	<p>Urban form cannot be reduced to physical space. Cities result from social construction, under the influence of technologies, ecology, culture, the impact of experts, and accidents. Urban un-concluded processes respond to political interests, economic pressure, cultural inclinations, along with the imagination of architects and urbanists and the informal powers at work in complex adaptive systems. Current urban phenomena are the result of urban evolution. The facts stored in urban environments include contributions from its entire lifecycle, visible in the physical environment, but also for non-physical aspects. This imaginary city exists along with its potentials and problems and with the conflicts that have evolved. Knowledge and understanding, and critical observation of the actions and policies are necessary to understand the diversity and instability present in the contemporary city and understand how urban form evolved to its current state.</p> <p>How did cities develop into the cities we live in now? Urban plans, instruments, visions, political decisions, economic reasonings, cultural inputs, and social organizations have been used to operate in urban settlements in specific moments of change. We have chosen cities that exemplify how these instruments have been implemented and how they have shaped urban environments. We transcribe these instruments into urban operational tools that we have recognized and collected within existing tested cases in contemporary cities across the globe.</p> <p>This lecture series will introduce urban knowledge and the way it has introduced urban models and operational modes within different concrete realities, therefore shaping cities. The lecture series will translate urban knowledge into operational tools extracted from cities where they have been tested and become exemplary samples, most relevant for understanding how the urban landscape has taken shape. The tools are clustered in twelve thematic clusters and three tool scales for better comparability and cross-reflection.</p> <p>The Tool case studies are compiled into a global urbanization toolbox, which we use as typological models to read the city and critically reflect upon it. The presented contents are meant to serve as inspiration for positioning in future professional life and provide instruments for future design decisions.</p> <p>In an interview with a local designer, we measure our insights against the most pressing design topics in cities today, including inclusion, affordable housing, provision of public spaces, and infrastructure for all.</p>				
Skript	<p>The learning material, available via <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/">https://moodle-app2.let.ethz.ch/</a> is comprised of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toolbox 'Reader' with an introduction to the lecture course and tool summaries</li> <li>- Weekly exercise tasks</li> <li>- Infographics with basic information of each city</li> <li>- Quiz question for each tool</li> <li>- Additional reading material</li> <li>- Interviews with experts</li> <li>- Archive of lecture recordings</li> </ul>				
Literatur	- Reading material will be provided throughout the semester. - Please see 'Skript', (a digital reader is available).				
Voraussetzungen / Besonderes	"Semesterkurs" (semester course) students from other departments, students taking this lecture as GESS / Studium Generale course, and exchange students must submit a research paper, which will be subject to the performance assessment: "Bestanden" (pass) or "Nicht bestanden" (failed). The performance assessment type for "Urban Design III: Urban Stories" taken as a semester course is categorized as "unbenotete Semesterleistung" (ungraded semester performance).				
<b>860-0001-01L</b>	<b>Public Institutions and Policy-Making Processes; Research Paper</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3A</b>	<b>T. Bernauer, S. Bechtold, F. Schimmelfennig</b>
Kurzbeschreibung	<i>Prerequisite: you have to be enrolled in 860-0001-00L during the same semester.</i> This is an add-on module to the course: 860-0001-00L. It focuses on students writing an essay on an issue covered by the main course 860-0001-00L.				
Lernziel	Students learn how to write an essay on a policy issue they select.				
Inhalt	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies - hence this course is complementary to the ISTP course on concepts and methods of policy analysis. Students learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels. The course is organized in three modules. The first module (taught by Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (taught by Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (taught by Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organizations. This teaching unit is an add-on module to the course: 860-0001-00L. It focuses on students writing an essay on an issue covered by the main course 860-0001-00L.				
Literatur	See Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Access only for ISTP MSc students also enrolled in 860-0001-00L				
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken		gefördert
<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i> The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				

Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>• the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>• the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>• the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>• empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>																																													
Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>																																													
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.																																													
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.																																													
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project.</p> <p>Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.</p>																																													
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Menschenführung und Verantwortung</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Integrität und Arbeitsethik</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	geprüft		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																												
	Verfahren und Technologien	geprüft																																												
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																												
	Entscheidungsfindung	geprüft																																												
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																												
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																																												
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert																																												
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft																																												
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert																																												
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert																																												
	Kreatives Denken	gefördert																																												
	Kritisches Denken	geprüft																																												
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert																																												
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert																																												
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																																												

<b>103-0570-00L</b>	<b>Urban Planning and Urban Policy</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	We live in an urban and urbanizing society. Cities and dense regions are places where transformations such as climate change, economic globalization, settlement expansions, migration, or digitization manifest themselves first and most clearly. In this lecture, we study how cities plan for and react to these global transformations by making use of planning approaches and policy instruments.				
Lernziel	<p>Overall learning goal: Students can describe and explain the problems that arise in dense urban settings and they can analyze and compare how cities plan for and react to these urban problems through planning and policy-making</p> <p>Learning objective 1: Students can explain and infer what kind of problems emerges in cities</p> <p>Learning objective 2: Students discover and analyze different urban policy sectors</p> <p>Learning objective 3: Students can compare and evaluate different types of urban planning and policy-making approaches</p>				
Inhalt	<p>Description of content (max 4000 characters):</p> <p>In this course, we cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Urbanization and urban governance</li> <li>- Urban planning and policy</li> <li>- Densification and urban development</li> <li>- Gentrification</li> <li>- Affordable Housing</li> <li>- Public spaces</li> <li>- Gender-sensitive planning</li> <li>- Transportation</li> <li>- Smart cities</li> <li>- Climate change</li> <li>- Economic development</li> <li>- Platform economies</li> <li>- Security</li> <li>- Migration policies</li> <li>- Urban sustainable development</li> </ul> <p>We approach each topic by a mix of in-class discussions of one mandatory reading, inputs from the lectures, oral presentations of students as well as written reflections by students.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
Soziale Kompetenzen		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
	<i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>				
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.				
	We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				

<b>363-0552-00L</b>	<b>Economic Growth and Resource Use</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Komarov</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with the factors that contribute to economic development. Throughout the course theoretical economic modelling will be used to discuss the effects of factors – such as land, human/physical capital, technology, fossil energy resources, and climate change – on economic growth and to draw conclusions for the future.				
Lernziel	The general objective of the course is to provide students tools and intuition to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) think in a structured way – though economic modelling – about the factors that have lead to the different growth experiences among countries, and still shape our contemporary situation;</li> <li>ii) assess and design policies on the basis of economic development;</li> <li>iii) draw conclusions for the future of economic development, that take into account prevalent issues such as the scarcity of fossil energy resources and climate change.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Why is economic growth worth studying? Which are the factors behind economic growth? What is the role of natural resources in shaping economic development? Is our finite planet able to support sustainable long-term economic growth? Economics aims at explaining human behaviour; how do we model it and how can we steer it for the better? How do you design an efficient economic policy for a sustainable future? What is sustainable anyway? These are some of the questions you will learn to answer in this course.</p> <p>After spending the first lecture on overviewing the course, and the second lecture on building our mathematical and economic foundation, we begin with the three main modules that comprise this course.</p> <p>The first module – called “Land and Economic Growth” – deals with the historical evolution of the factors behind economic development from the pre-industrial times to our modern growth experiences. By studying the history of economic growth, we understand change and how the society we live in came to be. In this module we will develop economic models that capture the transition from an era of miniscule economic growth that persisted for millennia before the industrial revolution – with land and human labour as the main inputs to economic activity – to our modern growth experience where the continuous improvement in technology and services is our status quo.</p> <p>The second module – called “Non-Renewable Resources and Growth” – deals with the problem of optimal exploitation of non-renewable resources, as well as with the issue of “Resource Curse” – i.e., the observed negative relationship between economic development and resource abundance. Emerging in the 1970s due to two oil crises, the problem of the economy’s extreme dependence on fossil and depletable energy resources sparked a great deal of research to guide our way forward. Some important questions we will formally answer in this module are the following. How do we optimally exploit a given stock of a non-renewable resource? What affects the prices of non-renewable resources? If fossil energy sources – a (so far) important input to production – are getting ever depleted, is long-term growth possible? How do we explain the “Resource Curse” and what are the policies that allow a sustainable future in countries that suffer from such a curse?</p> <p>The third module – called “Climate Change and Growth” – deals with the pressing problem of our changing climate. Greenhouse gas emissions – so far essential for economic activity – accumulate in the atmosphere and alter environmental patterns. This phenomenon – commonly known as climate change – is responsible for the increase in the frequency and the intensity of natural disasters, which damage our stocks of capital and put a drag on economic growth. To derive appropriate policies for a sustainable future, we will incorporate these aspects in workhorse models of the economics and finance literature. Students will learn how to derive and set the “correct” price on the use of polluting energy resources from the perspective of policy-makers. Additionally, pricing of climate change risks for financial markets is important, both for individual investors and central banks, as it is they who provide liquidity to firms to pursue their long-term growth targets. Accordingly, we will close the lecture with the pricing of climate change risks from an investor’s perspective.</p>				
Literatur	The main reference of the course is the set of lecture notes; students will also be encouraged to read some influential academic articles dealing with the issues under study.				
	The course is self-contained and only material that was discussed in the lecture will be relevant for the exam.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of basic calculus (differentiation - integration) and basic statistics (e.g. what is an expectation; variance-covariance) is considered as a prerequisite. Elementary knowledge of dynamic systems analysis, optimal control theory and economic theory is a plus but not a prerequisite.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**751-2102-00L History of Food and Agriculture W 3 KP 2V P. Aerni**

**Kurzbeschreibung** Knowledge about the history of food and agriculture is crucial to understanding the emergence of modern agriculture and public resistance to industrial farming. The lecture discusses the evolution of agriculture and its impact on social structures, human health and the environment from an anthropological, a cultural, a political and a technological point of view.

**Lernziel**

- to become familiar with the milestones of the history of food and agriculture
- to understand innovation in agriculture as one of the major forces of change in the history of mankind
- to learn how perceptions, politics and policies in food and agriculture are shaped by social, technological and environmental change
- to be able to embed the current debate on the food crisis and climate change into a historical context

**Inhalt**

This lecture starts with the Neolithic revolution and its cultural and environmental impact on humankind. In this context, it will discuss the transition from hunter-and-gatherer societies to societies that rely more upon the domestication of nature (agriculture and pastoralism) (Keeley 1996, Diamond 1999).

The various forms of domestication of plants and animals and their economic, political and environmental implications for society will be discussed using examples from different parts of the world (Stone et al.2007).

The emergence of civilization based on agrarian law will be discussed by using the example of the Roman Republic and later the Roman Empire (Weber 1891, Love, 1996).

Subsequent innovations such as the three-field system in medieval times, the introduction of new plants and animals during the colonial period, and scientific and technological breakthroughs in plant breeding, agricultural practices and food preservation in the 19th century gave a major boost to agricultural productivity, food availability and agro-biodiversity. These prior developments also laid the foundation for industrial agriculture at the beginning of the 20th century (Kingsbury 2009). The global implications resulting from change in food preferences and agricultural innovation will be illustrated by using selected examples of innovations in food and agriculture (Braudel 2002, Pendergast 2010).

Public resistance to industrial agriculture manifested itself in the early 1920s with counter-movements such as biodynamic farming (Kingsbury 2009) but also with organized lobbying groups that fought against change caused by refrigeration and cheap food (Freidberg 2009). Applying science to plant and animal breeding also caused a cultural divide in biology departments at universities between those who changed nature (plant breeders) and those who wanted to preserve it (botanists, ecologists).

The period during and after the two World Wars changed the business of agriculture entirely. Food security became a matter of national security and thus justified state intervention on all levels in the production of food from farm to fork. This also helps explain why the Green Revolution was largely a public sector initiative that cared more for productivity increases on the supply side than for consumer preferences on the demand side (Aerni 2007). After the end of the Cold War, attention shifted from the supply side to the demand side and thus from food security to food safety.

Food safety concerns were largely due to distrust of industrial agriculture and this led to major policy shifts in the way agricultural subsidies and resources were allocated and how food safety was managed and monitored. While the public sector largely withdrew from investing in productivity-related agricultural research, the private sector started to invest more. This led to the growing need to engage again in public-private partnership, as had been the case in the 19th century. Despite the Agreement on Agriculture of the World Trade Organization, agricultural trade remains highly restricted and the growing vertical integration of the food supply chain tends to concentrate market power with global retailers. They have designed private standards that are meant to protect consumers from unsafe food and promote good agricultural practices abroad, as well as ethical trade. Yet, the increasing importance of south-south trade in agriculture and the global food crisis might again shift more power back to producers (Aerni 2009).

**Literatur**

Aerni P (2023) COP-27: A great opportunity to address the double crisis of food security and climate change—and for the EU to re-align its farm to fork strategy. *Frontiers in Environmental Economics*, 1082869.

Aerni, P. (2021) 'The ethics of farm animal biotechnology from an anthropological perspective'. *Sustainability* 13(7), 3674.

Aerni, P. (2021) Exploring the roots of the old GMO narrative and why young people have started to ask critical questions. A. Ricroch et al. (eds) *Plant Biotechnology*. Springer:277-304.

Aerni, Philipp (2011) Food Sovereignty and its Discontents. *ATDF Journal* 8(1/2): 23-49.

Aerni, Philipp (2009) What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. *Ecological Economics* 68(6): 1872-1882.

Appiah, A. K. (2002) Digging for Utopia: A review of 'The Dawn of Everything by David Graber and David Wengrow. *New York Review of Books*: 80-82.

Boserup, E. (1981) *Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends*. University of Chicago Press, Chicago.

Braudel, Fernand (2002) *The Wheels of Commerce. Civilization and Capitalism 15th -18th, Volume II*. Phoenix Press, London.

Cook, Harold (2008) *Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age*. Yale University Press, New Haven.

Fagan, Brian (2001) *The Little Ice Age: How Climate Made History*. Basic Books, New York.

Diamond, Jared (1999) *Guns, Germs and Steel*. Norton, New York.

Freidberg, Susanne (2009) *Fresh: A Perishable History*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Freidberg, S. (2007). Supermarkets and imperial knowledge. *Cultural Geographies*, 14(3): 321-342.

Herrlinger, C. and Kock. M. (2016) Biodiversity Laws: An Emerging Regulation on Genetic Resources or 'IP on Life' through the backdoor. *Bioscience Law Review* 13(4): 119-131.

Kingsbury, N. (2009) *Hybrid: the History and Science of Plant Breeding*. University of Chicago Press, Chicago.

Love, John (1986) Max Weber and the Theory of Ancient Capitalism. *History and Theory* 25(2): 152-172.

Morgan, Dan (1979) *Merchants of Grain: The Power and Profits of the Five Giant Companies at the Center of the World's Food Supply*. iUniverse, Inc: Lincoln, NE

Pendergast, M. (2010) *Uncommon Grounds: The History of Coffee and how it transformed our World*. Basic Books, New York.

Standage, T. (2009) *An Edible History of Humanity*. Walker & Company, New York.

Tauger, M. B. (2011) *Agriculture in World History*. Routledge, New York

The Economist (2008) *Hunters and Gatherers: Noble or Savage*, Dec. 19th.

The Economist (2021) *An Economic History of Restaurants*. Dec. 18th.

The Economist (2022) *The Anthropocene Nitrogen Circle: The Wobbly-Wobbly Circle of Life*. Dec 14th

Walter, J. and Schofield, R. (1991) *Famine, disease and social order in early modern society*: Cambridge University Press.

Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), 3191-319

**Voraussetzungen / Besonderes**

The 2-hour course will be held as a series of lectures. The course materials will be available in form of an electronic Reader at the beginning of the semester.

The class will be taught in English.

Students will be asked to give a (a) presentation (15 Minutes) or write a review paper based on a article selected from the electronic script, and (b) they will have to pass a written test at the end of the course in order to obtain 3 credit points in the ECTS System. In the final mark (a) will have a weight of 40% and (b) 60%.



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft		
<b>364-0576-00L</b>	<b>Advanced Sustainability Economics</b> <i>PhD course, open for MSc students</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. Komarov, A. Minabutdinov</b>
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.				
	Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksi Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft		
<b>851-0740-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				
<b>101-0588-01L</b>	<b>Re-/Source the Built Environment</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>G. Habert, M. Posani, E. Zea Escamilla</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on material choice and energy strategies to limit the environmental impact of construction sector. During the course, specific topics will be presented (construction technologies, environmental policies, social consequences of material use, etc.). The course aims to present sustainable options to tackle the global challenge we are facing and show that "it is not too late".				
Lernziel	After the lecture series, the students are aware of the main challenges for the production and use of building materials.  They know the different technologies/propositions available, and environmental consequence of a choice.  They understand in which conditions/context one resource/technology will be more appropriate than another				
Inhalt	A general presentation of the global context allows to identify the objectives that as engineer, material scientist or architect needs to achieve to create a sustainable built environment.  The course is then conducted as a serie of guest lectures focusing on one specific aspect to tackle this global challenge and show that "it is not too late".  The lecture series is divided as follows: - General presentation - Notion of resource depletion, resilience, criticality, decoupling, etc. - Guest lectures covering different resources and proposing different option to build or maintain a sustainable built environment.				
Skript	For each lecture slides will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	The lecture series will be conducted in English and is aimed at students of master's programs, particularly the departments ARCH, BAUG, ITET, MAVT, MTEC and USYS.  No lecture will be given during Seminar week.				
<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				
Lernziel	Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.				
Inhalt	First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on. Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed. Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects. An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy. Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.				

Literatur	Adams, A., & Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.			
	Cranor, L. F., & Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."			
	Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.			
Voraussetzungen / Besonderes	The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.			
	However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert geprüft	
<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>
	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i>			
Kurzbeschreibung	An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.			
Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.			
Inhalt	The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.			
	Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.			
	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.			
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert	
<b>851-0610-00L</b>	<b>Climate Finance: The Role of Finance in Tackling Climate Change ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
	<i>Primarily suited for Master and PhD students.</i>			
Kurzbeschreibung	This course focuses on how to leverage finance in tackling climate change. We cover international climate finance negotiations as well as the role of governments in designing public policy for different financial actors in industrialized and developing countries.			
Lernziel	- Critically examine the role of the financial system and financial actors in climate change and the low-carbon energy transition - Develop an understanding of the role and design of public policy to re-direct finance flows in line with the Paris Agreement - Find out about current challenges in climate finance, and develop ideas how to overcome them			
Inhalt	The mitigation of dangerous climate change requires massive investments in low-carbon technologies. In 2015, the Paris Agreement underlined the responsibility of governments to align finance flows with climate change mitigation. Accordingly, a market for low-carbon investments emerged, but the available climate finance falls short of what is needed. Thus, political discussions on the international and national levels concern how public policies can better use the financial system to accelerate climate change mitigation. In this course, students will learn about the role of finance for the low-carbon transition in developing countries, in industrialized countries, and specifically in Switzerland. We will discuss existing policies, their effectiveness, and the underlying political economy challenges to implement them. Combining recent academic findings and hands-on insights from guest lecturers, we will analyze structural challenges, conflicting positions in international negotiations and domestic policymaking, and the role of multilateral financial institutions.			
	No specific prerequisites, though students should be interested in engaging with economic and finance concepts.			
	The course will primarily feature lectures, aiming for an interactive in-class discussions. Several guest speakers from the financial industry or financial policymaking will be invited. Grading is via a written exam held in one of the final sessions during the semester.			
Skript	Slides and reading material will be made available via moodle.ethz.ch (only for registered students).			
Literatur	A reading list will be provided via moodle.ethz.ch (only for registered students).			
<b>363-1185-00L</b>	<b>Applied Political Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
	<i>Completion of at least one introductory economics course</i>			
	<b>J.-E. Sturm, S. A. Schneider</b>			

is required. Familiarity with statistics and econometrics at a basic level would be an advantage.

Kurzbeschreibung	Who makes which policy decisions, under what conditions, and why? Studying how different political actors interact is crucial to understanding what policies emerge and what economic outcomes result. Going beyond pure economic analysis, this course discusses theoretical and empirical results in the light of real-world examples, emphasising the fact that we live in a political economy.		
Lernziel	<p>After taking this course, students will be able to...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...identify the motivations and constraints of political actors who             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) make policy decisions,</li> <li>b) implement these decisions, and</li> <li>c) are targeted by them.</li> </ul> </li> <li>...describe how different institutions and incentives shape the behaviour of different political actors.</li> <li>...explain the conditions under which it is difficult to achieve socially optimal outcomes.</li> </ul> <p>The course focuses on the application of political economy thinking and theoretical concepts to real world examples. Students will learn how to...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...use theoretical knowledge to develop testable hypotheses.</li> <li>...identify empirical settings that allow these hypotheses to be tested.</li> <li>...critically discuss the implications and limitations of empirical research results in order to develop policy recommendations.</li> <li>...compare different institutions and policy designs and assess their strengths and weaknesses.</li> </ul> <p>An aim of the course is that, upon completion, students should be able to develop and describe a plan for their own political economy analysis.</p>		
Inhalt	<p>The Applied Political Economy course teaches the fundamentals of political economy analysis with an emphasis on empirical research and practical examples. In essence, we explore how economic thinking can be applied to study non-market relationships that are relevant to understanding important social, economic, environmental, and political outcomes. Students will acquire knowledge of key concepts used to describe the behaviour of individual political actors and groups as well as the incentives and institutions that shape their decisions. For example, we will dive into topics such as politicians' re-election strategies and political budget cycles, federalism and decentralisation, the interaction of national politics and international organisations, and the underlying political-economic reasons for the difficulty of addressing environmental and economic problems in a globalised world.</p> <p>The study of political behaviour adds an extra layer to economic analysis. Based on introductory book chapters and research papers, the lectures will introduce general political economy approaches and theoretical concepts. Equipped with this conceptual foundation, we will look at real-world examples and engage in discussions about empirical research that is aimed at identifying specific causal political-economic relationships. Basic statistical and econometric skills, including hypothesis testing and interpreting regression results, will enhance your learning experience.</p> <p>This course is as much about learning new concepts as it is about critically applying this knowledge to new situations, which course participants will also be asked to identify independently. We encourage active participation in class discussions and expect students to stay engaged with the material through reading and preparation for the lectures.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	An introductory course in Economics is required to sign up for this course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>701-0758-00L</b>	<b>Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Grundlagen, zentralen Fragestellungen, Analysen der Ökologischen Ökonomik kennen. Im Zentrum steht dabei das Thema Wirtschaftswachstum. Welche Positionen hat die Ökologische Ökonomik dazu? Mit welchen Theorien und Konzepten begründet sie dies insgesamt und in einzelnen ökonomischen Teilbereichen (z.B. Ressourcenverbrauch, Konsum, Arbeitsmarkt, Unternehmen)?				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen und zentralen Fragestellungen der Ökologischen Ökonomik (ÖÖ): z.B. 'pre-analytic vision', Gegenstandsbereich, Entstehung ÖÖ, Beiträge involvierter Disziplinen wie Ökologie oder Politologie, ökologisch-ökonomische Analyse von Themen wie Arbeitsmarkt, Konsum oder Geld. Kritische Analyse von Wachstum und Kennenlernen von Ansätzen zur Reduktion von Wachstumszwängen.				
Inhalt	Was ist Ökologische Ökonomik, was sind die Themen? Gegenstand und Grundlagen der Ökologischen Ö., Ressourcenverbrauch, seine Entwicklung und Messung Messung wirtschaftlicher Leistung und Wohlfahrt, Wirtschaftswachstum, Wachstumskritik und Postwachstumsgesellschaft, Wachstumszwänge in Bereichen wie Konsum, Geld, Unternehmen, Arbeitsmarkt; Ansatzpunkte für Wachstumsunabhängigkeit und Postwachstumsgesellschaft				
Skript	Kein Skript. Folien und Texte werden vorgängig zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Spash, C. L., Ed. (2017). The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Abingdon, Routledge.				
	Seidl, I. /Zahrnt A. (2010). Postwachstumsgesellschaft. Konzepte für die Zukunft, Marburg, Metropolis				
	Seidl, I. /Zahrnt A. (2019). Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft, Marburg, Metropolis				
	Ausgewählte wissenschaftliche Artikel werden je 1 Woche vor Vorlesung zur Verfügung gestellt				
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch einer Vorlesung zu Umweltökonomie oder anderweitige Grundkenntnisse in Ökonomie (z.B. Matura) vorteilhaft				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		

## ► Praktikum

Die Leistungen können in der Kategorie "Wahlfächer" angerechnet werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
860-0600-00L	Internship - Short	W	6 KP		externe Veranstalter

*Students can start the internship at the earliest in the second semester. The internship needs to be approved by the study director. Therefore, students need to hand in a short description to the study secretary before they start the internship.*

Kurzbeschreibung We advise the students to complete an internship. It is optional and not required for the master's degree.

Lernziel The internship aims to bring the future working environment closer. Students have the opportunity to be involved in on-going projects at the host institution.

**860-0700-00L Internship - Long W 12 KP externe Veranstalter**

*Students can start the internship at the earliest in the second semester. The internship needs to be approved by the study director. Therefore, students need to hand in a short description to the study secretary before they start the internship.*

Kurzbeschreibung We advise the students to complete an internship. It is optional and not required for the master's degree.

Lernziel The internship aims to bring the future working environment closer. Students have the opportunity to be involved in on-going projects at the host institution.

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>860-0900-00L</b>	<b>Master's Thesis</b>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	Professor/innen
---------------------	------------------------	----------	--------------	------------	-----------------

*Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:  
a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;  
b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.*

Kurzbeschreibung The thesis should demonstrate the students ability to conduct independent research on the basis of the theoreticel and methodological knowledge acquired during the MSc program.

Lernziel The thesis should demonstrate the students ability to conduct independent research on the basis of the theoreticel and methodological knowledge acquired during the MSc program.

### Science, Technology, and Policy Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Sport Lehrdiplom

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang: [www.didaktischeausbildung.ethz.ch](http://www.didaktischeausbildung.ethz.ch)

## ► Erziehungswissenschaften

Das Lehrangebot für den Bereich Erziehungswissenschaften ist unter "Studiengang: Ausbildung in Erziehungswissenschaften für Lehrdiplom und DZ" aufgeführt.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0238-02L	<b>Unterstützung und Überprüfung von Lernprozessen im Sportunterricht (EW3 Sport) ■</b> <i>Belegung nur mit Zusatzimmatrikulation Lehrdiplom Sport sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang Lehrdiplom Sport einzuschreiben.</i>  <i>Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW 1).</i>	O	4 KP	2S	H. Gubelmann
Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lern- und sportpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Bewegungslernen im Sportunterricht. Die Studierenden erhalten eine praxisorientierte Einführung in ausgewählte Methoden des Fertigkeitstrainings und des Selbstregulationstrainings.				
Lernziel	Die Teilnehmenden haben vertiefte Kenntnisse psychologischer Aspekte beim Bewegungslernen, insbesondere in Bezug auf die Möglichkeiten der methodischen Unterstützung und der Überprüfung von Lernprozessen im Sportunterricht. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich gestützte Erkenntnisse der Bewegungslernforschung (Motorikforschung) methodisch-didaktisch korrekt in den Sportunterricht zu integrieren.				
851-0240-20L	<b>Das "Flow"-Konzept und seine Bedeutung für den Sportunterricht in der Schule ■</b>	W	2 KP	1S	H. Gubelmann
Kurzbeschreibung	Das von Csikszentmihalyi entworfene Flow-Konzept bietet ein interessantes Rahmenmodell für einen motivierten, erlebnisorientierten und lernwirksamen Sportunterricht in der Schule. Im Rahmen der Lehrveranstaltungen werden ausgewählte Aspekte (u.a. Flowerleben, Motivation, Aufmerksamkeitslenkung, Feedback) diskutiert und in die eigene Bewegungspraxis im Lehr-Lern-Kontext umgesetzt.				
Lernziel	Die TeilnehmerInnen erhalten einen vertieften inhaltlichen Einblick in das Flow-Konzept sowie in verwandte motivationspsychologische (Selbstbestimmungstheorie nach Deci & Ryan, Leistungsmotivation u.a.m) und differential-psychologisch (Selbstwirksamkeit, Attribution u.a.m) bedeutsame Konstrukte. In Verbindung zur aktuellen Experimentalforschung im Sport (deliberate practice vs. deliberate play; intuitive vs. deliberate Entscheidungen etc.) entwickeln die Studierenden praxisnahe Beispiele für den Bewegungs- und Sportunterricht in der Schule.				
851-0242-02L	<b>Erlebnispädagogik und Outdoor Education im Sportlehrberuf (EW4 Sport) ■</b> <i>Belegung nur mit Zusatzimmatrikulation Lehrdiplom Sport.</i>  <i>Voraussetzung: Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen im Sport (EW2 Sport) (851-0240-15L)</i>	O	3 KP	2S	H. Gubelmann, R. Scharpf
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar werden unterrichtsrelevante Führungs-, Regulations- und Entscheidungsmechanismen aufgezeigt und in einem erlebnispädagogischen Konzept im Freien umgesetzt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden Kennen grundlegende Strategien der Klassenführung und können sie situationsbezogen umsetzen Lernen Konzepte der Erlebnispädagogik in Theorie und Praxis kennen Können Unterricht im Freien sinnvoll gestalten				
Inhalt	Thematische Schwerpunkte Grundlagen der Erlebnispädagogik, Outdoor Education als erweiterter Unterrichtsansatz Aufgabenorientierte-beziehungsorientierte Führung, Führen vs. Leiten, etc Entscheidungsmechanismen, -formen (Bsp.: Mehrheitsentscheide/ basisdemokratische Entscheide) Funktion-Aufgabe-Rolle als verschiedene Aspekte der Lehrer-Schülerbeziehung Konfliktbewältigung Risikomanagement: Basisrisiko-Restrisiko/ Risikotypologie/ Checklisten/ Standardszenarien/ rechtliche Aspekte Eigene Unterrichtsprojekte im Freien entwerfen und präsentieren				
Lehrformen	Der Kurs findet in einem Blockseminar im Freien statt. Dazu kommen mehrere Vorbereitungssitzungen sowie eine Schlussveranstaltung.				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Verschiedenen Grundlagen- und Anwendungstexte werden den Studierenden zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der erfolgreiche Abschluss von EW2 (Sport) stellt eine obligatorische Voraussetzung für den Besuch von EW4 (Sport) dar.  Für Verpflegung und Material wird ein Unkostenbeitrag erhoben. Die Höhe richtet sich nach der Planungsarbeit der Studierenden.				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Findet in diesem Semester nicht statt.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.</i>	W	1 KP	2S	
Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.				
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen				
	<i>siehe Erziehungswissenschaften Lehrdiplom für Maturitätsschulen</i>				

## ► Fachdidaktik in Sport

WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>557-0316-00L</b>	<b>Fachdidaktik Sport II ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Thoma</b>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortsetzung der FDI: Lehrer-Schülerbeziehung steht im Zentrum.</li> <li>- Planung, Durchführung und Auswertung der Themen aus allen sportspezifischen Bereichen des Unterrichts an der Stufe Sek II</li> <li>- Vorbereitung von Projektarbeiten sportarten- und fächerübergreifend.</li> </ul>				
Lernziel	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- setzen sich vertieft mit Fragen, die sich aus der Beziehung Lehrer-Schüler ergeben, praktisch und theoretisch auseinander.</li> <li>- wissen, wie sie mit disziplinarischen Problemen und Sonderfällen umgehen müssen.</li> <li>- können Sportspiele kompetent leiten.</li> <li>- können differenziert auf die Heterogenität des Klassengefüges eingehen.</li> <li>- gewinnen einen Überblick über die Vorbereitung auf unterschiedliche Anforderungen als Lehrperson im Sport an der Stufe Sek II, insbesondere im zusammenhängenden Unterricht.</li> <li>- erproben verschiedene Unterrichtsstrukturen .</li> <li>- erhalten einen Überblick über Möglichkeiten zur Umsetzung der mentorierten Arbeiten.</li> <li>- erarbeiten und präsentieren in Gruppen den möglichen Medieneinsatz in verschiedenen Bereichen im Sportunterricht.</li> <li>- sind kompetente Schiedsrichter/innen.</li> <li>- können in einer mündlich-praktischen Prüfung kompetent über die Verknüpfung von Theorie und Praxis Auskunft geben.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sportpraktische Umsetzung der allg. Didaktik.</li> <li>- Planung, Durchführung und Auswertung der Themen aus allen sportspezifischen Bereichen des Unterricht an der Stufe Sek II.</li> <li>- vorbereitung von Lektionen, Unterrichtseinheiten und Semesterplanungen.</li> <li>- erprobung verschiedener Unterrichtsstrukturen.</li> </ul>				
Skript	Skript unter: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=117">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=117</a> >				
Literatur	Kernlehrmittel Jugend und Sport Lehrmittel Sporterziehung, ESK 1997/98				
Voraussetzungen / Besonderes	Berufspraktische Übungen (557-0215-00L)				
<b>557-0203-01L</b>	<b>Mentorierte Arbeit Fachdidaktik Sport ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	<p>In der mentorierten Arbeit in Fachdidaktik setzen die Studierenden Inhalte der Fachdidaktikvorlesungen praktisch um und vertiefen sie. Unter Anleitung erstellen sie lernwirksame Unterrichtsmaterialien und/oder analysieren und reflektieren bestimmte Themen unter fachdidaktischen und pädagogischen Gesichtspunkten.</p>				
Lernziel	<p>Die Studierenden verknüpfen allgemeine Bildungsziele mit allgemeinen und speziellen Lernzielen des Sportunterrichts in Projekt- oder Planungsform.</p> <p>Sie kennen unterschiedliche Lehr/Lernkonzepte und ihre Stärken und Schwächen und sind in der Lage, diese Konzepte situationsbezogen umzusetzen.  Sie interessieren sich für die Bewegungslernprozesse und Denkprozesse von Lernenden. Sie lernen zu erkennen, dass Fehler der Lernenden einen momentanen Ausdruck ihrer biomechanischen Möglichkeiten darstellen.  Sie berücksichtigen Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Forschung und kennen bei unterschiedlichen Inhalten verschiedene Zugänge als Grundlage für ihr Unterrichtsdesign und Unterrichtsplanung.</p>				
Inhalt	<p>Die Studierenden kennen die Bewegungs- und Lernziele des Sportunterrichts aus den kantonalen Lehrplänen und können sie begründen.  Sie wenden das Begriffssystem „Sport“ an und kennen die Lehrmodelle des Sportunterrichts, anhand deren die epistemologische Natur des Sportunterrichts diskutiert wird.  Sie lernen anhand von Projektplanungen die fächerübergreifenden Komponenten des Sportunterrichts kennen und vertiefen sich in Semester- oder Jahresplanungen im Sport.  Sie lernen anhand von verschiedenen Problemstellungen im Sport optimale Zugänge zu den unterschiedlichen Lernstufen der Lernenden kennen und vergleichen. Als Hintergrund dient eine detaillierte sportartenspezifische Analyse.  Sie erlernen anhand von Bewegungsaufgaben die didaktische Anwendung der Bewegungslehre und ziehen daraus Konsequenzen für den situativ-variabel orientierten Unterricht.</p>				
Skript	siehe moodle 00 - Lehrdiplom Sport <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php">https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php</a>				
Literatur	<p>Bucher et al, Sporterziehung. Bände 1-6. Bern 1997  Disler P. Dida-Methodische Modelle in der Ausbildung, Dissertation in 2004, 152  Hotz A. &amp; P. Disler, Schneesport Schweiz – Zur Konzeption eines neuen Kern-Lern-Lehrmittels, in: Illi &amp; Phüse (Hrsg.) Bewegung ist Leben, Hofmann Verlag Schorndorf 1997,157-166  Hotz A., Qualitatives Bewegungslernen. Sportpädagogische Perspektiven einer kognitiv akzentuierten Bewegungslehre in Schlüsselbegriffen, Zumikon SVSS Verlag 1996;1998/2  Kurz D. Sport mehrperspektivisch unterrichten – warum und wie? In: Zieschang K. Buchmeier, W.: Sport zwischen Tradition und Zukunft. Schorndorf 1992 (1977)  Loosch E., Allgemeine Bewegungslehre, Limpert Verlag Wiebelsheim 1999  Roth K. &amp; K. Willemczik, Bewegungswissenschaft, Rowohlt Verlag Reinbek 1999  Röthig P. Sportwissenschaftliches Lexikon, Schorndorf Verlag 2003  Röthig P.&amp; s. Grössing (Hrsg.) Bewegungslehre, Kursbuch 3, Wiesbaden 1990/3</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	abgeschlossene Fachdidaktik Sport I oder Fachdidaktik Sport II				

### ► Berufspraktische Ausbildung in Sport

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>557-0208-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum Sport ■</b>	<b>O</b>	<b>8 KP</b>	<b>17P</b>	<b>A. Thoma, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Nur für Studierende von Lehrdiplom Sport.  Findet in der Regel am Schluss der Ausbildung, vor Ablegung der Prüfungslektionen statt.</i></p> <p>Das Unterrichtspraktikum umfasst 50 Termine. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.</p>				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht.</li> <li>- Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln.</li> <li>- Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk.</li> <li>- Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen.</li> <li>- Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen.</li> <li>- Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.</li> </ul>
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.
Skript	Siehe <a href="http://www.ibws.ethz.ch">www.ibws.ethz.ch</a>
Literatur	<p>Bucher et al, Sporterziehung. Bände 1-6. Bern 1997</p> <p>Disler P. Dida-Methodische Modelle in der Ausbildung, Dissertation in 2004, 152</p> <p>Hotz A. &amp; P. Disler, Schneesport Schweiz Zur Konzeption eines neuen Kern-Lern-Lehrmittels, in: Illi &amp; Phüse (Hrsg.) Bewegung ist Leben, Hofmann Verlag Schorndorf 1997,157-166</p> <p>Hotz A., Qualitatives Bewegungslernen. Sportpädagogische Perspektiven einer kognitiv akzentuierten Bewegungslehre in Schlüsselbegriffen, Zumikon SVSS Verlag 1996;1998/2</p> <p>Kurz D. Sport mehrperspektivisch unterrichten warum und wie? In: Zieschang K. Buchmeier, W.: Sport zwischen Tradition und Zukunft. Schorndorf 1992 (1977)</p> <p>Loosch E., Allgemeine Bewegungslehre, Limpert Verlag Wiebelsheim 1999</p> <p>Roth K. &amp; K. Willemczik, Bewegungswissenschaft, Rowohlt Verlag Reinbek 1999</p> <p>Röthig P. Sportwissenschaftliches Lexikon, Schorndorf Verlag 2003</p> <p>Röthig P.&amp; s. Grössing (Hrsg.) Bewegungslehre, Kursbuch 3, Wiesbaden 1990/3</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Voraussetzung für das Unterrichtspraktikum: Alle Leistungen im LD Sport müssen bereits erbracht sein, abgesehen von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-3 ECTS EW-Fächer</li> <li>-4 ECTS Fachwissenschaftliche Vertiefung</li> <li>-2 ECTS Prüfungslektionen</li> </ul>

<b>557-0210-00L</b>	<b>Einführungspraktikum Sport ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>A. Thoma, weitere Dozierende</b>
	<i>Nur für Studierende von Lehrdiplom Sport.</i>				
	<i>Das Einführungspraktikum Sport muss mit Fachdidaktik Sport I (557-0315-00L) ODER Fachdidaktik Sport II (557-0316-00L) belegt werden, je nachdem, welches Fachdidaktik-Modul zuerst absolviert wird.</i>				
	<i>Voraussetzung: Berufspraktische Übungen (557-0215-00) bestanden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Einführungspraktikum hospitieren die Studierenden 3 Lektionen bei der Praktikumslehrperson und unterrichten selbst 7 Lektionen. Die Studierenden erhalten von der Praktikumslehrperson Beobachtungs- und Reflexionsaufträge.				
Lernziel	Die Studierenden sammeln schon zu Beginn ihrer Ausbildung erste Erfahrungen mit der Beobachtung, Konzeption und Durchführung von Unterricht. Diese frühe Auseinandersetzung mit der Komplexität von Unterrichtsgeschehen hilft abzuschätzen, ob eine Studierende/ein Studierender die Ausbildung weiterführen will und soll. Sie bildet eine Grundlage für die nachfolgende pädagogische und fachdidaktische Ausbildung.				
Inhalt	Den Studierenden bietet das Einführungspraktikum einen Einblick in den Berufsalltag einer Lehrperson. Die Praktikumslehrperson legt Beobachtungs- und Reflexionsaufträge und die Themen der zu erteilenden Lektionen fest. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios des/der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit der/dem Studierenden aus. Zu den Lektionen, die der/die Studierende selber hält, führt die Praktikumslehrperson Vor- und Nachbesprechungen durch.				
Skript	Siehe moodle 00 - Lehrdiplom Sport <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php">https://moodle-app2.let.ethz.ch/auth/shibboleth/login.php</a>				
Literatur	<p>Bucher et al, Sporterziehung. Bände 1-6. Bern 1997</p> <p>Disler P. Dida-Methodische Modelle in der Ausbildung, Dissertation in 2004, 152</p> <p>Hotz A. &amp; P. Disler, Schneesport Schweiz Zur Konzeption eines neuen Kern-Lern-Lehrmittels, in: Illi &amp; Phüse (Hrsg.) Bewegung ist Leben, Hofmann Verlag Schorndorf 1997,157-166</p> <p>Hotz A., Qualitatives Bewegungslernen. Sportpädagogische Perspektiven einer kognitiv akzentuierten Bewegungslehre in Schlüsselbegriffen, Zumikon SVSS Verlag 1996;1998/2</p> <p>Kurz D. Sport mehrperspektivisch unterrichten warum und wie? In: Zieschang K. Buchmeier, W.: Sport zwischen Tradition und Zukunft. Schorndorf 1992 (1977)</p> <p>Loosch E., Allgemeine Bewegungslehre, Limpert Verlag Wiebelsheim 1999</p> <p>Roth K. &amp; K. Willemczik, Bewegungswissenschaft, Rowohlt Verlag Reinbek 1999</p> <p>Röthig P. Sportwissenschaftliches Lexikon, Schorndorf Verlag 2003</p> <p>Röthig P.&amp; s. Grössing (Hrsg.) Bewegungslehre, Kursbuch 3, Wiesbaden 1990/3</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Berufspraktische Übungen (557-0215-00) bestanden				

<b>557-0211-01L</b>	<b>Prüfungslektion untere Stufe Sport ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Thoma, weitere Dozierende</b>
	<i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion obere Stufe Sport" (557-0211-02L) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	<p>Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen</li> <li>- den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.</li> </ul>				

Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				
<b>557-0211-02L</b>	<b>Prüfungslektion obere Stufe Sport ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Thoma, weitere Dozierende</b>
	<i>Muss zusammen mit "Prüfungslektion untere Stufe Sport" (557-0211-01L) belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Rahmen einer an einem Gymnasium durchgeführten und benoteten Prüfungslektion stellt der Kandidat/ die Kandidatin seine/ihre in der Ausbildung erworbene fachliche und didaktische Kompetenz unter Beweis.				
Lernziel	Die Kandidatin/der Kandidat zeigt anhand eines vorgegebenen Themas, dass sie/er in der Lage ist, - lernwirksamen Unterricht auf der Gymnasialstufe zu entwickeln, fachlich und didaktisch zu begründen und durchzuführen - den erteilten Unterricht auf Stärken und Schwächen hin zu analysieren und Verbesserungen zu skizzieren.				
Inhalt	Die Studierenden erfahren das Lektionsthema in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Von der zuständigen Lehrperson erhalten sie Informationen über den Wissensstand der zu unterrichtenden Klasse und können sie vor dem Prüfungstermin besuchen. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten ein. Die gehaltene Lektion wird kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/ der Kandidatin über die gehaltene Lektion im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: Schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Nach Abschluss der übrigen Ausbildung.				
<b>557-0215-00L</b>	<b>Berufspraktische Übungen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Thoma</b>
	<i>Voraussetzung: zwei erfolgreich absolvierte Sportpraxis-Vertiefungsausbildungen.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Berufspraktischen Übungen bestehen aus einer Startveranstaltung und einem Gruppenpraktikum an einer Kantonsschule. Die Studierenden sammeln erste Erfahrungen als Sportlehrperson und profitieren von der Unterstützung einer erfahrenen Praktikumslehrperson.				
Lernziel	Die Studierenden... ... sammeln Erfahrungen durch die Hospitation bei einer erfahrenen Lehrperson. ... analysieren den Unterricht anhand von Beobachtungsaufträgen und werden so für Herausforderungen als Sportlehrperson sensibilisiert. ... unterrichten im Teamteaching erste Lektionssequenzen und erhalten dazu eine differenzierte Rückmeldung. ... planen eine erste Lektion selbstständig und führen diese mit einer Klasse durch.				
Inhalt	- Erste einfache pädagogische und methodische Konzepte für den Sportunterricht - Hospitation bei einer erfahrenen Sportlehrperson - Beobachtungsaufträge zu fachspezifischen Themen und Herausforderungen - Unterstützung der Praktikumslehrperson im Teamteaching - Aufträge im Bereich der Spielleitung - Planung und Durchführung einer Lektion - Reflexion und Erfahrungsaustausch zu den Lektionen				
Skript	Unterlagen auf Moodle				
Literatur	Kernlehrmittel Jugend & Sport				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: zwei erfolgreich absolvierte Sportpraxis-Vertiefungsausbildungen  Die Startveranstaltung findet in der dritten Semesterwoche statt, die Teilnahme ist obligatorisch  Das Gruppenpraktikum (Dreiergruppen, in Ausnahmefällen Zweiergruppen) findet in der unterrichtsfreien Zeit im Juni statt und umfasst 8 Termine				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>557-0220-00L</b>	<b>Teilpraktikum Unterricht an gymnasialer Maturitätsschule ■</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>11P</b>	<b>A. Thoma, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Das Unterrichtspraktikum umfasst 30 Termine. Es erstreckt sich über 4-6 Wochen. Es bietet den Studierenden Gelegenheit, die Inhalte der fachwissenschaftlichen, erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung in die Unterrichtspraxis umzusetzen. Begleitend zum Praktikum führen sie Arbeitsaufträge aus.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				



Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Praktikumslehrperson sorgt ausserdem dafür, dass der/die Studierende Einblick in den schulischen Alltag erhält und die vielfältigen Verpflichtungen einer Lehrperson kennen lernt.
Voraussetzungen / Besonderes	Dieses Praktikum kann nur zusammen mit dem Modul „Lehr- und Lernort Berufsfachschule 1“ (ETH: 851-0237-01/ UZH: 090LLB1S) im Rahmend der berufspädagogischen Zusatzausbildung der Universität Zürich absolviert werden. Studierende, die nur eine Lehrbefähigung für die Mittelschule anstreben, belegen das Unterrichtspraktikum Sport (557-0208-00L).  Voraussetzung für das Unterrichtspraktikum: Alle Leistungen im LD Sport müssen bereits erbracht sein, abgesehen von  -3 ECTS EW-Fächer -4 ECTS Fachwissenschaftliche Vertiefung -2 ECTS Prüfungslektionen

## ► Fachwiss. Vertiefung mit pädagogischem Fokus und weitere Fachdidaktik

### ►► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus I

*In dieser Kategorie sind mindestens 6 KP zu erwerben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
557-0205-00L	<b>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Sport A ■</b> <i>Mentorierte Arbeit Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus Sport für Lehrdiplom.</i>	O	2 KP	4A	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Pädagogische Umsetzung von Forschungsprojekten für die Schule Heranführen an sportpädagogische geprägte Forschungsprojekte. Befähigung zu einem jugendgerechten Bewegungs- und Sportunterricht. Kompetente «Pädagogische Umsetzung» von Forschungsprojekten im Fachbereich Bewegung und Sport. Rückbindung der wissenschaftlichen Inhalte in den Schulunterricht.				
Lernziel	Die Studierenden verknüpfen allgemeine Bildungsziele mit allgemeinen und speziellen Hintergründen von Forschungsprojekten und deren Umsetzung. Sie kennen unterschiedliche Bildungskonzepte der oben beschriebenen Fachbereiche, erkennen deren Stärken und Schwächen und sind in der Lage, verschiedene Konzepte situationsbezogen umzusetzen. Sie interessieren sich für die Prozesse und Denkprozesse der Erziehung und Forschung Im Sport in der Schweiz. Sie setzen ihr Wissenschaftswissen ein, um schul- oder bildungspolitische Denkprozesse anzustoßen und zu begleiten. Sie interessieren sich für die Prozesse der Forschung Im Sport Sie begegnen dem Forschungsinteresse der Schüler mit dem Wissenshintergrund aus Sportpsychologie, Sportsoziologie, Sportpädagogik und Sportgeschichte.				
Inhalt	Die Studierenden wenden die Bewegungs- und Lernziele des Sportunterrichts aus den kantonalen Lehrplänen im Unterricht an und können diese begründen. Sie interessieren sich für die Prozesse der Forschung Im Sport Sie erlernen anhand von Projektaufgaben die didaktische Anwendung der Sportpsychologie, Sportsoziologie, Sportpädagogik oder Sportgeschichte und ziehen daraus Konsequenzen für den situativ-variabel orientierten Unterricht. Sie setzen ihr Wissenschaftswissen ein, um bei den Lernenden Denkprozessen anzustoßen und zu begleiten.				
Skript	Skript unter: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=117">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=117</a> >				
Literatur	Literatur Literaturverweise erfolgen jeweils in den gewählten Fachbereichen				
Voraussetzungen / Besonderes	Auswahl von 2 aus 4 Angeboten: a) Motor-Learning im Sport (Fachbereich Sportpsychologie) - Vorlesung - Praktische Umsetzung von Forschungsprojekten für die Schule b) Sport im Spannungsfeld zwischen Ethik und Kommerz (Fachbereich Sportsoziologie) - Vorlesung - Praktische Umsetzung von Forschungsprojekten für die Schule c) Mehrperspektivität im Sportunterricht (Fachbereich Sportpädagogik) - Vorlesung - Praktische Umsetzung von Forschungsprojekten für die Schule d) Historische Entwicklung der Lehr und Lernmodell im Sportunterricht (Fachbereich Sportgeschichte) - Vorlesung - Praktische Umsetzung von Forschungsprojekten für die Schule Alle Wahlfachangebote beinhalten: - Sportwissenschaftliche Fachpraxis - Praktische Umsetzung der Erkenntnisse für die Schule				

### ►► Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischem Fokus II

*In dieser Kategorie sind mindestens 6 KP zu erwerben.*

*Die Fächer müssen aus der Sportpraxis Vertiefungsausbildung gewählt werden.*

*siehe Studiengang Sport Lehrdiplom, Sportpraxis:  
Vertiefungsausbildung*

### ► Wahlpflicht

*In dieser Kategorie sind mindestens 6 KP zu erwerben.*

*Die Fächer müssen aus der Sportpraxis Vertiefungsausbildung gewählt werden.*

*Siehe Studiengang Sport Lehrdiplom, Sportpraxis:  
Vertiefungsausbildung*

### ► Sportpraxis

*Fachwissenschaftliche Voraussetzung für den Erhalt des Lehrdiploms für Maturitätsschulen im Fach Sport ist ein universitärer Master-Abschluss in Sport-, Bewegungs-, Gesundheits- oder anderen Naturwissenschaften mit genügend bewegungs- und sportwissenschaftlichen Grundlagen. Darüber hinaus sind fachpraktische Auflagen (Sportpraxis) im Umfang von 46 KP erforderlich, die teilweise im Rahmen des Bachelor- und Master-Studiums absolviert werden können.*

### ►► Grundausbildung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>557-0412-01L</b>	<b>Tanz I ■</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I, II oder III).</i>  <i>Obligatorisch für LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. König, F. Hüppin</b>
Kurzbeschreibung	Der Tanz und die Bewegung beinhalten Ausdruck, Kraft, Ausdauer, Geschmeidigkeit, Flexibilität, rythmische Bewegungsabläufe, Koordination und Tanzphrasen mit Musik - gepaart mit Kreativität. Einführung in diese Aspekte.				
Lernziel	- Freude am Tanzen wecken und/oder fördern  - Ohne tänzerische Voraussetzungen mit Freude erleben können, was Tanzen sein kann: Tanzen, tanzen, tanzen- erleben, was für Möglichkeiten es von einfach bis anspruchsvoll gibt.  - Einblick in verschiedene Tanzstilrichtungen  - Verbesserung der eigenen Tanztechnik in den Themen, die angeboten werden: Eigene Fertigkeiten und Kenntnisse erwerben oder erweitern  - Bewegungsvielfalt-, und Repertoire erweitern  - Verbesserung der koordinativen Kompetenzen mit Hilfe von Musik  - Musik ordnen und Charakter der Musik heraushören können  - Tanz fördert ein verstärktes Körper- und Haltungsbewusstsein, ganzheitliche Persönlichkeitsbildung und fördert die Körpersprache: Ausdrucksmittel für Emotionen.				
Inhalt	- Kennenlernen von verschiedenen Tanzstile: HipHop/Streetdance, Jazz, Jive (RNR), Salsa...  - Grundlagen von Techniken einzelner Tanzstile kennenlernen und verbessern  - Erarbeiten von Tanzkombinationen  - Der Tanz und die Bewegung beinhalten Ausdruck, Kraft, Ausdauer, Geschmeidigkeit, Flexibilität, rhythmische Bewegungsabläufe, Koordination und Tanzphrasen mit Musik- gepaart mit Kreativität und Lebensfreude				
<b>557-0432-01L</b>	<b>Akrobatik I ■</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i>  <i>Obligatorisch für das LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-M. Jäggi</b>
Kurzbeschreibung	Bewegungsgrundformen (Kernbewegungen) bzw. die diesbezüglichen Aktionen und Funktionen am Boden, in der Akrobatik, in der Partnerakrobatik sowie im Parkour und Freerunning kennen, verstehen und in Verbindungen individuell und kooperativ nach qualitativen Kriterien gestalten.				
Lernziel	Die Studierenden sollen: - Bewegungsgrundformen erwerben und festigen und in Kombinationen anwenden und gestalten - ihre eigenen Kräfte und die entstehenden Kraftwirkungen differenziert nutzen, um den schwingenden, fliegenden, fallenden und sich drehenden Körper gezielt und ökonomisch zu bewegen - Orientierungssicherheit bzw. Raumorientierung in Drehungen und stützlosen Phasen (Flug) erlangen - soziale Verhaltenskompetenzen (helfen, beobachten, beraten) in Kleingruppen sensibilisieren				
Inhalt	- Parkour - Freerunning - Kooperation in akrobatischen Formen zu dritt in der Gerätebahn - Elemente aus der Partnerakrobatik - Bewegungsformen und -verbindungen am Boden, auf dem Airtrack und an der Wand - Stütz- und Sprungformen zur Überwindung von Hindernissen - methodisch didaktische Inputs				
<b>557-0444-01L</b>	<b>Leichtathletik I ■</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i>  <i>Obligatorisch für das LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Brozzo, M. Zürcher</b>
Kurzbeschreibung	In der Grundausbildung Leichtathletik werden die Fertigkeiten im Bereich Lauf, Wurf und Sprung von der Grobform bis zur best möglichen Feinform trainiert. Die Disziplinen Hürdenlauf, Weitsprung sowie die Würfe Diskus und Speer werden intensiv aufgebaut und geschult.				
Lernziel	Erlernen einiger Leichtathletikdisziplinen Fördern der Leistungsfähigkeit Verstehen der Kernelemente				
Inhalt	praktisch angewendete Aufbaureihen zu Kernelementen und ganzheitlichen Formen für das Erlernen vom Laufen, weit Springen und Werfen in leichtathletischen Disziplinen				
Literatur	J+S Lehrmittel Leichtathletik, Baspo				
<b>557-0454-01L</b>	<b>Schwimmen I ■</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i>  <i>Obligatorisch für das LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Perk</b>
Kurzbeschreibung	Grundausbildung im Schwimmsport: Schwimmen, Wasserspringen, Wasserball und Artistic Swimming				
Lernziel	Alle Schwimmsportarten: - Kennenlernen und verstehen der einzelnen Grundtechniken - Verbessern der eigenen technischen Fähigkeiten und Fertigkeiten				
Inhalt	- Schwimmen: Erwerben und festigen der Schwimmtechniken Rücken, Brust und Kraul sowie Grundform Delfin. Erwerben und Festigen Start und Wenden Kraul und Brust. - Wasserspringen: Erwerben und festigen Grundtechniken Eintauchen und Abspringen aus verschiedenen Ausgangspositionen und Absprungshöhen. Einzelne Kernsprünge. - Wasserball: Erwerben und festigen Dribbeln, Wassertreten, Ballaufnahme und Werfen. Spielformen Wasserball. - Artistic Swimming: Erwerben und festigen Wassertreten, Paddeln, einzelne Grundfiguren.				

Skript	Wird abgegeben				
Literatur	- Bissig M., u.a. (2004), Schwimmwelt, Bern: Schulverlag (ISBN: 3-292-00337-7) - Swimsports.ch: Schweizerische Tests im Schwimmsport				
Voraussetzungen / Besonderes	Assessment II BSc HST erfolgreich abgeschlossen.				
<b>557-0601-00L</b>	<b>Badminton I ■</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i>  <i>Obligatorisch für das LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Lüscher Luchsinger</b>
Kurzbeschreibung	Technische und taktische Fähigkeiten und Fertigkeiten des Spiel erlernen und vertiefen; aufzeigen methodischer Lern- und Aufbaureihen.				
Lernziel	Erlernen der Basisschläge Elemente der Lauftechnik erwerben Einzel- und Doppeltaktik kennen lernen Verschiedene Spielformen erproben				
Skript	Die Skriptunterlagen können auf moodle heruntergeladen werden				
Literatur	Lehrunterlagen von Shuttle Time				
Voraussetzungen / Besonderes	Präsenz: maximale Anwesenheit empfohlen				
	Prüfung: 3x während dem Semester Elemente der Lauftechnik, Schlagtechnik und Doppeltaktik				
<b>557-0604-02L</b>	<b>Sommersport: Klettern</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i> <i>100% Anwesenheit wird erwartet!</i>  <i>Sommersport obligatorisch für das LD Sport (aber nur entweder Biken oder Klettern anrechenbar).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Elmiger-Schnyder, R. Volken,</b> weitere Dozierende
Kurzbeschreibung	Erproben und erfahren der Klettertechnik, Anwendung der Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis.				
Lernziel	Die Studierenden: -erproben und erfahren die Klettertechnik -wenden die Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis an.				
Inhalt	Klettertechnik angewandt im Klettergarten oder in der Halle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Assessment I, II oder III (BSc HST) oder Assessment Polysport abgeschlossen.				
<b>557-0604-03L</b>	<b>Sommersport: Biken</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i> <i>100% Anwesenheit wird erwartet!</i>  <i>Sommersport obligatorisch für das LD Sport (aber nur entweder Biken oder Klettern anrechenbar).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Elmiger-Schnyder, A. Thoma</b>
Kurzbeschreibung	Erproben und erfahren der Biketechnik, Anwendung der Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis.				
Lernziel	Die Studierenden: -erproben und erfahren die Biketechnik -wenden die Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis an.				
Inhalt	Alle biketechnischen Inhalte und Fähigkeiten im Uphill- und Downhillbereich.				
Voraussetzungen / Besonderes	Assessment I, II oder III (BSc HST) oder Assessment Polysport abgeschlossen.				
<b>557-0533-01L</b>	<b>Unihockey I ■</b> <i>Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).</i>  <i>Obligatorisch für LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Ungrad, B. Bötschi</b>
Kurzbeschreibung	Erleben des Sportspiels Unihockey Praktisches erarbeiten der Spielfähigkeiten und -fertigkeiten fürs Sportspiel Unihockey Individuelle Verbesserung der persönlichen Fähigkeiten Erarbeiten und Verknüpfen der Praxis mit der Theorie				
Lernziel	Erarbeiten der Spielfähigkeiten und -fertigkeiten fürs Sportspiel Unihockey Individuelle Verbesserung der persönlichen Fertigkeiten Erfahrungsgewinn als Grundlage zur Verbindung von Praxis mit Theorie				
Inhalt	Von der Spielidee zu den Spielfähigkeiten und Spielfertigkeiten Individuelle Fertigkeitsschulung der einzelnen Sportfertigkeiten Ballführen, Passen, Schiessen Spielfertigkeitsentwicklung vom Leichten zum Schwierigen an ausgewählten Beispielen Sportspielübergreifende Fähigkeits- und Fertigkeitsschulung Integrierte Spielentwicklung Spiel- und Bewegungsanalyse Regelkenntnis Beurteilung: in 3 Praxis-Übungen (zählen zu 2/3) und Spiel (zählt zu 1/3)				
Skript	Der Unterricht basiert auf dem Buch "unihockey basics" von B.Beutler, Mark Wolf.				
Literatur	"unihockey basics", B.Beutler, M.Wolf, ingold verlag, 3360 Herzogenbuchsee, 2004. Herausgeber: SVSS, Schweizerischer Verband für Sport in der Schule offizielles Lehrmittel des Schweizerischen Unihockey Verbandes ISBN 3-03700-043-0				
Voraussetzungen / Besonderes	Bitte eigenen Unihockeystock mitbringen!				

## ►► Vertiefungsausbildung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
557-0416-00L	<b>Tanz II ■</b> <i>Voraussetzung: Tanz I besucht.</i>	W	2 KP	2G	C. König, F. Hüppin
	<i>Obligatorisch für das LD Sport. 80% Anwesenheitspflicht.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Tanz und die Bewegung beinhalten Ausdruck, Kraft, Ausdauer, Geschmeidigkeit, Flexibilität, rhythmische Bewegungsabläufe, Koordination und Tanzphrasen mit Musik- gepaart mit Kreativität- Vertiefung dieser Aspekte				
Lernziel	Vertiefen und verbessern der eigenen Tanztechnik Kennenlernen neuer Bewegungsarten, Tanzrichtungen Aneignen verschiedener geeigneter Tanzmethoden Sicherheit in der unterrichtlichen Kompetenz gewinnen Förderung von Kreativität				
Inhalt	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht. Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neue Tanzrichtungen kennenlernen</li> <li>- Technik verschiedener Tanzstile verbessern</li> <li>- Didaktisch-methodische Inputs</li> <li>- Erarbeiten von Tanzkombinationen</li> </ul>				
557-0426-00L	<b>Fitness II ■</b> <i>Voraussetzung: Fitness I besucht.</i>	W	2 KP	2G	R. Heynen, M. Perk, A. Sonderegger
	<i>Obligatorisch für LD Sport. 80% Anwesenheitspflicht.</i>				
Kurzbeschreibung	Vertiefungsausbildung Fitness: Erwerben von weiterführenden Fertigkeiten und vertieftem Wissen in den Bereichen Fitnessberatung und Group Fitness.				
Lernziel	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht. Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.				
Inhalt	Vertiefen relevanter Leistungsfaktoren beim Training der körperlichen Fitness. Erwerben von Fertigkeiten und der Methodik in der Fitnessberatung und im Bereich Group Fitness.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anamnese und Trainingsplanung</li> <li>- Trainingsmittel im Fitnessbereich</li> <li>- Methoden im Kraft und Ausdauerbereich</li> <li>- Einführung von Personen an Fitnessgeräten, Instruktion und Korrektur</li> <li>- Funktionelle Anatomiekenntnisse im Fitnessbereich</li> <li>- Sicherheits- und Trainingsregeln im Group Fitness</li> <li>- verbales &amp; visuelles Cueing</li> <li>- Funktionelles Training im Group Fitness</li> <li>- Training der Tiefenmuskulatur ohne/mit instabiler Unterlage</li> <li>- Intervalltraining als Stundenformat</li> <li>- Koordinationstraining ohne/mit Hilfsmittel</li> <li>- Dehnmethode</li> <li>- Zielgruppenangepasste Stundenformate</li> </ul>				
Skript	Wird im Unterricht abgegeben oder auf Moodle bereitgestellt				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript und Unterlagen Fitness I</li> <li>- Optimales Training, J. Weineck, 16. Auflage, 2009</li> <li>- Training fundiert erklärt, J. Hegner, 5. Auflage 2012</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht.				
557-0446-02L	<b>Leichtathletik II ■</b> <i>Voraussetzung: Leichtathletik I besucht.</i>	W	2 KP	2G	M. Zürcher, C. Brozzo
	<i>Obligatorisch für das LD Sport. 80% Anwesenheitspflicht.</i>				
Kurzbeschreibung	Im Vertiefungsfach werden didaktische und methodische Aspekte der aus der Leichtathletik I bekannten Disziplinen behandelt. Stabhochsprung wird als neue Disziplin kennengelernt. Es werden keine fertigkeitsspezifische Prüfungen absolviert.				
Lernziel	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht. Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leichtathletisch spezifisches Einlaufen</li> <li>- Kernelemente aller Disziplinen</li> <li>- Erwerben technischer Fertigkeiten im Stabhochsprung</li> <li>- Helfen &amp; Sichern im Stabhochsprung</li> <li>- Erfolgreiche Staffelübergabe</li> <li>- Schriftlicher Beobachtungsauftrag</li> <li>- Disziplinen spezifischer Beobachtungsstandort</li> <li>- Intensitätssteigerung durch passende Zusatzaufgaben</li> <li>- Erwerben einer Struktur für Rückmeldungen</li> </ul>				
Skript	Es wird kein Skript abgegeben				
Literatur	J+S Kernlehrmittel J+S Broschüre Leichtathletik verstehen & Leichtathletik vermitteln				
Voraussetzungen / Besonderes	Leichtathletik I (Grundausbildung) Die Grundausbildung muss besucht, aber nicht zwingend bestanden werden.				
557-0496-03L	<b>Volleyball II</b> <i>Voraussetzung: Volleyball I besucht.</i>	W	2 KP	2G	M. Attinger
	<i>Obligatorisch für das LD Sport.</i>				

	<i>80% Anwesenheitspflicht.</i>		
Kurzbeschreibung	Wichtige Aspekte des Volleyball und Beachvolleyball Unterrichtens erkennen und erleben und mit Hilfe von didaktischen und methodischen Konzepten für den eigenen Unterricht aufbereiten.		
Lernziel	Individuelle Fähigkeiten in Technik und Taktik im Volleyball und Beachvolleyball verbessern. Sie erkennen und erleben die wichtigen Aspekte beim Volleyball und Beachvolleyball Unterrichten und bereiten diese mit Hilfe von didaktischen und methodischen Konzepten für Ihren Unterricht auf.  Sie verbessern Ihre individuellen Fähigkeiten in Technik und Taktik im Volleyball und Beachvolleyball.		
Inhalt	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht. Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus. Sie erfahren und besprechen die hauptsächlichen Probleme, die beim Volleyball und Beachvolleyball Unterrichten auftreten. Sie erkennen den Umgang damit direkt in der Praxis und erarbeiten auch selber Lösungsansätze.		
Skript	Sie verbessern Ihre individuellen technischen und taktischen Fähigkeiten in diversen Übungs- und Spielformen. Wird während dem Semester auf "Moodle" publiziert.		
Literatur	"Volleyball, Training & Coaching", Czimek & DVV, 2017 "Volleyball spielen", Foerster (BASPO), 2016 "Volleyball verstehen", Schnyder-Benoit (BASPO), 2016 "Kids Volley", Monnet et al (BASPO), 2016		
Voraussetzungen / Besonderes	Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.		
Kompetenzen	80% Anwesenheitspflicht.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>557-0540-00L</b>	<b>Geräteturnen III</b> <i>Voraussetzung:</i> <i>Besuchte Grundausbildung</i> <i>- Geräteturnen und Trampolin I (557-0433-00L) und</i> <i>- Akrobatik I (557-0432-01L).</i>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M.-M. Jäggi</b>
	<i>Obligatorisch für LD Sport.</i> <i>80% Anwesenheitspflicht</i>				
Kurzbeschreibung	Festigung bekannter Bewegungsformen sowie Erwerb neuer Fertigkeiten zur Sicherung minimaler Vorzeigekompetenzen einer angehenden Sportlehrperson in den Bereichen Geräteturnen, Trampolinspringen und Akrobatik.				
Lernziel	Geräteturnen III setzt den Fokus auf den Erwerb sowie die Festigung von grundlegenden Fertigkeiten an den verschiedenen Geräten. Die angehende Sportlehrperson soll in der Lage sein, diese Basisfertigkeiten im Schulunterricht auf Sek II Stufe selber vorzeigen zu können. Darüber hinaus werden niveaugerecht weitere Fertigkeiten und Elemente vermittelt.				
Inhalt	Die Studierenden sollen: - gerätespezifische Basisfertigkeiten vorzeigen können - den vorhandenen Bewegungsschatz vertiefen - ihr Repertoire an gerätebezogenen Bewegungsformen erweitern - ihre individuellen Leistungskompetenzen steigern (auch um Selbstvertrauen und Auftrittskompetenz zu verbessern)				
	- Training und Festigung bekannter Kernelemente und deren Verbindungen an Reck, Barren, Stufenbarren, Boden, Schaukelringen und auf dem Minitrampolin - Vermittlung und Erwerb neuer Fertigkeiten an den oben erwähnten Geräten				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft		
<b>557-0543-01L</b>	<b>Fussball II</b> <i>Voraussetzung: Fussball I besucht.</i> <i>Obligatorisch für das LD Sport.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. C. Humbel, H. A. Russheim</b>
	<i>80% Anwesenheitspflicht.</i>				

Kurzbeschreibung	Erwerb, Festigung erweiterter Techniken und Anwendung elementarer Grundbewegungen im Fussball. Weiterentwicklung der individuellen Voraussetzungen und Vermittlung fussballspezifischer Methodik/Didaktik stehen im Mittelpunkt.				
Lernziel	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht. In diesem Kurs werden die elementaren te/ta Bewegungen erworben, gefestigt und angewandt.				
Inhalt	<p>Methodik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Rad der Variation</li> <li>- Beobachten-Beurteilen-Beraten-Begleiten (BBBB)</li> <li>- Implizites vs explizites Coaching</li> </ul> <p>Individuelle Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwerben/Festigen: Kopfball</li> <li>- Anwenden/Variieren: Dribbling, Passspiel, Torschuss</li> <li>- taktisches Verhalten im 1-1 bis 4-4</li> </ul> <p>Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Te/ta und Ta/te Coachingpunkte</li> </ul>				
Skript	Über Moodle werden Unterlagen zur Verfügung gestellt, die als Basis für das Bestehen der Pass-Aufgaben dienen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.				
Kompetenzen	a) 80% Anwesenheitspflicht. b) Erfüllen der während des Semesters gestellten Aufgaben wie				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert

<b>557-0547-00L</b>	<b>Handball II / Basketball II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Lüchinger, C. Ferrari</b>
	<i>Voraussetzung: Handball I / Basketball I besucht.</i>				
	<i>Obligatorisch für das LD Sport. 80% Anwesenheitspflicht.</i>				
Kurzbeschreibung	<p>Handball: Wichtige Aspekte des Spiels erkennen, erleben und mit Hilfe von didaktisch-methodischen Konzepten für den eigenen Unterricht aufbereiten.</p> <p>Basketball: Am Beispiel der Spielentwicklung und -leitung werden methodisch-didaktische Konzepte für das Basketball im Sportunterricht aufgezeigt und umgesetzt.</p>				
Lernziel	Die Vertiefungsfächer stellen methodisch-didaktische Aspekte in den Fokus. Vermittelt werden sportartenspezifische Ansätze für den Schulunterricht auf Sek II Stufe. Diese werden oft auch anhand neuer Fertigkeiten und Elemente veranschaulicht. Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.				
Inhalt	<p>Handball: Sie kennen und erleben die wichtigsten Aspekte beim Handball Unterrichten und bereiten diese mit Hilfe von didaktisch-methodischen Konzepten für den Unterricht auf. Sie kennen und erleben verschiedene Beurteilungsformen für die Schule. Sie verbessern ihre individuellen Fähigkeiten in Technik und Taktik.</p> <p>Basketball: Sie erlangen ein Spielverständnis für die Zielform im Sportunterricht. Sie erlernen die analytischen Fähigkeiten, um die Spielqualität im Basketball zu verbessern. Sie kennen die wichtigsten Aspekte und die verschiedenen Rollen der Spielleitung.</p> <p>Handball: Sie erfahren und besprechen die didaktisch-methodischen Konzepte, um Übungen und das Spiel im Sinne des Sportunterrichts und der Sportart anzupassen und mit einer Klasse weiterzuentwickeln. Sie erfahren und besprechen verschiedene Beurteilungsformen für die Schule. Sie verbessern ihre individuellen Fähigkeiten in Technik und Taktik.</p> <p>Basketball: Ausgehend von der Spielentwicklung in der Grundausbildung werden spezifische methodisch-didaktische Konzepte und Aspekte für den Sportunterricht behandelt. In Form eines Microteachings und einer Spielleitungssequenz im Unterricht werden die aufgezeigten Inhalte praktisch umgesetzt.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Besuchen und erfolgreiche Abschliessen der Vertiefungsfächer setzen keine bestandene, aber eine besuchte Grundausbildung voraus.				
	80% Anwesenheitspflicht				

## ►► Fremdausbildung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>557-0450-00L</b>	<b>Rettungsschwimmen Plus Pool SLRG ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>		externe Veranstalter
	<i>Bestätigung Brevet Plus Pool der SLRG.</i>				
	<i>Fremdausbildung! Wird nur im Lehrdiplom Sport angerechnet!</i>				
Kurzbeschreibung	Erwerb des SLRG Brevet Plus Pool. Aufbauend auf dem Brevet Basis Pool erweitert das Brevet Plus Pool die Wasseraufsicht einer Gruppe auf unbewachte Schwimmbäder.				

Lernziel	Erkennen von Gefahren im, am und auf dem Wasser Kenntnis und Umgang mit Rettungsgeräten Befreiungs- und Appschlepptechniken Orientierung unter Wasser Bergen einer Person Grundwissen in Anatomie und Nothilfe
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: siehe unter <a href="http://www.slrg.ch">www.slrg.ch</a>

<b>557-0451-00L</b>	<b>Ersthelfer Stufe 2 ■</b> <i>Bestätigung Ausweis "Ersthelfer Stufe 2 IVR"</i> <i>Informationen zur Ausbildung unter <a href="http://www.samariter.ch">www.samariter.ch</a> oder <a href="http://ivr-ias.ch">ivr-ias.ch</a></i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	externe Veranstalter
---------------------	--	----------	-------------	----------------------

*Fremdausbildung! Wird nur im Lehrdiplom Sport angerechnet!*

**Kurzbeschreibung** Erwerb des Ausweises Ersthelfer Stufe II IVR.  
Im Kurs Ersthelfer Stufe 2 IVR erlernen Sie die Grundkenntnisse in Bezug auf Sicherheit und Hygienemassnahmen bei unfallbedingten Körperschädigungen und akuten Erkrankungen.

- Lernziel**
- \* einen Verletzten beurteilen und die lebensrettenden Sofortmassnahmen ausführen
  - \* eine Wundversorgung mit aktuellem Verbandmaterial vornehmen
  - \* die Merkmale einer Verstauchung, Zerrung oder Verrenkung aufzählen und Erste-Hilfe-Massnahmen anwenden
  - \* Festhalteverbände mit gängigem Material vornehmen
  - \* die Funktion von Atmungssystem und Blutkreislauf erklären
  - \* die Symptome von Vergiftungen nennen
  - \* die Zeichen akuter Erkrankungen aufzählen
  - \* den Inhalt einer Apotheke zusammenstellen
  - \* Sicherheitsmassnahmen im Alltag vornehmen

- Inhalt**
- \* Hautverletzungen
  - \* Wundinfektion / Blutvergiftung
  - \* Stürze im Alltag (Verstauchungen, Prellungen, Quetschungen)
  - \* Sportverletzungen, Knochenbrüche
  - \* Herzkreislaufstörungen
  - \* Alltagserkrankungen in der Familie

Voraussetzungen /  
Besonderes Voraussetzungen: siehe [www.samariter.ch](http://www.samariter.ch).

<b>557-0452-01L</b>	<b>Summer School: Wasser</b> <i>Fremdausbildung! Wird nur im Lehrdiplom Sport angerechnet.</i> <i>Anmeldemöglichkeiten werden durch das Studiensekretariat HST bekannt gegeben.</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	externe Veranstalter
---------------------	---	----------	-------------	----------------------

Voraussetzungen /  
Besonderes tbd

## ►► Kompensationsfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0014-00L</b>	<b>Praktikum Trainingslehre</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Krebs, D. Baumgartner, A. Sonderegger</b>

**Kurzbeschreibung** Einführung in die Prinzipien der Trainingslehre / Erleben von Trainingsformen in den Bereichen Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit / Durchlaufen eines Trainingsprozesses / Spezielle Trainingsformen wie intermittierendes Training, etc. / Training in verschiedenen Settings / Trainingskontrollen und Leistungstests

**Lernziel** Die Teilnehmer erfahren die Prinzipien der Trainingslehre am eigenen Leib und sind damit kompetenter bei der Trainingsplanung und -gestaltung.

**Inhalt** Einführung in die Prinzipien der Trainingslehre / Erleben von Trainingsformen in den Bereichen Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit / Durchlaufen eines Trainingsprozesses / Spezielle Trainingsformen wie intermittierendes Training, etc. / Training in verschiedenen Settings / Trainingskontrollen und Leistungstests

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>376-0012-00L</b>	<b>Praktikum Bewegungslehre</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M.-M. Jäggi</b>
---------------------	---------------------------------	----------	-------------	-----------	--------------------

**Kurzbeschreibung** Bedeutung der Sinnessysteme für das Bewegungslernen / selbstbewegtes Erfahren unterschiedlicher koordinativer Kompetenzen / Strategien zur Optimierung von Bewegungshandlungen / Phasenanalyse ausgewählter Bewegungen / Bewegungsqualität / Feedback

- Lernziel** Die Studierenden sollen:
1. die unterschiedlichen Ursachen und Aspekte kennen, welche die motorische Handlungskompetenz beeinflussen
  2. die grundlegenden Anforderungen der Muskel-Steuerungsfähigkeit hinsichtlich ihrer Bedeutung für die koordinativen Kompetenzen differenzieren und einordnen können
  3. die koordinativen Fähigkeiten kennen und einander gegenüber stellen können
  4. ihre eigenen koordinativen Kompetenzen in exemplarischen Beispielen insbesondere im Bereich der Selbstbewegung vertieft erleben und gezielt verbessern
  5. verschiedene Lernstrategien kennen lernen und diese gewinnbringend in ihr eigenes Bewegungshandeln einsetzen können

**Inhalt** Bedeutung der Sinnessysteme für das Bewegungslernen / selbstbewegtes Erfahren unterschiedlicher koordinativer Kompetenzen / Strategien zur Optimierung von Bewegungshandlungen / Phasenanalyse ausgewählter Bewegungen / Bewegungsqualität / Feedback

**Skript** Unterlagen, inkl. Literaturhinweise stehen während des Semesters im Unterricht (elektronisch) zur Verfügung

<b>557-0604-02L</b>	<b>Sommersport: Klettern</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Elmiger-Schnyder, R. Volken,</b>
---------------------	------------------------------	----------	-------------	-----------	--

Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III).  
100% Anwesenheit wird erwartet!

weitere Dozierende

Sommersport obligatorisch für das LD Sport (aber nur entweder Biken oder Klettern anrechenbar).

Kurzbeschreibung	Erproben und erfahren der Klettertechnik, Anwendung der Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis.
Lernziel	Die Studierenden: -erproben und erfahren die Klettertechnik -wenden die Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis an.
Inhalt	Klettertechnik angewandt im Klettergarten oder in der Halle.
Voraussetzungen / Besonderes	Assessment I, II oder III (BSc HST) oder Assessment Polysport abgeschlossen.

<b>557-0604-03L</b>	<b>Sommersport: Biken</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Elmiger-Schnyder, A. Thoma</b>
	Voraussetzung: Assessment Polysport bestanden (oder Assessment I oder II oder III). 100% Anwesenheit wird erwartet!				

Sommersport obligatorisch für das LD Sport (aber nur entweder Biken oder Klettern anrechenbar).

Kurzbeschreibung	Erproben und erfahren der Biketechnik, Anwendung der Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis.
Lernziel	Die Studierenden: -erproben und erfahren die Biketechnik -wenden die Themen der Bewegungslehre in der Sportpraxis an.
Inhalt	Alle biketechnischen Inhalte und Fähigkeiten im Uphill- und Downhillbereich.
Voraussetzungen / Besonderes	Assessment I, II oder III (BSc HST) oder Assessment Polysport abgeschlossen.

### ► Auflagen Sportwissenschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>376-0202-00L</b>	<b>Neural Control of Movement and Motor Learning</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Wenderoth, M. Altermatt, S. Gerritzen, C. Lustenberger</b>
Kurzbeschreibung	This course extends the students' knowledge regarding the neural control of movement and motor learning. Particular emphasis will be put on those methods and experimental findings that have shaped current knowledge of this area including fMRI, EEG, TMS, electrical brain stimulation and classical behavioural experiments.				
Lernziel	Knowledge of the neurophysiological basis underlying the neural control of movement and motor learning. One central element is that students have first hands-on experience in the lab where small experiments are independently executed, analysed and interpreted.				

<b>376-0204-00L</b>	<b>Trainingswissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>E. de Bruin, P. Eggenberger</b>
Kurzbeschreibung	Evidenz-basierte Erkenntnisse zum Training der Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit, zur Planung und Periodisierung des Trainings, sowie zum motorischen Lernen werden vermittelt und bezüglich verschiedener Altersgruppen (Kindheit bis Seniorenalter), sowie Leistungsstufen diskutiert. Die Erkenntnisse werden in eine Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe umgesetzt.				
Lernziel	Evidenz-basierte Trainingsempfehlungen für verschiedene Zielgruppen (Kinder/Jugendliche, Erwachsene, Senioren, Breiten-/Leistungssport) verstehen, kritisch beurteilen und in einer zielgerichteten Trainingsplanung anwenden und evaluieren können.				
Inhalt	Vorlesung: - Evidenz-basierte Forschung in den Trainingswissenschaften - Training von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit - Training im Kindes- und Jugendalter - Training im Seniorenalter - Sportartanalyse, Trainingsplanung und Periodisierungsmodelle - Motorisches Lernen im Sport  Übungen: - Erarbeitung einer zielgerichteten Jahrestrainingsplanung zu einer individuell gewählten Sportart/Zielgruppe basierend auf trainingswissenschaftlicher Evidenz.  Praxis in der Sporthalle: - Exemplarische Anwendung praktischer Trainingsformen aus dem Kraft- und Schnelligkeitstraining - Experimente zum motorischen Lernen				
Skript	Folien der Vorlesung und Artikel auf Moodle.				
Literatur	G.G. Haff & N.T. Triplett (eds): Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics, 4th edition, 2016.  W.E. Amonette, K.L. English, W.J. Kraemer: Evidence-Based Practice in Exercise Science. The Six-Step Approach. Human Kinetics, 2016.				

<b>376-0222-00L</b>	<b>Exercise Physiology II: Molecular and Cellular Biology W of Skeletal Muscle</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. De Bock, O. Bar-Nur, G. D'Hulst</b>
Kurzbeschreibung	Skeletal muscle is an organ with a striking capacity to adapt to a variety of stimuli. It adapts to different modes of exercise training (endurance versus resistance exercise), regenerates upon damage, and loses its function under pathological conditions. This course gives insights into the molecular and cellular processes that control muscle adaptation to training and muscle repair from injury.			
Lernziel	Students will be able to understand the cellular composition of the muscle and how this affects muscle function. They will analyse and understand how a muscle adapts to a specific stimulus (exercise, injury, pathology), and how these processes are coordinated on a cellular and molecular level. They will learn the genetic basis of muscle disorders and obtain an overview on current efforts to develop new curative treatments for muscle diseases. Finally, will acquire skills to analyse and interpret current scientific efforts in the field, and translate the implications of research findings for training adaptations.			



- Inhalt
- Adaptations to endurance training
  - Adaptations to resistance training
  - Muscle regeneration (focus on muscle stem cells)
  - Muscle regeneration (focus on the role of stromal cells: vasculature, inflammation, FAPs,...)
  - Regulation of muscle insulin sensitivity
  - Muscle memory
  - Muscle insulin sensitivity and exercise
  - Muscle fiber typology and training optimization
  - Dietary approaches to optimize exercise training adaptations
  - How do elites train? (Or Concurrent training)
  - Stem cell biology and cell-based therapies for muscle diseases
  - Myogenic regulatory factors and their roles in muscle regeneration
  - Genetic basis of muscle diseases
  - Gene therapy and genome engineering approaches to treat muscle diseases

Voraussetzungen /  
Besonderes

- Exercise Physiology I (376-0207-00)

<b>376-0905-00L</b>	<b>Funktionelle Anatomie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. P. Wolfer, I. Amrein</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die allgemeine und spezielle Anatomie des Bewegungsapparates mit dem Ziel, Bewegungen und die Entstehung von Verletzungen besser zu verstehen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erlangen einer räumlichen Vorstellung des menschlichen Bewegungsapparates</li> <li>- Korrekte Anwendung der Nomenklatur bei der Beschreibung anatomischer Sachverhalte</li> <li>- Verstehen der Zusammenhänge zwischen Morphologie und normaler Funktion des Bewegungsapparates</li> <li>- Kenntnis der anatomischen Grundlagen ausgewählter Verletzungsmechanismen</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates (Bindegewebe, Knochen, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Becken und freie untere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Wirbelsäule, Brustkorb, Bauchwand (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> <li>- Schulter und freie obere Extremität (Skelett, Gelenke, Muskeln)</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schünke M, Topographie und Funktion des Bewegungssystems</li> <li>- Gehrke T, Sportanatomie, Rowohlt Taschenbuch Verlag</li> <li>- Weineck J, Sportanatomie, Spitta-Verlag</li> </ul>				

<b>376-1168-00L</b>	<b>Sports Biomechanics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Lorenzetti</b>
Kurzbeschreibung	Various types of sport are studied from a mechanical point of view. Of particular interest are the key parameters of a sport as well as the performance relevant indicators.				
Lernziel	The aim of this lecture is to enable the students to study a sport from a biomechanical viewpoint and to carry out a small project including planing, measurement set-up, analysis and discussion.				
Inhalt	Sport biomechanics is concerned with the physical and mechanical basic principles of sports. The lecture requires an in-depth mechanical understanding on the side of the student. In this respect, the pre-attendance of the lectures Biomechanics II and Movement and Sports Biomechanics or an equivalent course is expected. The human body is treated as a mechanical system during sport. The interaction of the active and passive movements and outside influences is analysed. Using sports such as ski-jumping, cycling, or weight training, applicable models are created, analyzed and suitable measuring methods are introduced. In particular, the constraints as well as the limitations of the models are of great relevance. The students work on their own project, develop their own models for different sport types, critically discuss the advantages and disadvantages and evaluate applicable measurement methods.				
Skript	Handout will be distributed.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	

<b>376-0224-00L</b>	<b>Clinical Exercise Physiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Spengler, C. Schmied, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	This lecture series provides a comprehensive overview of the most important aspects of clinical exercise testing for diagnosis and assessment of functional status in different patient populations, e.g. patients with pulmonary, cardiac or neuro-muscular disease, with obesity, young or old age. Also, special aspects in the context of training prescriptions in these populations will be discussed.				
Lernziel	By the end of this module, students: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Have the theoretical basis for disease-specific exercise testing and interpretation in clinical settings</li> <li>- Know important aspects for disease-specific exercise-training prescriptions and assessment of training progress</li> <li>- Are able to critically review and interpret scientific literature in the context of physical fitness, performance and training in different patient populations</li> </ul>				
Skript	Handouts are provided via moodle.				
Literatur	Handouts are provided via moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	The courses "Anatomie & Physiologie I+II", as well as "Sportphysiologie" (or Anatomy, Physiology and Exercise Physiology - equivalents for students without HST-BS), are required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft

### Sport Lehrdiplom - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System  
 KP Kreditpunkte  
 ■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Staatswissenschaften Bachelor

## ► 2. Semester

### ►► Kernfächer

#### ►►► Kernfächer der Basisprüfung

#### ►►►► Prüfungsblock 1

Studierende haben die Möglichkeit, die Prüfungen zum Recht entweder in Deutsch oder in Französisch abzulegen; sie können also zwischen 853-0050-00L Einführung in das öffentliche Recht und 851-0712-00L Introduction au Droit public wählen.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0050-00L</b>	<b>Einführung in das öffentliche Recht ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Das Öffentliche Recht regelt das Verhältnis zwischen BürgerInnen und Staat. Es umfasst das Staatsorganisationsrecht, die Grundrechte sowie das Verwaltungs- und das öffentliche Verfahrensrecht. Die Einführung vermittelt einen allgemeinen Überblick über das Öffentliche Recht, seine Rechtsquellen, seine Grundsätze und die juristische Auslegung.				
Lernziel	Die Studierenden können - die Schaffung und Änderung von verfassungs- und verwaltungsrechtlichen Normen erklären; - die Schweiz als demokratischen Rechtsstaat beschreiben; - Öffentliches Recht nach juristischen Methoden auslegen; - rechtliche Handlungsformen des Staates identifizieren und auf ihre Rechtmässigkeit beurteilen; - ausgewähltes Verwaltungsrecht anwenden; - die Voraussetzungen zur Rechtsdurchsetzung beschreiben.				
Inhalt	Gestützt auf das gesetzte Recht sowie Lehre, Rechtsprechung und Behördenpraxis werden folgende Inhalte vermittelt: - Verfassungstheoretische Einführung; - Rechtsquellen und Auslegung des Rechts; - Demokratischer Bundesstaat und seine Institutionen; - Grundrechte; - Grundsätze eines allgemeinen Verwaltungsrechts; - Handlungsformen der Verwaltung; - Rechtspflege im Öffentlichen Recht; - öffentliche Sachen, Monopole, Konzessionen, Bewilligungen - öffentliche Abgaben; - Bundespersonalrecht und Haftung.				
Skript	Unterlagen auf "Moodle"				
Literatur	- Axel Tschentscher/Andreas Lienhard/Franziska Sprecher, Öffentliches Recht – Verfassungsrecht, Verwaltungsrecht, öffentliches Verfahrensrecht, 2. Aufl., Zürich/St. Gallen 2019 (recommended) - Hans-Jakob Mosimann/Marion Völger Winsky/Kaspar Plüss, Öffentliches Recht. Ein Grundriss für Studium und Praxis, 3. Aufl., Zürich 2017 (as an alternative).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>851-0712-00L</b>	<b>Introduction au Droit public</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Nicole</b>
Kurzbeschreibung	Le cours de droit public porte notamment sur les bases du droit constitutionnel et sur les principales notions de droit administratif général. Le droit administratif spécial est brièvement abordé, avec un accent mis sur le droit de l'aménagement du territoire et des constructions. Les examens peuvent être présentés en français ou en italien.				
Lernziel	Enseignement des principes du droit, en particulier du droit privé et du droit public. Introduction au droit.				
Inhalt	Le cours de droit civil porte notamment sur le droit des obligations (droit des contrats et responsabilité civile) et sur les droits réels (propriété, gages et servitudes). De plus, il est donné un bref aperçu du droit de la procédure et de l'exécution forcée. Le cours de droit public traite du droit constitutionnel et du droit administratif, avec un accent particulier sur le droit des constructions et de l'aménagement du territoire, ainsi que sur le droit de l'environnement.				
Literatur	Editions officielles des lois fédérales, en langue française ou italienne, disponibles auprès de la plupart des librairies.  Sont indispensables: - en hiver: le Code civil et le Code des obligations; - en été: la Constitution fédérale et la loi fédérale sur l'aménagement du territoire ainsi que la loi fédérale sur la protection de l'environnement.  Sont conseillés: - Nef, Urs Ch.: Le droit des obligations à l'usage des ingénieurs et des architectes, trad. Bovay, J., éd. Payot, Lausanne 1992 - Scyboz, G. et. Gilliéron, P.-R., éd.: Edition annotée du Code civil et du Code des obligations, Payot, Lausanne 1999 - Boillod, J.-P.: Manuel de droit, éd Slatkine, Genève 1999 - Biasio, G./Foglia, A.: Introduzione ai codici di diritto privato svizzero, ed. Giappichelli, Torino 1999				
Voraussetzungen / Besonderes	Le cours de droit civil et le cours de droit public sont l'équivalent des cours "Rechtslehre" et "Baurecht" en langue allemande et des exercices y relatifs.  Les examens peuvent se faire en français ou en italien. Le candidat qui désire être interrogé en langue italienne le précisera lors de l'inscription et avertira les examinateurs par écrit un mois au plus tard avant l'examen.				
<b>853-0048-00L</b>	<b>Internationale Politik: Theorie und Analysemethoden (mit Tutorat)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G+1U</b>	<b>F. Schimmelfennig</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs behandelt die zentralen Theorien (Realismus, Institutionalismus, Liberalismus, Transnationalismus und Konstruktivismus) und Probleme (Krieg, Frieden, Kooperation und Integration) der internationalen Politik. Die Veranstaltung wird durch ein Tutorat mit Fallstudien ergänzt.				
Lernziel	Der Kurs hat zunächst zum Ziel, Verständnis für die wichtigsten und besonderen Probleme der internationalen Politik zu wecken, die sich aus der Abwesenheit zentralisierter Rechtsdurchsetzung ("Anarchie") ergeben. Ausserdem werden die Teilnehmer mit den wichtigsten Theorien der Internationalen Beziehungen vertraut gemacht und den Mechanismen und Bedingungen, die diese für die Lösung der zentralen internationalen Probleme der Sicherheit und Kooperation identifizieren. Fallstudien zu Beziehungs- und Politikfeldern der internationalen Politik geben einen Überblick über aktuelle politische Entwicklungen im internationalen System und wenden die Theorien exemplarisch an.				

Inhalt	1. Gegenstand und Probleme der internationalen Politik		
	THEORIEN		
	2. Macht und Gleichgewicht: Realismus		
	3. Situationsstrukturen und Verhandlungen in der internationalen Politik		
	4. Interdependenz und Institutionen: Institutionalismus und Transnationalismus		
	5. Demokratie und Gesellschaft: Liberalismus		
	6. Identität und Gemeinschaft: Konstruktivismus		
	PROBLEM- UND BEZIEHUNGSFELDER		
	7. Krieg: Neue Kriege		
	8. Frieden: Der "lange" und der "demokratische" Frieden		
	9. Sicherheitskooperation: NATO		
	10. Wirtschaftskooperation: Die Welthandelsordnung		
	11. Menschenrechtskooperation: Globale und regional Regime der Menschenrechtsförderung		
	12. Umweltkooperation: Ozonloch und Klimawandel		
	13. Legitimität und Demokratie im globalen Regieren		
Skript	Schimmelfennig, Frank: Internationale Politik. Paderborn: Schöningh Verlag, 6. Auflage, 2021.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>853-0034-00L</b>	<b>Leadership II ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. Hofstetter, F. Demont</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung "Leadership II" werden vor allem die Themen "Militärische Führung" und "Führen in Krisen und Extremsituationen" behandelt sowie spezifische Aspekte von Führungsprozessen (wie Problemlösen, Planen, Organisieren, interkulturelles Management etc.) beleuchtet.				
Lernziel	Ziel der Veranstaltung ist es, den Studierenden einen vertieften Einblick in Aspekte der Menschenführung zu vermitteln. Die Studierenden sollen, aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Vorlesung "Leadership I", die Bedeutung des Problemlösens, Planens und Organisierens erkennen und Einblick in Führungsprozesse in Krisensituationen und unter extremen Belastungen bekommen. Sie sollen zudem die Bedeutung der interkulturellen Führungskompetenz erkennen und für den praktischen Führungsalltag nutzbar machen.				
Inhalt	Diese Lehrveranstaltung wird durch eine für Berufsoffiziere obligatorische Übungsstunde ergänzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ▶▶▶▶ Prüfungsblock 2

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>351-1035-00L</b>	<b>Makroökonomie (VWL)</b> <i>Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Graff, C. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Produktions-, Verteilungs- und Verwendungsrechnung). Geldlehre (Geldangebot und -nachfrage, Inflation, Zins). Gesamtwirtschaftliche Modelle. Staat und Wirtschaft (Wirtschaftspolitik). Konjunktur. Aussenwirtschaftstheorie (internationaler Handel, Zahlungsbilanz und Wechselkurs).				
Lernziel	Grafische und mathematische Herleitungen grundlegender makroökonomischer Beziehungen und Modelle. Komparativ-statische Analysen. Anwendung auf aktuelle ökonomische Fragen.				
Inhalt	Vorlesung: - Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Produktions-, Verteilungs- und Verwendungsrechnung). - Arbeitslosigkeit und Inflation. - Wirtschaftswachstum. - Konjunktur. - Geldlehre (Geldangebot und -nachfrage, Zins). - Aussenwirtschaftstheorie (internationaler Handel, Zahlungsbilanz und Wechselkurs). - Gesamtwirtschaftliche Modelle. - Staat und Wirtschaft (Wirtschaftspolitik).				
Skript	Vorlesungsfolien				
Literatur	1. Peter Eisenhut und Jan-Egbert Sturm; Aktuelle Volkswirtschaftslehre, Ausgabe 2022/23, Rüegger, 2022.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft

<b>853-0726-00L</b>	<b>Geschichte II: Global (Anti-Imperialismus und Dekolonisation, 1919-1975)</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Fischer-Tinè</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung soll ein Einblick in die verschiedenen Wege zur Unabhängigkeit ehemaliger Kolonien in Asien und Afrika seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts präsentiert werden.				
Lernziel	Den Studierenden soll in dieser Vorlesung ein Einblick in die Geschichte der aussereuropäischen Welt gewährt werden, wobei sowohl deren politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Transformation auf dem Hintergrund kolonialer Durchdringungsstrategien sowie des Widerstandes anticolonialer Bewegungen erläutert werden soll. Damit soll sichtbar werden, dass Gesellschaften in Asien, Afrika und dem Pazifik nicht einfach Produkte kolonialer Durchdringung oder anticolonialen Widerstands sind, sondern dass beides in jeweils unterschiedlichem Mass die heutige politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Eigen- und Fremdwahrnehmung dieser Weltteile in erheblichem Ausmass bestimmt. Eine differenzierte Kenntnis des langen und schwierigen Dekolonisationsprozesses ist daher wichtige Voraussetzung für ein Verständnis der heutigen weltpolitischen Lage, die noch immer von dem Streben nach einer gerechteren post-imperialen Weltordnung gekennzeichnet ist.				
Literatur	Jansen, J.C. und Osterhammel, J., Dekolonisation: Das Ende der Imperien, München 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ein ausführlicher Sitzungsplan wird rechtzeitig aufgeschaltet unter <a href="http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html">http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html</a>				
<b>853-0040-00L</b>	<b>Militärpsychologie und -pädagogik II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Annen</b>
Kurzbeschreibung	Aufbauend auf dem Stoff des ersten Semesters auf psychologische und pädagogische Aspekte in der Ausbildung, Erziehung und Führung im militärischen Alltag sensibilisieren. Die Gefahren des Ausnützens von Macht aufzeigen und Konsequenzen für die Praxis ableiten. Das Phänomen Stress und dessen Bedeutung für die Auftragsbefreiung kennen lernen.				
Lernziel	Die verschiedenen Stressmodelle sowie Stressbewältigungsmöglichkeiten kennen. Die Symptome von Überforderungsreaktionen benennen können sowie einen Überblick über die gängigen Präventions- und Behandlungsmethoden von CSR und PTSD erhalten. Die psychologischen Bedingungsfaktoren von Macht- und Autoritätsmissbrauch kennen und Konsequenzen für deren Eindämmung im militärischen Praxisalltag ableiten.				
Inhalt	Grundsätzlich sollen die Teilnehmer/innen auf psychologische und pädagogische Aspekte in der Ausbildung, Erziehung und Führung im militärischen Alltag sensibilisiert werden. Aufbauend auf den im ersten Semester behandelten Themen und vor dem Hintergrund der psychologischen Grundlagenforschung werden spezifisch militärische Aspekte behandelt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf das Phänomen "Stress" gerichtet. Mit der Frage, auf welche Weise und mit welchen Instrumenten sich das erworbene Wissen in die Praxis umsetzen lässt, wird auch der pädagogischen Perspektive ausreichend Beachtung geschenkt.				
	Themen: - Stress - Denk- und Entscheidungsprozesse unter Stress - Psychische Kampfreaktionen und traumatischer Stress - Resilienz - Umgehen mit Macht und Autorität - Werte - Normen - Ziele - Der militärische Führer als Psychologe und Pädagoge				
Literatur	- Annen, H., Steiger, R. & Zwygart, U.: Gemeinsam zum Ziel, Huber, Frauenfeld 2004 - Stadelmann, J.: Führung unter Belastung, Huber, Frauenfeld 1998				
	Die Vorlesung wird durch eine virtuelle Lernumgebung unterstützt. Dort sind auch die relevanten Dokumente (Folien und Texte und die oben erwähnten Bücher) sowie Angaben zur weiterführenden Literatur greifbar				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ►►► Kernfächer des übrigen Bachelor-Studiums

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0312-00L</b>	<b>Proseminar II ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Levis, L. Stapper</b>
Kurzbeschreibung	Im Gegensatz zu Proseminar I wird in Proseminar II mehr Gewicht auf Inhalte und das Forschungsthema per se gelegt. Um diese Themengebiete zu erarbeiten, wird sich darüberhinaus vertieft mit dem Forschungsdesign sozialwissenschaftlicher Arbeit beschäftigt.				
Lernziel	1) Das Ziel, den Ablauf und die Gestaltung eines Forschungsdesigns empirischer Sozialforschung sicher gestalten zu können. 2) Einen Überblick über die Möglichkeiten qualitativer und quantitativer Forschungsmethodik zu gewinnen 3) Komplexe sowie relevante Fragestellungen für persönliche und berufliche Interessen und Anforderungen zu entwickeln				
Inhalt	Das Proseminar II verfolgt das Ziel, die Studierenden in das wissenschaftliche Arbeiten einzuführen und sie - aufbauend auf dem Proseminar I - zu befähigen, während des weiteren Studiums methodisch anspruchsvolle Arbeit zu leisten. Im Gegensatz zu Proseminar I wird in Proseminar II mehr Gewicht auf Inhalte und das Forschungsthema per se gelegt. Um diese Themengebiete zu erarbeiten, wird sich darüberhinaus vertieft mit dem Forschungsdesign sozialwissenschaftlicher Arbeit beschäftigt.				
Skript	Diekmann, Andreas, 2009: Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen 20. Aufl., Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.				
	Plümper, Thomas, 2012: Effizient Schreiben: Leitfaden zum Verfassen von Qualifizierungsarbeiten und wissenschaftlichen Texten 3. Aufl., München: Oldenbourg.				
	Schnell, Rainer/Hill, Paul B./Esser, Elke, 1995: Methoden der empirischen Sozialforschung 5. Aufl., München: Oldenbourg.				
	Van Evera, Stephen, 1997: Guide to methods for students of political science, Ithaca, NY: Cornell Univ. Press.				
<b>853-0052-00L</b>	<b>Forschungsmethodik und Statistik ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Stöckli, P. Goldammer</b>
Kurzbeschreibung	Der vorliegende Kurs bietet eine praxisbezogene Einführung in die quantitative sozialwissenschaftliche Datenerhebung und Datenanalyse. Die praktische Umsetzung der Inhalte erfolgt mittels eines kleinen Forschungsprojekts: Die Teilnehmer werten die selbst erhobenen Daten mit SPSS aus und beschreiben diese in einem kurzen Forschungsbericht.				

Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sie kennen die wichtigsten Schritte des Forschungsprozesses (Problemstellung – Forschungsfrage – Literaturrecherche – Hypothese – Methode – Analyse der Ergebnisse – Fazit) und die wichtigsten Fachbegriffe (z.B. unabhängige und abhängige Variable, Drittvariablen, Störvariablen, Hypothesen).</li> <li>- Ausgehend von der Forschungsfrage können Sie basierend auf entsprechender Literatur Hypothesen ableiten.</li> <li>- Sie können einen Fragebogen in den Grundzügen konstruieren und die theoretischen Konstrukte mit adäquaten Skalen erfassen.</li> <li>- Sie sind in der Lage, ein Experiment zu entwickeln und durchzuführen.</li> <li>- Sie können Ihre Hypothesen mit geeigneten statistischen Analysen mit Hilfe von SPSS überprüfen und die Ergebnisse in einem Forschungsbericht aufbereiten.</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forschungsprozess</li> <li>- Datenerhebung</li> <li>- Dateneingabe und Datenkontrolle</li> <li>- Deskriptive Statistik</li> <li>- Hypothesenprüfung, Signifikanztests</li> <li>- Korrelation</li> <li>- T-Test, Varianzanalyse (ANOVA)</li> <li>- Abfassen eines Forschungsberichtes</li> <li>- Grafiken und Tabellen</li> </ul>
Literatur	<p>Als Begleitlektüre zum Kurs werden folgende Bücher empfohlen (insbesondere die Bücher von Huber und Bennett et al. sind lohnenswert):</p> <p>Beller, S. (2016). Empirisch forschen lernen. Konzepte, Methoden, Fallbeispiele, Tipps (3. überarb. Aufl.). Bern: Hogrefe Verlag.</p> <p>Bennett, K., Allen, P., &amp; Heritage, B. (2018). SPSS Statistics: A Practical Guide (4th edition). Melbourne: Cengage Learning Australia.</p> <p>Huber, O. (2013). Das psychologische Experiment. Eine Einführung. Bern: Hans Huber Verlag.</p> <p>Field, A. (2018). Discovering Statistics Using IBM SPSS (5th edition). New York: Sage Publications.</p>

<b>853-0051-00L</b>	<b>Militärsoziologie II (inkl. Übungswoche) ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+3U</b>	<b>T. Szvircsev Tresch, S. De Rosa, T. Ferst</b>
Kurzbeschreibung	Thematisierung der zivil-militärischen Beziehungen und der demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Aufzeigen der Veränderungen europäischer Streitkräftestrukturen (Technisierung, gesellschaftliche und geostrategische Veränderungen). Betrachtung der Milizfähigkeit von Gesellschaft und Militär in der Schweiz.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Entwicklung der Wehrstrukturen in Europa aufgrund gesellschaftlicher, technologischer, ökonomischer und geostrategischer Veränderungen kennen und die damit verbundenen Folgen nennen können;</li> <li>• die Vor- und Nachteile verschiedener Wehrsysteme aufzeigen können;</li> <li>• die Grundprinzipien der demokratischen Kontrolle von Streitkräften kennen;</li> <li>• die Begriffe Wehrpflicht und Miliz definieren können und auch die in der Bundesverfassung dazu genannten Artikel kennen;</li> <li>• die Milizfähigkeit der Schweizer Armee aufgrund technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen kritisch hinterfragen können;</li> <li>• die drei unterschiedlichen Zusammenarbeitsformen in internationalen militärischen Einsätzen beschreiben können;</li> <li>• forschungstechnische Fragen anhand eigener Forschungsergebnisse / bzw. -projekte der Dozentur Militärsoziologie diskutieren.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Militärsoziologie II" beschäftigt sich eingehend mit der Frage, warum sich Gesellschaften gegen äussere Bedrohungen verteidigen. Die Vorlesung analysiert die "alten" und "neuen" Kriege, zeigt das zivil-militärische Spannungsverhältnis auf und untersucht den Einfluss der zivil-demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Zudem gibt sie einen Überblick über die aktuellen Transformationen europäischer Streitkräfte (technologisch, gesellschaftlich, ökonomisch und geostrategisch) und deren Einfluss auf die Akzeptanz und Legitimation des Militärs in westlichen Gesellschaften. Dies führt zur Frage der Rekrutierung und Alimentierung von Streitkräften und den gesellschaftlichen Bedürfnissen nach alternativen Modellen der zivil-gesellschaftlichen Beteiligung der Bevölkerung. Die Vorlesung wirft damit die drängende Frage nach demokratischer Kontrolle von gesellschaftlichen Bereichen auf, die sich aufgrund sozioökonomischer und technologischer Entwicklungen den hergebrachten Kontrollmechanismen westlicher Gesellschaften entziehen. Ebenfalls thematisiert die Veranstaltung den Aspekt der Diversität in den Streitkräften. Organisationssoziologisch interessiert, ob die Streitkräfte eine Organisation wie jede andere auch sind, oder aber ein Sonderfall. Weiter wird die Schweizer Milizarmee analysiert und die gesellschaftlichen Voraussetzungen der Milizfähigkeit und die Grenzen für die Schweizer Armee aufgezeigt.</p> <p>Diese Veranstaltung wird durch eine obligatorische Blockwoche im Zwischensemester ergänzt.</p>				
Skript	Zur Vorlesung wird jeweils ein Foliensatz und vertiefende Literatur zur Verfügung gestellt. Zu den Texten gibt es verschiedene Fragen, die als Prüfungsvorbereitung dienen und teilweise auch in der Vorlesung besprochen werden.				
Literatur	Eine Auswahl von klassischen wie auch aktuellen Texten wird in der Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Sprachen

### ►►► Erste Fremdsprache

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0406-00L</b>	<b>Englisch, Teil II ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Die im 1. Semester erworbenen allgemeine Englischkenntnisse in den 4 Bereichen Sprechen, Hörverstehen, Leseverstehen und Schreiben werden in Hinblick auf die Cambridge-Examen vertieft und ausgeweitet. Je nach Vorkenntnissen Stufe B2 oder C1 (GER) angestrebt.				
Lernziel	Dieser dreisemestrige Englischkurs soll Teilnehmerinnen und Teilnehmer befähigen, im Rahmen ihrer Tätigkeit als Berufsoffizier in einem internationalen Umfeld sprachlich gewandt zu agieren.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lektüre, Analyse und Verfassen von zivilen und militärischen Schriftstücken</li> <li>Hörverstehen mit aktuellen Radio-/TV-Beiträgen</li> <li>Schulung des mündlichen Ausdrucks in Gruppendiskussionen und Kurzvorträgen</li> <li>Systematische Repetition und Vertiefung der wesentlichen Elemente der Grammatik</li> <li>Systematische Erweiterung des zivilen und militärischen Wortschatzes</li> </ul>				

## ► 4. Semester

## ►► Kernfächer des übrigen Bachelor-Studiums

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0056-00L</b>	<b>Völkerrecht</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. R. Ziegler</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung gibt eine Einführung in das Völkerrecht. Der Kurs vermittelt die rechtlichen Grundlagen der rechtlichen Koordination und Kooperation innerhalb der internationalen Staatengemeinschaft und der wichtigsten internationalen Organisationen, insbesondere im Bereich der Friedenserhaltung bzw. -förderung und der Konfliktbewältigung.				
Lernziel	Die Teilnehmer verstehen die aktuelle rechtliche Ordnung der internationalen Gemeinschaft sowie ihre Probleme und aktuelle Konfliktfelder. Die Teilnehmer kennen die Grundstrukturen des Systems und verfügen über das notwendige Wissen, um sich selbständig zu informieren (Literatur, Internet, Rechtssammlungen) und aktuelle Entwicklungen einordnen zu können.				
Inhalt	Im Zentrum steht das Recht der Internationalen Organisationen. Nach einer allgemeinen Einführung werden besonders eingehend die UNO, die OSZE, die NATO und die WTO behandelt. Ein besonderer Fokus wird auf internationale Konfliktmanagementaktivitäten internationaler Organisationen gelegt. Zusätzlich erfolgt ein Überblick über das Recht der Europäischen Union als supranationale Organisation. Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden eine Vorstellung über die praktische und politische Bedeutung internationaler Organisationen zu vermitteln, dies auch im Hinblick auf die Weiterentwicklung des internationalen Rechts und des internationalen Systems.				
Skript	Kein Skriptum				
Literatur	Andreas R. Ziegler, Einführung ins Völkerrecht, Stämpfli Verlag, Bern, 4. Aufl. 2020 oder Andreas R. Ziegler, Introduction au droit international public, Staempfli, Berne 4e éd. 2020.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine Voraussetzungen				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>853-0086-00L</b>	<b>Betriebswirtschaftslehre II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Barmettler</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung BWL II vermittelt die Grundsätze der Finanzbuchhaltung und der Finanziellen Berichterstattung. Sie umfasst eine Einführung in das Konzept der Doppelten Buchhaltung, in die Erstellung des Jahresabschlusses und in die Bilanz- und Erfolgsanalyse. Die vermittelte Theorie wird anhand von Anwendungsaufgaben, Fallstudien und Beispielen aus der Wirtschaftspraxis illustriert.				
Lernziel	Ziele: - Denken im finanzwirtschaftlichen Bereich fördern - Geschäftsfälle erfassen und Jahresabschluss erstellen - Instrumente der Bilanz- und Erfolgsanalyse beherrschen				
Inhalt	I Finanzbuchhaltung  - Konzept der Doppelten Buchführung - Konten, Journal, Hauptbuch - Bilanz, Erfolgsrechnung - Warenverkehr - Periodenabgrenzung - Bewertung von Aktiven und Passiven - Stille Reserven  II Finanzielle Berichterstattung  - Erstellung Jahresabschluss - Geldflussrechnung  III Bilanz- und Erfolgsanalyse  - Kennzahlensysteme - Interpretation				
Literatur	Meyer, Conrad (2020): Finanzielles Rechnungswesen - Einführung mit Beispielen und Aufgaben, 4., überarbeitete Auflage.				
<b>853-0058-00L</b>	<b>Schweizer Aussen- &amp; Sicherheitspolitik seit 1945</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die Grundzüge der Schweizer Aussen- und Sicherheitspolitik seit 1945. Im Zentrum stehen die Entstehung und Weiterentwicklung der sicherheitspolitischen Strategien und Instrumente unter Berücksichtigung des jeweiligen historischen Umfeldes. In den Übungen werden auf der Basis von Quellentexten ausgewählte Themen analysiert und diskutiert.				
Lernziel	Die Teilnehmer sollen am Ende des Semesters über ein solides Grundwissen der Geschichte der Schweizerischen Aussen- und Sicherheitspolitik seit 1945 verfügen.				

Inhalt	Im ersten Teil der Vorlesung soll zunächst der Begriff "Sicherheit" geklärt werden. Dabei werden wir feststellen, dass sich das Sicherheitsverständnis im Laufe der Zeit stark gewandelt hat. Im zweiten Teil der Vorlesung richten wir unser Hauptaugenmerk auf die Entwicklung der Schweizer Sicherheitspolitik seit 1945. Auf konzeptioneller Ebene werden die verschiedenen sicherheitspolitischen Hauptphasen beleuchtet - vom Konzept der "totalen Landesverteidigung" bis zum sicherheitspolitischen Bericht 2016. In diesem Zusammenhang sollen auch die innen- und aussenpolitischen Impulse, welche die Weiterentwicklung der schweizerischen Sicherheitspolitik vorangetrieben haben, untersucht werden. Die Diskrepanz zwischen Planung und Ausführung der Strategiekonzepte wird schliesslich anhand der beiden zentralen sicherheitspolitischen Mittel Aussenpolitik und Armee aufgezeigt. In den Übungen werden auf der Grundlage der Pflichtlektüre ausgewählte Aspekte der Schweizer Aussen- und Sicherheitspolitik diskutiert und vertieft.				
Literatur	Pflichtlektüre: Spillmann, Kurt R., Andreas Wenger, Christoph Breitenmoser und Marcel Gerber. Schweizer Sicherheitspolitik seit 1945: Zwischen Autonomie und Kooperation. Zürich: Verlag Neue Zürcher Zeitung, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Buch ist vergriffen, wird aber als PDF in der Online-Lernumgebung (Moodle) zur Verfügung gestellt. Die Vorlesung wird durch ein webbasiertes virtuelles Klassenzimmer (Moodle) unterstützt. Bei Fragen zur Lehrveranstaltung wenden Sie sich bitte an Fabio Schmocker, fabio.schmocker@sipo.gess.ethz.ch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>853-0010-00L</b>	<b>Konfliktforschung II: Bürgerkriege</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>A. Juon</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Bürgerkriegsforschung. Der Kurs behandelt die Ursachen, Prozesse und Lösungen innerstaatlicher Konflikte und Bürgerkriege.				
Lernziel	- Kenntnisse verschiedener Ursachen von Bürgerkriegen. - Kenntnisse der Prozesse während Bürgerkriegen. - Kenntnisse verschiedener Lösungen und Strategien zur Beendigung von Bürgerkriegen. - Anwendung der Theorien auf aktuelle Bürgerkriege.				
Inhalt	Der Kurs fokussiert auf Bürgerkriege. Dies ist der am häufigsten vorkommende Konflikttyp. Die Vorlesung ist in drei Blöcke eingeteilt: Der erste Teil untersucht die Ursachen von Bürgerkriegen. Im zweiten Teil fokussieren wir auf Prozesse während andauernden Bürgerkriegen, zum Beispiel Mobilisierung und Konfliktverbreitung. Der dritte Teil untersucht die Gründe für ein nachhaltiges Ende von Bürgerkriegen.  Forschungsfragen: Wieso brechen Bürgerkriege aus? Was passiert während Bürgerkriegen? Wie enden Bürgerkriege?  Der Kurs wird mit Übungen ergänzt, wo die Literatur vertieft diskutiert wird. Die Teilnehmenden verfassen ein kurzes Memo (max. 2 Seiten) zu einem Text der Pflichtliteratur.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Teilnahme am Vorgängerkurs, Konfliktforschung I: Politische Gewalt, wird empfohlen.				
<b>853-0080-00L</b>	<b>Militärsgeschichte II</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Olsansky, A. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung thematisiert die Strukturprobleme und den Entwicklungspfad der Schweizer Armee seit der Adaption der napoleonischen Kriegführung im Jahre 1804. Dabei werden alle Generalmobilmachungen und Armeereformen des 20. Jahrhunderts und die damit verbundenen inner- und aussermilitärischen Richtungstreite behandelt.				
Lernziel	- Die Adaptionen der Schweizer Armee an die Militärrevolutionen der Neuzeit kennen und kommentieren können; - Die dauerhaften Problemlagen der Entwicklung der Schweizer Armee erfassen können; - Die Aufgebote der Schweizer Armee im 19. und 20. Jahrhundert kennen und problematisieren können.				
Inhalt	Insgesamt geht es darum, die Entwicklung der Schweizer Armee im gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, technologischen und politischen Umfeld von 1804 bis 2004 nachzuvollziehen. Dabei wird die schweizerische Entwicklung in Relation gesetzt mit den allgemeinen Errungenschaften der Militärrevolutionen I-VI. Im Besonderen werden folgende Themen behandelt: - Die Mobilmachungen und Planungen des operativen Einsatzes der Schweizer Armee 1847, 1856, 1914-1918, 1939-1945. - Die Auseinandersetzungen um die Gesamtkonzeption und um die operative Doktrin 1945-2004 - Die Armeereformen 1945-2004				
Literatur	Jaun, Rudolf: Geschichte der Schweizer Armee. Vom 17. Jahrhundert bis in die Gegenwart. Zürich 2019				
Voraussetzungen / Besonderes	Baut auf Vorlesung 853-0063-00L Militärsgeschichte I auf.				
<b>853-0057-00L</b>	<b>Strategische Studien II (inkl. Übungswoche)</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+3U</b>	<b>M. Berni, M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	Die SiP-akkreditierte Vorlesung behandelt wirkungsmächtige Theorien der strategischen Studien von der Antike bis in die Gegenwart unter spezieller Berücksichtigung des zeitbezogenen Kontexts und des jeweiligen Standes der Militärtechnik.				
Lernziel	Die Teilnehmer wissen, wie sich das Verständnis von Strategie über die Zeit verändert hat. Sie verstehen das Wechselspiel zwischen den drei Grundkomponenten von Strategie (Ziele, Mittel/Kräfte, Methoden). Sie kennen die wichtigsten, "klassischen" strategischen Konzeptionen und Kriegstheorien und können sie in ihren spezifischen zeitbezogenen Kontext einordnen und mit dem jeweiligen Stand der Militärtechnik in Beziehung setzen. Sie sind sich - aufgrund der Betrachtung ausgewählter Beispiele aus der Geschichte und Zeitgeschichte - des Spannungsfeldes zwischen der Formulierung (Deklaration) und Anwendung (Implementierung) von Strategien bewusst. Sie können Originaltexte und moderne Fachpublikationen auf dem Gebiet der Strategischen Studien kritisch hinterfragen.				
Inhalt	Die zweisemestrigere Vorlesung behandelt klassische Texte der strategischen Studien von der Antike bis zur Gegenwart. Im ersten Semester werden Theorien bis ca. 1900 behandelt, im zweiten Semester die Theorien seither. Als "klassisch" werden jene Theorien verstanden, die in ihrer Zeit herausragend waren und eine wesentliche Nachwirkung erzielten, sei es in Form literarischer und wissenschaftlicher Rezeption oder als Handlungsanleitung zur Kriegführung. Bei jeder der insgesamt ca. 50 Theorien wird der jeweilige zeitbezogene Kontext ihrer Entstehung beleuchtet, gefolgt von einer Vorstellung ihrer Kernelemente und der Erörterung ihrer Wirkungsgeschichte.				
Skript	Vorgängig zu den einzelnen Stunden werden der betreffende Foliensatz sowie Quellentexte und Literatur (als Vorbereitungslektüre) zur Vorlesung via Moodle zur Verfügung gestellt. Das Programm ist auch online verfügbar (www.milak.ch).				



Literatur	Peter Paret (Hg.), Makers of Modern Strategy. From Machiavelli to the Nuclear Age, Princeton 1986				
	Elinor C. Sloan, Modern Military Strategy. An Introduction, Oxon/New York 2012				
	Lawrence Freedman, Strategy. A History, New York 2013				
	John Baylis, James J. Wirtz, and Colin S. Gray (Hg.), Strategy in the Contemporary World. An Introduction to Strategic Studies, New York 2018				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Passives Verständnis des Englischen und Französischen sind erforderlich.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>853-0322-00L</b>	<b>Seminar I</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3S</b>	<b>A. Wenger, H. Annen, M. Stoller</b>
Kurzbeschreibung	Das Ziel dieses zweisemestrigen Kurses im Seminarstil ist die Abfassung einer qualitativ anspruchsvollen wissenschaftlichen Arbeit. Im ersten Teil entwickeln die Studenten ein Research Design. Im zweiten Teil verfassen sie die Seminararbeit und präsentieren sie im Plenum.				
Lernziel	Das Seminar wird in zwei Gruppen über zwei Semester geführt. Das Ziel der Veranstaltung besteht darin, im Rahmen eines Themas der Politik- oder Sozialwissenschaften eine Fragestellung zu erarbeiten, diese zu recherchieren, eine wissenschaftliche Arbeit zu verfassen und diese im Plenum zu präsentieren. Aufgrund der im Proseminar erworbenen methodischen Fähigkeiten wird eine qualitativ anspruchsvolle Arbeit erwartet, welche als Vorbereitung auf die B.A.-Arbeit dient.				
Inhalt	Im ersten Teil der Veranstaltung geht es anhand der Lektüre und der Diskussion ausgewählter Fachliteratur um die Einarbeitung in die Thematik des Seminars. Auf dieser Basis wird ein Research Design erarbeitet. Zusätzlich soll auf methodische Fragestellungen und Herausforderungen eingegangen werden. Im zweiten Teil verfassen die Studenten ihre Seminararbeiten und präsentieren diese im Plenum.				
Skript	keines				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>853-0102-02L</b>	<b>Militärökonomie II (inkl. Übungswoche) ■</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+3U</b>	<b>M. M. Keupp, M. Bader, F. Muhly, C. Schulze</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung folgt strukturell und inhaltlich dem Buch "Militärökonomie" des Dozenten, das in zwei Sprachversionen verfügbar ist: - deutschsprachig: ISBN 978-3-658-06146-3 - französischsprachig: ISBN 978-3-658-25287-8				
Lernziel	In der Veranstaltung "Militärökonomie II" werden die Abschnitte 3 und 4 des Buches behandelt. * Auswirkungen institutioneller Gestaltung auf die Effektivität und Effizienz militärischer Leistung verstehen * Möglichkeiten und Grenzen für Systemreformen analysieren				
Inhalt	Das Semesterprogramm des Kurses gliedert sich in 14 Module zu je 90 Minuten, welche Vorlesung (Vermittlung von Analytechniken) und Übung (Anwendung mittels konkreter Fallstudien) kombinieren.  Die Inhalte entsprechen den Abschnitten 3 bis und mit 5 des o.a. Buches. Inhaltlich diskutiert wird das Folgende:  3.1 Der militärische Konflikt als objektive Selektionsumgebung 3.2 Folgen des planwirtschaftlichen Systems für militärische Effektivität  4.1 Möglichkeiten und Grenzen von Effizienzsteigerungen 4.2 Folgen des planwirtschaftlichen Systems für militärische Effizienz  5. Möglichkeiten und Grenzen von Systemreformen				
Skript	Vor Beginn der Vorlesung werden die Vorlesungsfolien an die Teilnehmer angegeben. Zusätzlich wird das o.a. Buch an die Teilnehmer abgegeben. Teilnehmer der Vorlesung, die nicht Berufsoffiziersanwärter sind, werden gebeten, das Buch aus der Bibliothek oder dem Buchhandel zu beziehen.				
Literatur	Keupp, M. M. 2019 Militärökonomie. Wiesbaden: SpringerGabler. ISBN 978-3-658-06146-3  Keupp, M. M. 2019 Économie militaire. Wiesbaden: SpringerGabler. ISBN 978-3-658-25287-8				

Voraussetzungen / Besonderes	Erfolgreich bestandene Prüfung in "Militärökonomie I" oder vertiefte Grundkenntnisse in Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, insbesondere Institutionenökonomie. Der Kurs steht externen Teilnehmern offen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

## ►► Sprachen

### ►►► Zweite Fremdsprache

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0401-00L</b>	<b>Deutsch, Teil I ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>S. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Im 1. Semester werden jene fremdsprachlichen Fertigkeiten erworben, die der künftige Berufsoffizier für seine militärische Tätigkeit benötigt. Konkret geht es um die Terminologie der Ausbildung und der taktischen Führung sowie um die Beschreibung des Berufsumfeldes. Weiter lernt der Studierende, Information aus Rundfunk und Presse für seine berufliche Tätigkeit zu nutzen.				
Lernziel	Dieser zweisemestrige Deutschkurs soll die Italienisch und Französisch sprechenden Teilnehmerinnen und Teilnehmer befähigen, im Rahmen ihrer Tätigkeit als Berufsoffizier auf Deutsch zu unterrichten und auszubilden.				
Inhalt	Lektüre, Analyse und Verfassen von zivilen und militärischen Schriftstücken Hörverstehen mit aktuellen Radio-/TV-Beiträgen Schulung des mündlichen Ausdrucks in Gruppendiskussionen und Kurzvorträgen Systematische Repetition und Vertiefung der wesentlichen Elemente der Grammatik Systematische Erweiterung des zivilen und militärischen Wortschatzes				
<b>853-0403-00L</b>	<b>Französisch, Teil I ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Schweizer</b>
Kurzbeschreibung	Im 1. Semester werden jene fremdsprachlichen Fertigkeiten erworben, die der künftige Berufsoffizier für seine militärische Tätigkeit benötigt. Konkret geht es um die Terminologie der Ausbildung und der taktischen Führung sowie um die Beschreibung des Berufsumfeldes. Weiter lernt der Studierende, Information aus Rundfunk und Presse für seine berufliche Tätigkeit zu nutzen.				
Lernziel	Dieser zweisemestrige Französischkurs soll die Deutsch sprechenden Teilnehmerinnen und Teilnehmer befähigen, im Rahmen ihrer Tätigkeit als Berufsoffizier auf Französisch zu unterrichten und auszubilden.				
Inhalt	Lektüre, Analyse und Verfassen von zivilen und militärischen Schriftstücken Hörverstehen mit aktuellen Radio-/TV-Beiträgen Schulung des mündlichen Ausdrucks in Gruppendiskussionen und Kurzvorträgen Systematische Repetition und Vertiefung der wesentlichen Elemente der Grammatik Systematische Erweiterung des zivilen und militärischen Wortschatzes				

## ► 6. Semester

### ►► Bachelor-Kolloquium und Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0654-00L</b>	<b>Bachelor-Arbeit ■</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>8D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelorarbeit stellt den Abschluss des Bachelorstudiums dar. Sie ist eine wissenschaftliche und selbständige Arbeit unter Leitung einer ETH oder MILAK-Dozentin oder eines Dozenten des Studiengangs Staatswissenschaften (Berufsoffizier).				
Lernziel	Die Bachelorarbeit soll die Fähigkeit der Studierenden zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit fördern.				

### ►► Praxismodule

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0602-00L</b>	<b>Praxismodule MILAK ■</b>	<b>O</b>	<b>18 KP</b>	<b>26P</b>	externe Veranstalter
Kurzbeschreibung	Die Praxismodule dauern 9 Wochen und werden im dritten Studienjahr belegt. Die Inhalte der Praxismodule sind eng verknüpft mit den militärwissenschaftlichen Lehrbereichen und ergänzen diese. Die Durchführung obliegt der MILAK an der ETH Zürich.				
Lernziel	Die Praxismodule dienen der praxisbezogenen Vertiefung und Festigung des Fachwissens.				

### ► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-0764-00L</b>	<b>Project Management</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. G. C. Marxt</b>
Kurzbeschreibung	The course gives a detailed introduction into various aspects of classic and agile project management. Established concepts and methods for initiating, planning and executing projects are introduced and major challenges discussed. Additionally the course covers different agile and hybrid project management concepts.				
Lernziel	Projects are not only the base of work in modern enterprises but also the primary type of cooperation with customers. Students of ETH will often work in or manage projects in the course of their career. Good project management knowledge is not only a guarantee for individual but also for company wide success.				
	The goal of this course is to give a detailed introduction into project management, more specific participants				
	- will understand the basics of successful classic and agile project management				
	- are able to apply the concepts and methods of project management in their day to day work				
	- are able to identify different project management practices and are able to suggest improvements				
	- will contribute to projects in your organization in a positive way				
	- will be able to plan and execute projects successfully.				

Inhalt	<p>The competitiveness of companies is driven by the development of a concise strategy and its successful implementation. Especially strategy execution poses several challenges to senior management: clear communication of goals, ongoing follow up of activities, a sound monitoring and control system. All these aspect are covered by successfully implementing and applying program and project management. As an introductory course we will focus mainly on project management.</p> <p>In the last decade project management has become an important discipline in management and several internationally recognized project management methods can be found: PMBOK, IPMA ICB, PRINCE 2, etc. These frameworks have proven to be very useful in day-to-day work.</p> <p>Unfortunately the environment companies are working in has changed parallel to the rise of PM as a discipline. Incremental but even more important fundamental changes happen more often and much faster than a decade ago. Experience has shown that the classic PM approaches lack the inherent dynamics to cope with these challenges. So overtime new methods have surfaced, such as SCRUM. These methods are called Agile Project Management methods and follow a dynamic model of reality, called complex adaptive systems perspective.</p> <p>This course will cover both classic and agile project management topics. The first part of the semester will lay the basics by discussing the classic way of planning, organizing and executing a project based on its life cycle. Topics covered include: drafting project proposals, stake holder analysis, different aspects of project planning, project organization, project risk management, project execution, project control, leadership in projects incl. conflict mitigation strategies, termination and documentation. In the second part basic conceptual topics for agile project management such as the agile manifesto, SCRUM, Lean, Kanban, XP, rapid results are covered. The course tries to tap into pre-existing knowledge of the participants using a very interactive approach including in-class discussion, short exercises and case studies.</p>				
Skript	No				
	The lecture slides and other additional material (papers, book chapters, case studies, etc.) will be available for download from Moodle before each class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>363-0532-00L</b>	<b>Ökonomische Theorie der Nachhaltigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit; Modelle des neoklassischen und des endogenen Wachstums; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitution und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve; Nachhaltigkeitspolitik				
Lernziel	Die Studierenden sollen ein wissenschaftliches Verständnis für die Implikationen nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf das langfristige Wachstum von Volkswirtschaften entwickeln. Es soll herausgearbeitet werden, inwieweit das Potential für ein nachhaltiges Wachstum von Substitutionsmöglichkeiten, technologischem Fortschritt und umweltpolitischen Eingriffen des Staates abhängig ist. Nach einem erfolgreichen Abschluss dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage: 1. die Ursachen der langfristigen Entwicklung von Wirtschaften zu verstehen 2. den Einfluss von natürlichen Ressourcen und von Umweltverschmutzung auf die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu analysieren 3. die Rolle der Politik für die Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele zweckmässig einzuordnen.				
Inhalt	Die Studierenden werden zunächst mit unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen nachhaltiger Entwicklung vertraut gemacht. Aufbauend auf dieser Grundlage werden Bedingungen für nachhaltiges Wachstum bei Umweltverschmutzung und knappen natürlichen Ressourcen näher beleuchtet. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle von Substitutionsmöglichkeiten und technischem Fortschritt für die Ueberwindung von Ressourcenknappheit. Auswirkungen von Umweltexternalitäten werden in Bezug auf mögliche Ansatzpunkte für wirtschafts- und umweltpolitische Eingriffe des Staates betrachtet. Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsoptimismus vs. pessimismus; Einführung in Modelle neoklassischen und endogenen Wachstums; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitutionselastizität und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve: Grundkonzept, theoretische Elemente, empirische Resultate; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen, Hartwick-Regel, Konsumententwicklung bei zinsabhängigem Sparen, ressourcensparender technischer Fortschritt.				
Skript	Die Folien zur Veranstaltung werden vorlesungsbegleitend über Internet zugänglich gemacht.				
Literatur	Bretschger, F. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.				
	Bretschger, L. (2004), Wachstumstheorie, Oldenbourg, 3. Auflage, München.				
	Bretschger, L. (2018), Greening Economy, Graying Society, CER-ETH Press, ETH Zurich.				
	Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray and M. Common (2011), Natural Resource and Environmental Economics, Longman , 4th ed., Essex.				
	Neumayer, E. (2003), Weak and Strong Sustainability, 2nd ed., Cheltenham: Edward Elgar.				
	Weitere Literaturangaben in der Vorlesung				

<b>363-1070-00L</b>	<b>Cyber Security</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Frei</b>
Kurzbeschreibung	This course provides a solid understanding of the fundamental mechanics and limitations of cyber security to provide guidance for future leaders as well as individuals constituting our society. Introduction to the concepts, developments, and the current state of affairs in the cyber security domain. We look at the topic from the attackers, defenders and societies perspective.				
Lernziel	Upon completion of this course students understand the essential developments, principles, challenges as well as the the limitations and the state of practice in cyber security from the technological, economic, legal, and social perspective. The course provides an interdisciplinary overview, guidance, and understanding of the dynamics in cyber security to guide decision making in business and society. Students understand the topics from the attackers, defenders, and societies perspective.				
Inhalt	<p>Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brief history of the rise of the Internet from the attackers, defenders, commercial and society perspective</li> <li>- Learning points from past and current assumptions, approaches, successes, failures, and surprises</li> </ul> <p>Internet Infrastructure</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establish a high level understanding of the fundamental design principals and functional blocks of the Internet infrastructure</li> <li>- Understand strengths and weaknesses of present design choices from security perspective</li> <li>- High level understanding of relevant networking concepts, protocols, software applications, policies, processes &amp; organizations in order to assess these topics</li> <li>- Establish a functional, high level understanding of relevant aspects of cryptography</li> </ul> <p>Cyber Security &amp; Risk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recognize cyber security as an interdisciplinary, highly dynamic, complex and adaptive system where increased interaction and dependencies between physical, communication, and social layers brings fundamentally different (and unpredictable) threats</li> <li>- Core security assets such as: confidentiality, integrity, availability, authenticity, accountability, non repudiation, privacy</li> <li>- Dominant players, protocols, and technologies</li> <li>- Different threat actors along the dimensions attacker goals, resources, approach, and threat</li> </ul> <p>Economics of Cyber Security</p> <p>Understand security challenges and limitations from an economic, rather than technological perspective</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- From security perspective: incentives of industry vs. users, security as a negative externality, zero marginal cost of software, network effect, time to market, lock-in, switching cost, economics of usability, security as a trade-off</li> <li>- Social and psychological aspects of security</li> </ul> <p>Attacker Capabilities</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Attacker capabilities and the offensive use from technical, economic, organizational, and operational perspective</li> <li>- Understand common and novel attack and evasion techniques, proliferation of expertise and tools, optimal timing to use zero-day attacks</li> <li>- Attack types and malware development lifecycle and detection evasion techniques</li> <li>- Botnets, exploit markets, plausible deniability, distributed denial of service (DDoS)</li> <li>- Processes and dynamics in the (in)security community, cyber-underground</li> </ul> <p>Defense Options and Limitations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Functional principles, capabilities, and limitations of diverse protection and detection technologies</li> <li>- Security effectiveness and evaluation/testing of security technologies</li> <li>- Trade-off between efficiency and resilience against structurally novel attacks</li> <li>- Effectiveness baseline security measures</li> <li>- Know cyber information sources and frameworks</li> </ul> <p>Cyber Security Challenges</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Increasing software complexity and vulnerabilities, the illusion of secure software</li> <li>- Full disclosure debate, economics of bug bounty programs</li> <li>- Internet of things, Industry control systems (SCADA/ICS)</li> <li>- Security and integrity of the supply chain (IoT, Smart-X)</li> <li>- Social media and mass protests</li> <li>- Erosion of privacy</li> </ul> <p>Legal Aspects</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Legal aspects of cyber security, compliance, and policies</li> <li>- Know the fundamental national and international legal and regulatory requirements in connection with cyber security on a cross-sector and sector-specific level</li> <li>- Understanding of legal risks and measures for risk mitigation</li> </ul> <p>Past Guest Talks:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pascal Gujer - Digital Forensics Expert Kapo Zurich (Cantonal Police Departement Zurich)</li> <li>- Maxim Salomon - Previously at Roche now with Google as Technical Program Manager for Security of Mergers &amp; Acquisitions "The safety vs. security of cyber physical systems"</li> <li>- Marc Rued - Security Expert, "Navigating the Cyber Underground"</li> <li>- Roger Halbheer - Executive Security Advisor for Microsoft in EMEA</li> </ul>				
Skript	Lecture slides will be made available online.				
Literatur	Paper reading provided during the lectures				
Voraussetzungen / Besonderes	First lecture 2024-02-19 via Zoom. Contact S. Frei for details.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>860-0022-00L</b>	<b>Complexity and Global Systems Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Helbing, C. Carissimo, A. Musso</b>
	<i>Prerequisites: solid mathematical skills.</i>				
	<i>Particularly suitable for students of D-ITET, D-MAVT and ISTP</i>				
Kurzbeschreibung	This course discusses complex techno-socio-economic systems, their counter-intuitive behaviors, and how their theoretical understanding empowers us to solve some long-standing problems that are currently bothering the world.				

Lernziel	Participants should learn to get an overview of the state of the art in the field, to present it in a well understandable way to an interdisciplinary scientific audience, to develop models for open problems, to analyze them, and to defend their results in response to critical questions. In essence, participants should improve their scientific skills and learn to think scientifically about complex dynamical systems.			
Inhalt	This course starts with a discussion of the typical and often counter-intuitive features of complex dynamical systems such as self-organization, emergence, (sudden) phase transitions at "tipping points", multi-stability, systemic instability, deterministic chaos, and turbulence. It then discusses phenomena in networked systems such as feedback, side and cascading effects, and the problem of radical uncertainty. The course progresses by demonstrating the relevance of these properties for understanding societal and, at times, global-scale problems such as traffic jams, crowd disasters, breakdowns of cooperation, crime, conflict, social unrests, political revolutions, bubbles and crashes in financial markets, epidemic spreading, and/or "tragedies of the commons" such as environmental exploitation, overfishing, or climate change. Based on this understanding, the course points to possible ways of mitigating techno-socio-economic-environmental problems, and what data science may contribute to their solution.			
Skript	"Social Self-Organization Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior" Helbing, Dirk ISBN 978-3-642-24004-1			
Literatur	Philip Ball Why Society Is A Complex Matter <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783642289996">https://www.springer.com/gp/book/9783642289996</a>  Globally networked risks and how to respond Nature: <a href="https://www.nature.com/articles/nature12047">https://www.nature.com/articles/nature12047</a>  Global Systems Science and Policy <a href="https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214">https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214</a>  Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783540752608">https://www.springer.com/gp/book/9783540752608</a>  Further links:  <a href="http://global-systems-science.org">http://global-systems-science.org</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf</a>			
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature will be recommended in the lectures. Mathematical skills can be helpful.  Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.  Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.			
Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.			
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
		Verfahren und Technologien		geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung		geprüft
		Medien und digitale Technologien		geprüft
		Problemlösung		geprüft
		Projektmanagement		gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert
		Kundenorientierung		gefördert
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft
		Verhandlung		gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft
		Kreatives Denken		geprüft
		Kritisches Denken		geprüft
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft
<b>851-0735-16L</b>	<b>Start-Ups und Steuern</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>
Kurzbeschreibung	Der Erfolg oder Misserfolg von Start-Ups hängt nicht nur von einer Erfindung ab. Die Gründer müssen auch eine Vielzahl organisatorischer und juristischer Hürden überwinden. Anhand Theorie und Fallbeispielen lernen Studierende in diesem Seminar die Relevanz steuerrechtlicher Rahmenbedingungen bei Unternehmensgründungen kennen, inklusive wie der Gesetzgeber innovative Unternehmungen fördern kann.			

Lernziel	<p>Wissenschaftliche Erkenntnisse und die daraus stammenden technischen Innovationen verbreiten sich ausserhalb der akademischen Welt meistens über die Tätigkeiten von Unternehmen, namentlich durch die Entwicklung neuer oder Verbesserung bestehender Produkte und Prozesse. Zur Unterstützung dieses Innovationsprozesses hat der Gesetzgeber ein ausdifferenziertes zivil- und steuerrechtliches System geschaffen, dessen Vor- und Nachteilen Sie als ETH-Abgänger und Abgängerin kennen sollten, wenn Sie Ihr theoretisches Wissen in der Praxis implementieren möchten.</p> <p>In diesem Seminar wird die steuerliche Dimension neuer Unternehmen diskutiert. Start-Ups unterscheiden sich von normalen Unternehmen in unterschiedlicher Hinsicht. Das Eigentum kann sich zuerst in wenigen Händen konzentrieren und dann auf mehrere Investoren ausdehnen (z.B. im Zusammenhang mit Private Equity). Die Corporate Governance kann besonders komplex sein (z.B. im Falle unterschiedlicher Aktienkategorien und einer Entkopplung zwischen der finanziellen Beteiligung und den Stimmrechten). Die Wirtschaftsbranche, in der die Unternehmung lanciert wird, kann besonders volatil sein; sinnvolle Vergleiche zwecks der Unternehmensbewertung fehlen oft, und es ist schwierig, einen zuverlässigen Business Plan zu entwerfen.</p> <p>In der Veranstaltung lernen Sie einerseits die Regelungsoptionen kennen, die dem Gesetzgeber zur Verfügung stehen, um innovative Start-Ups zu fördern. Dabei wird auch auf Grundlagen der Finanztheorie, der Wirtschaftspolitik, der Innovationsförderung und der Unternehmensstrategie eingegangen. Andererseits wird Ihnen das Fachwissen im schweizerischen Steuerrecht vermittelt, das Sie für eine spätere mögliche Unternehmensgründung benötigen. Obwohl Vorkenntnisse in Rechts- oder Betriebswissenschaften von Vorteil sein können, stellen diese keine notwendige Bedingung für eine Teilnahme dar.</p> <p>In den ersten Sitzungen vermittelt der Dozent theoretische Grundlagen sowie einen Grundriss des schweizerischen Steuersystems, sowohl betreffend direkte Steuern (Einkommen-, Vermögens-, Gewinn- und Kapitalsteuern) als auch indirekte Steuern (Mehrwertsteuer, Verrechnungssteuer, Stempelabgaben). Sowohl natürliche als auch juristische Personen werden berücksichtigt, wobei der Unterricht auf das Umfeld von Start-Ups und ihren Investoren fokussiert. Die Seminarteilnehmer und -teilnehmerinnen bestreiten den zweiten Seminarteil, in dem sie anhand von von ihnen entworfenen Fallbeispielen typische Probleme im Zusammenhang mit der Besteuerung von Start-Ups gemeinsam diskutieren.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kundenorientierung</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Verhandlung</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>

<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahe Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben.</li> <li>- bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern.</li> <li>- mit der Komplexität realer Daten umgehen.</li> <li>- Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern.</li> <li>- Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen.</li> <li>- Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren.</li> <li>- Standard-Algorithmen erklären und anwenden.</li> </ul> <p>In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variablen und Datentypen</li> <li>2. Kontrollstrukturen und Logik</li> <li>3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse</li> <li>4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen</li> <li>5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten</li> <li>6. Klassen und Objekte</li> </ol> <p>Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.</p>				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				
Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>363-0561-00L</b>	<b>Climate Economics and Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Barrage</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to both conceptual foundations and empirical evidence on the economics of climate change, climate policy design, and financial market responses thereto. It seeks to address questions such as: What are the costs and benefits of competing responses to the climate challenge? What roles can/do financial markets play in facing climate risks?				
Lernziel	After taking this course, students should: - Understand integrated assessment modelling/thinking about the climate, energy markets, and the macroeconomy and be able to run simplified versions of such models in Excel - Know benchmark estimates of the economic impacts of climate change - Understand the trade-offs between different policy and societal responses both conceptually and empirically based on policy practice - Understand how financial markets should be vs. are empirically responding to climate and policy risks				
Inhalt	This course teaches both the core analytic tools and surveys new empirical evidence on the economics of climate change, climate policy, and financial market responses thereto. The first half of the course presents an integrated assessment of the climate, energy markets, and the economy. We build a framework for analyzing the economic impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice. The second part of the course focuses on financial markets. We review relevant core concepts in finance with a focus on asset pricing and use this framework as a basis for thinking about how markets should be responding to climatic and policy risks. We then review empirical evidence on how financial markets appear to be responding in reality with examples such as from housing, equity, and bond markets. At the end of the course, students should have stronger foundations in economics and finance and broad knowledge of the economic and financial risks and opportunities posed by climate change.				
Skript	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture slides will be available on the site of the lecture It is highly recommended (but not required) that students have completed introductory micro- and macroeconomics before taking this class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>857-0075-01L</b>	<b>Contemporary European Politics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. B. Demirci, S. Hegewald, J. Lipps, P. Rieger, M. Troncone, A. B. Yildirim</b>
Kurzbeschreibung	How have the powers of the European Union expanded until now and what are the problems facing the Union today? This class offers an introduction to theories of European integration. Furthermore, we discuss the challenges of supranational governance in the context of the EU, covering a wide array of policy fields.				
Lernziel	Since its start in the fifties, the European Union has evolved into a complex multilevel system, different from the nation state and different from other International Organizations. The course "Contemporary European Politics" introduces students to the institutions of the European Union and the gradual expansion of their competences. Throughout the course, we engage with current debates in EU studies on supranational decision-making in times of crisis. Upon completion, the participants are familiar with the legislative process regulating scientific and every-day life in such diverse policy fields as financial markets, climate policy and data privacy. Based on this knowledge, participants are able to identify chances and challenges of regulation beyond the nation state.				
Inhalt	The sessions cover the following topics: - EU Institutions - Decision-making - Parliamentary Democracy - Judicial Politics - European Identity and Public Spheres - Enlargement and Neighbourhood Policy - Democratic Backsliding - Political Conflict in the EU - Implementation of EU law - Eurozone - Inequality - Euroscepticism and Brexit - The Future of Integration				
<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
Kurzbeschreibung	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
Lernziel	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in: - evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries - commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations - micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution - other critical factors required for maximum success of nutrition interventions				

Inhalt	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.		
Skript	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
		Analytische Kompetenzen	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
Kritisches Denken		gefördert	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

#### Staatswissenschaften Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Statistik Master

Die hier aufgelisteten Lehrveranstaltungen gehören zum Curriculum des Master-Studiengangs Statistik. Die entsprechenden KP gelten nicht als Mobilitäts-KP, auch wenn gewisse Lerneinheiten nicht an der ETH Zürich belegt werden können.

## ► Kernfächer

### ►► Statistical Modelling

Lerneinheiten des Kernfachbereichs «Statistical Modelling» werden im Herbstsemester angeboten.

### ►► Applied Statistics

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
401-3632-00L	<b>Computational Statistics</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U</b>	<b>J. Peters</b>
Kurzbeschreibung	We discuss modern statistical methods for data analysis, including methods for data exploration, prediction and inference. We pay attention to algorithmic aspects, theoretical properties and practical considerations. The class is hands-on and methods are applied using the statistical programming language R.				
Lernziel	The student obtains an overview of modern statistical methods for data analysis, including their algorithmic aspects and theoretical properties. The methods are applied using the statistical programming language R.				
Inhalt	See the class website				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one semester of (basic) probability and statistics.  Programming experience is helpful but not required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien		geprüft geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Problemlösung Kreatives Denken Kritisches Denken		geprüft geprüft geprüft	

### ►► Mathematical Statistics

Lerneinheiten des Kernfachbereichs «Mathematical Statistics» werden im Herbstsemester angeboten.

### ► Fachbezogene Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
252-3900-00L	<b>Big Data for Engineers</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+2U+1A</b>	<b>G. Fourny</b>
	<i>This course is not intended for Computer Science and Data Science MSc students!</i>				
Kurzbeschreibung	This course is part of the series of database lectures offered to all ETH departments, together with Information Systems for Engineers. It introduces the most recent advances in the database field: how do we scale storage and querying to Petabytes of data, with trillions of records? How do we deal with heterogeneous data sets? How do we deal with alternate data shapes like trees and graphs?				
Lernziel	This lesson is complementary with Information Systems for Engineers as they cover different time periods of database history and practices -- you can even take both lectures at the same time.  The key challenge of the information society is to turn data into information, information into knowledge, knowledge into value. This has become increasingly complex. Data comes in larger volumes, diverse shapes, from different sources. Data is more heterogeneous and less structured than forty years ago. Nevertheless, it still needs to be processed fast, with support for complex operations.  This combination of requirements, together with the technologies that have emerged in order to address them, is typically referred to as "Big Data." This revolution has led to a completely new way to do business, e.g., develop new products and business models, but also to do science -- which is sometimes referred to as data-driven science or the "fourth paradigm".  Unfortunately, the quantity of data produced and available -- now in the Zettabyte range (that's 21 zeros) per year -- keeps growing faster than our ability to process it. Hence, new architectures and approaches for processing it were and are still needed. Harnessing them must involve a deep understanding of data not only in the large, but also in the small.  The field of databases evolves at a fast pace. In order to be prepared, to the extent possible, to the (r)evolutions that will take place in the next few decades, the emphasis of the lecture will be on the paradigms and core design ideas, while today's technologies will serve as supporting illustrations thereof.  After visiting this lecture, you should have gained an overview and understanding of the Big Data landscape, which is the basis on which one can make informed decisions, i.e., pick and orchestrate the relevant technologies together for addressing each business use case efficiently and consistently.				

Inhalt This course gives an overview of database technologies and of the most important database design principles that lay the foundations of the Big Data universe.

It targets specifically students with a scientific or Engineering, but not Computer Science, background.

We take the monolithic, one-machine relational stack from the 1970s, smash it down and rebuild it on top of large clusters: starting with distributed storage, and all the way up to syntax, models, validation, processing, indexing, and querying. A broad range of aspects is covered with a focus on how they fit all together in the big picture of the Big Data ecosystem.

No data is harmed during this course, however, please be psychologically prepared that our data may not always be in normal form.

- physical storage: distributed file systems (HDFS), object storage(S3), key-value stores
- logical storage: document stores (MongoDB), column stores (HBase)
- data formats and syntaxes (XML, JSON, RDF, CSV, YAML, protocol buffers, Avro)
- data shapes and models (tables, trees)
- type systems and schemas: atomic types, structured types (arrays, maps), set-based type systems (?, \*, +)
- an overview of functional, declarative programming languages across data shapes (SQL, JSONiq)
- the most important query paradigms (selection, projection, joining, grouping, ordering, windowing)
- paradigms for parallel processing, two-stage (MapReduce) and DAG-based (Spark)
- resource management (YARN)
- what a data center is made of and why it matters (racks, nodes, ...)
- underlying architectures (internal machinery of HDFS, HBase, Spark)
- optimization techniques (functional and declarative paradigms, query plans, rewrites, indexing)
- applications.

Large scale analytics and machine learning are outside of the scope of this course.

Skript <https://ghislainfourny.github.io/big-data-textbook/>

Literatur Papers from scientific conferences and journals. References will be given as part of the course material during the semester.

Voraussetzungen / Besonderes This course is not intended for Computer Science and Data Science students. Computer Science and Data Science students interested in Big Data MUST attend the Master's level Big Data lecture, offered in Fall.

Requirements: programming knowledge (Java, C++, Python, PHP, ...) as well as basic knowledge on databases (SQL). If you have already built your own website with a backend SQL database, this is perfect.

Attendance is especially recommended to those who attended Information Systems for Engineers last Fall, which introduced the "good old databases of the 1970s" (SQL, tables and cubes). However, this is not a strict requirement, and it is also possible to take the lectures in reverse order.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft geprüft
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
			Sensibilität für Vielfalt Verhandlung
		Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken	gefördert geprüft
		Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert

**252-0220-00L Introduction to Machine Learning W 8 KP 4V+2U+1A F. Perez Cruz, F. Yang**

*Preference is given to students in programmes in which the course is being offered. All other students will be waitlisted. Please do not contact the lecturers for any questions in this regard. If necessary, please contact [studiensekretariat@inf.ethz.ch](mailto:studiensekretariat@inf.ethz.ch)*

Kurzbeschreibung The course introduces the foundations of learning and making predictions based on data.

Lernziel The course will introduce the foundations of learning and making predictions from data. We will study basic concepts such as trading goodness of fit and model complexity. We will discuss important machine learning algorithms used in practice, and provide hands-on experience in a course project.

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear regression (overfitting, cross-validation/bootstrap, model selection, regularization, [stochastic] gradient descent)</li> <li>- Linear classification: Logistic regression (feature selection, sparsity, multi-class)</li> <li>- Kernels and the kernel trick (Properties of kernels; applications to linear and logistic regression); k-nearest neighbor</li> <li>- Neural networks (backpropagation, regularization, convolutional neural networks)</li> <li>- Unsupervised learning (k-means, PCA, neural network autoencoders)</li> <li>- The statistical perspective (regularization as prior; loss as likelihood; learning as MAP inference)</li> <li>- Statistical decision theory (decision making based on statistical models and utility functions)</li> <li>- Discriminative vs. generative modeling (benefits and challenges in modeling joint vs. conditional distributions)</li> <li>- Bayes' classifiers (Naive Bayes, Gaussian Bayes; MLE)</li> <li>- Bayesian approaches to unsupervised learning (Gaussian mixtures, EM)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Designed to provide a basis for following courses: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Machine Learning</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- Probabilistic Artificial Intelligence</li> <li>- Seminar "Advanced Topics in Machine Learning"</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>401-3602-00L</b>	<b>Applied Stochastic Processes</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+1U</b>	keine Angaben
Kurzbeschreibung	Stochastische Prozesse dienen zur Beschreibung der Entwicklung von Systemen, die sich in einer zufälligen Weise entwickeln. In dieser Vorlesung bezieht sich die Entwicklung auf einen skalaren Parameter, der als Zeit interpretiert wird, so dass wir die zeitliche Entwicklung des Systems studieren. Die Vorlesung präsentiert mehrere Klassen von stochastischen Prozessen, untersucht ihre Eigenschaften und ihr Verhalten und zeigt anhand von einigen Beispielen, wie diese Prozesse eingesetzt werden können. Die Hauptbetonung liegt auf der Theorie; "applied" ist also im Sinne von "applicability" zu verstehen.				
Lernziel					
Literatur	R. N. Bhattacharya and E. C. Waymire, "Stochastic Processes with Applications", SIAM (2009), available online: <a href="http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997">http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718997</a> R. Durrett, "Essentials of Stochastic Processes", Springer (2012), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3615-7/page/1</a> M. Lefebvre, "Applied Stochastic Processes", Springer (2007), available online: <a href="http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1">http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-48976-6/page/1</a> S. I. Resnick, "Adventures in Stochastic Processes", Birkhäuser (2005)				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites are familiarity with (measure-theoretic) probability theory as it is treated in the course "Probability Theory" (401-3601-00L).				
<b>401-3642-00L</b>	<b>Brownian Motion and Stochastic Calculus</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>4V+1U</b>	<b>D. Possamaï</b>
Kurzbeschreibung	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. It includes the construction and properties of Brownian motion, basics of Markov processes in continuous time and of Levy processes, and stochastic calculus for continuous semimartingales.				
Lernziel	This course gives an introduction to Brownian motion and stochastic calculus. The following topics are planned: - Definition and construction of Brownian motion - Some important properties of Brownian motion - Basics of Markov processes in continuous time - Stochastic calculus, including stochastic integration for continuous semimartingales, Ito's formula, Girsanov's theorem, stochastic differential equations and connections with partial differential equations - Basics of Levy processes				
Skript	Lecture notes will be made available in class.				
Literatur	- R.F. Bass, Stochastic Processes, Cambridge University Press (2001). - I. Karatzas, S. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer (1991). - J.-F. Le Gall, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer (2016). - D. Revuz, M. Yor, Continuous Martingales and Brownian Motion, Springer (2005). - L.C.G. Rogers, D. Williams, Diffusions, Markov Processes and Martingales, vol. 1 and 2, Cambridge University Press (2000).				
Voraussetzungen / Besonderes	Familiarity with measure-theoretic probability as in the standard D-MATH course "Probability Theory" will be assumed. Textbook accounts can be found for example in - J. Jacod, P. Protter, Probability Essentials, Springer (2004). - R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge University Press (2010).				
<b>401-4634-24L</b>	<b>Diffusion Models, Sampling and Stochastic Localization</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>Y. Chen</b>
Kurzbeschreibung	This is a master/PhD level course to prepare students for academic research in Markov chain Monte Carlo sampling algorithms, diffusion generative models and the associated theory. We cover basic sampling algorithms, provide geometric intuitions and show frameworks for proving results in log-concave sampling.				
Lernziel	The main objective is to learn about the basic sampling algorithms such as ball walk, Langevin algorithms and Hamiltonian Monte Carlo. From these classic sampling algorithms, we make connections with the diffusion generative models, which are the state-of-the-art models for generating natural images. Additionally, we cover theoretical frameworks to prove convergence guarantees of sampling algorithms, including the stochastic localization technique.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit				gefördert
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Anpassung und Flexibilität				gefördert
	Kreatives Denken				gefördert
	Kritisches Denken				gefördert
<b>401-4637-67L</b>	<b>On Hypothesis Testing</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>F. Balabdaoui</b>
Kurzbeschreibung	This course is a review of the main results in decision theory.				
Lernziel	The goal of this course is to present a review for the most fundamental results in statistical testing. This entails reviewing the Neyman-Pearson Lemma for simple hypotheses and the Karlin-Rubin Theorem for monotone likelihood ratio parametric families. The students will also encounter the important concept of p-values and their use in some multiple testing situations. Further methods for constructing tests will be also presented including likelihood ratio and chi-square tests. Some non-parametric tests will be reviewed such as the Kolmogorov goodness-of-fit test and the two sample Wilcoxon rank test. The most important theoretical results will be proved and also illustrated via different examples. Four sessions of exercises will be scheduled (the students will be handed in an exercise sheet a week before discussing solutions in class).				
Literatur	- Statistical Inference (Casella & Berger) - Testing Statistical Hypotheses (Lehmann and Romano)				
<b>401-6228-00L</b>	<b>Programming with R for Reproducible Research</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Mächler</b>
Kurzbeschreibung	Deeper understanding of R: Function calls, rather than "commands". Reproducible research and data analysis via Sweave and Rmarkdown. Limits of floating point arithmetic. Understanding how functions work. Environments, packages, namespaces. Closures, i.e., Functions returning functions. Lists and [mc]apply() for easy parallelization. Performance measurement and improvements.				
Lernziel	Learn to understand R as a (very versatile and flexible) programming language and learn about some of its lower level functionalities which are needed to understand *why* R works the way it does.				
Inhalt	See "Skript": <a href="https://github.com/mmaechler/ProgRRR/tree/master/ETH">https://github.com/mmaechler/ProgRRR/tree/master/ETH</a>				
Skript	Material available from Github <a href="https://github.com/mmaechler/ProgRRR/tree/master/ETH">https://github.com/mmaechler/ProgRRR/tree/master/ETH</a>				
Literatur	(typically will be updated during course) Norman Matloff (2011) The Art of R Programming - A tour of statistical software design. no starch press, San Francisco. on stock at Polybuchhandlung (CHF 42.-).				
Voraussetzungen / Besonderes	More material, notably H.Wickam's "Advanced R" : see my ProgRRR github page. R Knowledge on the same level as after *both* parts of the ETH lecture 401-6217-00L Using R for Data Analysis and Graphics <a href="http://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheitPre.do?semkez=2013W&amp;lerneinheitId=84563&amp;ansicht=ALLE&amp;lang=de">http://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheitPre.do?semkez=2013W&amp;lerneinheitId=84563&amp;ansicht=ALLE&amp;lang=de</a>  An interest to dig deeper than average R users do.  Bring your own laptop with a recent version of R installed				
<b>401-3629-00L</b>	<b>Quantitative Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>P. Cheridito, T. Fissler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces methods from probability theory and statistics that can be used to model financial risks. Topics addressed include loss distributions, risk measures, extreme value theory, multivariate models, copulas, dependence structures, backtesting, and operational risk.				
Lernziel	The goal is to learn the most important methods from probability theory and statistics used in financial risk modeling.				
Inhalt	1. Introduction 2. Basic Concepts in Risk Management 3. Empirical Properties of Financial Data 4. Financial Time Series 5. Extreme Value Theory 6. Multivariate Models 7. Copulas and Dependence 8. Backtesting 9. Operational Risk				
Skript	Course material is available on Moodle.				
Literatur	Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools AJ McNeil, R Frey and P Embrechts Princeton University Press, Princeton, 2015 (Revised Edition) <a href="http://press.princeton.edu/titles/10496.html">http://press.princeton.edu/titles/10496.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	The course corresponds to the Risk Management requirement for the SAA ("Aktuar SAV Ausbildung") as well as for the Master of Science UZH-ETH in Quantitative Finance.  The sessions of the course are structured as follows: Each session consists of three 45min blocks, each consisting of 30min theory (lecture) and 15min practice (exercises). The exercises should deepen the understanding of the theory. During the practice phase, students can individually ask questions about the exercises, and possibly also about the lecture or the homework assignments. There are weekly homework assignments – the solutions will also be made available.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>401-3902-21L</b>	<b>Network &amp; Integer Optimization: From Theory to Application</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>R. Zenklusen</b>
Kurzbeschreibung	This course covers various topics in Network and (Mixed-)Integer Optimization. It starts with a rigorous study of algorithmic techniques for some network optimization problems (with a focus on matching problems) and moves to key aspects of how to attack various optimization settings through well-designed (Mixed-)Integer Programming formulations.				
Lernziel	Our goal is for students to both get a good foundational understanding of some key network algorithms and also to learn how to effectively employ (Mixed-)Integer Programming formulations, techniques, and solvers, to tackle a wide range of discrete optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Matching problems; - Integer Programming techniques and models; - Extended formulations and strong problem formulations; - Solver techniques for (Mixed-)Integer Programs; - Decomposition approaches.				
Literatur	- Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization. 6th edition, Springer, 2018. - Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer, 2003. This work has 3 volumes. - Vanderbeck François, Wolsey Laurence: Reformulations and Decomposition of Integer Programs. Chapter 13 in: 50 Years of Integer Programming 1958-2008. Springer, 2010. - Alexander Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley, 1986.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solid background in linear algebra. Preliminary knowledge of Linear Programming is ideal but not a strict requirement. Prior attendance of the course Linear & Combinatorial Optimization is a plus.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
<b>261-5110-00L</b>	<b>Optimization for Data Science</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>3V+2U+4A</b>	<b>B. Gärtner, N. He</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an in-depth theoretical treatment of optimization methods that are relevant in data science.				
Lernziel	Understanding the guarantees and limits of relevant optimization methods used in data science. Learning theoretical paradigms and techniques to deal with optimization problems arising in data science.				
Inhalt	This course provides an in-depth theoretical treatment of classical and modern optimization methods that are relevant in data science.				
	After a general discussion about the role that optimization has in the process of learning from data, we give an introduction to the theory of (convex) optimization. Based on this, we present and analyze algorithms in the following four categories: first-order methods (gradient and coordinate descent, Frank-Wolfe, subgradient and mirror descent, stochastic and incremental gradient methods); second-order methods (Newton and quasi Newton methods); non-convexity (local convergence, provable global convergence, cone programming, convex relaxations); min-max optimization (extragradient methods).				
	The emphasis is on the motivations and design principles behind the algorithms, on provable performance bounds, and on the mathematical tools and techniques to prove them. The goal is to equip students with a fundamental understanding about why optimization algorithms work, and what their limits are. This understanding will be of help in selecting suitable algorithms in a given application, but providing concrete practical guidance is not our focus.				
Voraussetzungen / Besonderes	A solid background in analysis and linear algebra; some background in theoretical computer science (computational complexity, analysis of algorithms); the ability to understand and write mathematical proofs.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>252-0526-00L</b>	<b>Statistical Learning Theory</b> <i>Takes place for the last time!</i>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>J. M. Buhmann</b>
Kurzbeschreibung	The course covers advanced methods of statistical learning:  - Variational methods and optimization. - Deterministic annealing. - Clustering for diverse types of data. - Model validation by information theory.				
Lernziel	The course surveys recent methods of statistical learning. The fundamentals of machine learning, as presented in the courses "Introduction to Machine Learning" and "Advanced Machine Learning", are expanded from the perspective of statistical learning.				

Inhalt	<p>- Variational methods and optimization. We consider optimization approaches for problems where the optimizer is a probability distribution. We will discuss concepts like maximum entropy, information bottleneck, and deterministic annealing.</p> <p>- Clustering. This is the problem of sorting data into groups without using training samples. We discuss alternative notions of "similarity" between data points and adequate optimization procedures.</p> <p>- Model selection and validation. This refers to the question of how complex the chosen model should be. In particular, we present an information theoretic approach for model validation.</p> <p>- Statistical physics models. We discuss approaches for approximately optimizing large systems, which originate in statistical physics (free energy minimization applied to spin glasses and other models). We also study sampling methods based on these models.</p>				
Skript	A draft of a script will be provided. Lecture slides will be made available.				
Literatur	Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi: A probabilistic theory of pattern recognition. Springer, New York, 1996 Knowledge of machine learning (introduction to machine learning and/or advanced machine learning) Basic knowledge of statistics.				
<b>401-3932-19L</b>	<b>Mathematics for New Technologies in Finance</b> <i>formerly until FS22: Machine Learning in Finance</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>J. Teichmann, P. Harms</b>
Kurzbeschreibung	The course will deal with the following topics with rigorous proofs and many coding excursions: Universal approximation theorems, Stochastic gradient Descent, Deep networks and wavelet analysis, Deep Hedging, Deep calibration, Different network architectures, Reservoir Computing, Time series analysis by machine learning, Reinforcement learning, generative adversarial networks, Economic games.				
Inhalt	CATALOGUE DATA TO BE ADJUSTED				
Voraussetzungen / Besonderes	Bachelor in mathematics, physics, economics or computer science.				
<b>227-0432-00L</b>	<b>Learning, Classification and Compression</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>E. Riegler</b>
Kurzbeschreibung	The focus of the course is aligned to a theoretical approach of learning theory and classification and an introduction to lossy and lossless compression for general sets and measures. We will mainly focus on a probabilistic approach, where an underlying distribution must be learned/compressed. The concepts acquired in the course are of broad and general interest in data sciences.				
Lernziel	After attending this lecture and participating in the exercise sessions, students will have acquired a working knowledge of learning theory, classification, and compression.				
Inhalt	<p>1. Learning Theory</p> <p>(a) Framework of Learning</p> <p>(b) Hypothesis Spaces and Target Functions</p> <p>(c) Reproducing Kernel Hilbert Spaces</p> <p>(d) Bias-Variance Tradeoff</p> <p>(e) Estimation of Sample and Approximation Error</p> <p>2. Classification</p> <p>(a) Binary Classifier</p> <p>(b) Support Vector Machines (separable case)</p> <p>(c) Support Vector Machines (nonseparable case)</p> <p>(d) Kernel Trick</p> <p>3. Lossy and Lossless Compression</p> <p>(a) Basics of Compression</p> <p>(b) Compressed Sensing for General Sets and Measures</p> <p>(c) Quantization and Rate Distortion Theory for General Sets and Measures</p>				
Skript	Detailed lecture notes will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a solid background in measure theory and linear algebra and basic knowledge in functional analysis.				
<b>401-8616-00L</b>	<b>Modelling Dependent Data (University of Zurich)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: STA330</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>Uni-Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	In many applications, the basic assumption of independent random quantities is unrealistic and appropriate procedures are necessary to model the dependencies. According to the type of dependency, different approaches are commonly used.				
Lernziel	After a successful completion, the student is capable of				
Inhalt	<p>1. differentiating and characterizing different types of longitudinal and spatial data</p> <p>2. proposing, fitting and interpreting standard models for longitudinal and spatial data</p> <p>3. understanding and interpreting the results of complex models.</p> <p>The lecture starts with a focus on an important case of dependent data: so-called longitudinal and time series data, these are in general repeated measurements over time from the same individual/observational unit. Subsequently, spatial data are studied, starting with so-called lattice data and introducing conditional and simultaneous autoregressive (CAR and SAR) models as well as Gaussian Markov random fields. Further, classical geostatistical spatial processes are introduced and methods for estimation and prediction explored as well as some extensions discussed. Finally, students will learn how to model spatial point patterns, e.g. counts of cases of a disease over a geographical region.</p> <p>Theoretical concepts, practical applications and implementations (in R) are balanced throughout the semester.</p>				
<b>636-0702-00L</b>	<b>Statistical Models in Computational Biology</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2V+1U+2A</b>	<b>N. Beerenwinkel</b>
Kurzbeschreibung	The course offers an introduction to graphical models and their application to complex biological systems. Graphical models combine a statistical methodology with efficient algorithms for inference in settings of high dimension and uncertainty. The unifying graphical model framework is developed and used to examine several classical and topical computational biology methods.				
Lernziel	The goal of this course is to establish the common language of graphical models for applications in computational biology and to see this methodology at work for several real-world data sets.				

Inhalt	Graphical models are a marriage between probability theory and graph theory. They combine the notion of probabilities with efficient algorithms for inference among many random variables. Graphical models play an important role in computational biology, because they explicitly address two features that are inherent to biological systems: complexity and uncertainty. We will develop the basic theory and the common underlying formalism of graphical models and discuss several computational biology applications. Topics covered include conditional independence, Bayesian networks, Markov random fields, Gaussian graphical models, EM algorithm, junction tree algorithm, model selection, Dirichlet process mixture, causality, the pair hidden Markov model for sequence alignment, probabilistic phylogenetic models, phylo-HMMs, microarray experiments and gene regulatory networks, protein interaction networks, learning from perturbation experiments, time series data and dynamic Bayesian networks. Some of the biological applications will be explored in small data analysis problems as part of the exercises.				
Skript	no				
Literatur	- Airoldi EM (2007) Getting started in probabilistic graphical models. PLoS Comput Biol 3(12): e252. doi:10.1371/journal.pcbi.0030252 - Bishop CM. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2007. - Durbin R, Eddy S, Krogh A, Mitchinson G. Biological Sequence Analysis. Cambridge university Press, 2004				
<b>447-6222-00L</b>	<b>Robust and Nonlinear Regression</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. F. Ruckstuhl</b>
Kurzbeschreibung	In a first part, the basic ideas of robust fitting techniques are explained theoretically and practically using regression models and explorative multivariate analysis.				
Lernziel	The second part addresses the challenges of fitting nonlinear regression functions and finding reliable confidence intervals. Participants are familiar with common robust fitting methods for the linear regression models as well as for exploratory multivariate analysis and are able to assess their suitability for the data at hand.  They know the challenges that arise in fitting of nonlinear regression functions, and know the difference between classical and profile based methods to determine confidence intervals.  They can apply the discussed methods in practise by using the statistics software R.				
Inhalt	Robust fitting: influence function, breakdown point, regression M-estimation, regression MM-estimation, robust inference, covariance estimation with high breakdown point, application in principal component analysis and linear discriminant analysis.  Nonlinear regression: the nonlinear regression model, estimation methods, approximate tests and confidence intervals, estimation methods, profile t plot, profile traces, parameter transformation, prediction and calibration				
Skript	Lecture notes are available				
Voraussetzungen / Besonderes	It is a block course on three Mondays in June				
<b>401-8618-00L</b>	<b>Statistical Methods in Epidemiology (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: STA408</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i> Analysis of case-control and cohort studies. The most relevant measures of effect (odds and rate ratios) are introduced, and methods for adjusting for confounders (Mantel-Haenszel, regression) are thoroughly discussed. Advanced topics such as measurement error and propensity score adjustments are also covered. We will outline statistical methods for case-crossover and case series studies etc.				
<b>401-8628-00L</b>	<b>Survival Analysis (University of Zurich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1.5G</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student belegt werden.</i> <i>UZH Modulkürzel: STA425</i>  <i>Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:</i> <i><a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline_s.html</a></i> The analysis of survival times, or in more general terms, the analysis of time to event variables is concerned with models for censored observations. Because we cannot always wait until the event of interest actually happens, the methods discussed here are required for an appropriate handling of incomplete observations where we only know that the event of interest did not happen within ...				
Inhalt	During the course, we will study the most important methods and models for censored data, including - general concepts of censoring, - simple summary statistics, - estimation of survival curves, - frequentist inference for two and more groups, and - regression models for censored observations				
<b>227-0434-10L</b>	<b>Mathematics of Information</b>	<b>W</b>	<b>9 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>H. Bölcskei</b>
Kurzbeschreibung	The class focuses on mathematical aspects of  1. Information science: Sampling theorems, frame theory, compressed sensing, sparsity, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms, dimensionality reduction  2. Learning theory: Approximation theory, greedy algorithms, uniform laws of large numbers, Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension				
Lernziel	The aim of the class is to familiarize the students with the most commonly used mathematical theories in data science, high-dimensional data analysis, and learning theory. The class consists of the lecture and exercise sessions with homework problems.				

Inhalt	Mathematics of Information
	1. Signal representations: Frame theory, wavelets, Gabor expansions, sampling theorems, density theorems
	2. Sparsity and compressed sensing: Sparse linear models, uncertainty relations in sparse signal recovery, super-resolution, spectrum-blind sampling, subspace algorithms (ESPRIT), estimation in the high-dimensional noisy case, Lasso
	3. Dimensionality reduction: Random projections, the Johnson-Lindenstrauss Lemma
	Mathematics of Learning
	4. Approximation theory: Nonlinear approximation theory, best M-term approximation, greedy algorithms, fundamental limits on compressibility of signal classes, Kolmogorov-Tikhomirov epsilon-entropy of signal classes, optimal compression of signal classes
	5. Uniform laws of large numbers: Rademacher complexity, Vapnik-Chervonenkis dimension, classes with polynomial discrimination
Skript	Detailed lecture notes will be provided at the beginning of the semester.
Voraussetzungen / Besonderes	This course is aimed at students with a background in basic linear algebra, analysis, statistics, and probability.  We encourage students who are interested in mathematical data science to take both this course and "401-4944-20L Mathematics of Data Science" by Prof. A. Bandeira. The two courses are designed to be complementary.  H. Bölcskei and A. Bandeira

263-5255-00L	Foundations of Reinforcement Learning	W	7 KP	3V+3A	N. He
Kurzbeschreibung	Reinforcement learning (RL) has been in the limelight of many recent breakthroughs in artificial intelligence. This course focuses on theoretical and algorithmic foundations of reinforcement learning, through the lens of optimization, modern approximation, and learning theory. The course targets M.S. students with strong research interests in reinforcement learning, optimization, and control.				
Lernziel	This course aims to provide students with an advanced introduction of RL theory and algorithms as well as bring them near the frontier of this active research field.  By the end of the course, students will be able to - Identify the strengths and limitations of various reinforcement learning algorithms; - Formulate and solve sequential decision-making problems by applying relevant reinforcement learning tools; - Generalize or discover "new" applications, algorithms, or theories of reinforcement learning towards conducting independent research on the topic.				
Inhalt	Topics include fundamentals of Markov decision processes, approximate dynamic programming, linear programming and primal-dual perspectives of RL, model-based and model-free RL, policy gradient and actor-critic algorithms, Markov games and multi-agent RL. If time allows, we will also discuss advanced topics such as batch RL, inverse RL, causal RL, etc. The course keeps strong emphasis on in-depth understanding of the mathematical modeling and theoretical properties of RL algorithms.				
Skript	Lecture slides will be posted on Moodle.				
Literatur	Dynamic Programming and Optimal Control, Vol I & II, Dimitris Bertsekas Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, Richard Sutton and Andrew Barto. Algorithms for Reinforcement Learning, Csaba Szepesvári. Reinforcement Learning: Theory and Algorithms, Alekh Agarwal, Nan Jiang, Sham M. Kakade.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students are expected to have strong mathematical background in linear algebra, probability theory, optimization, and machine learning.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

261-5120-00L	Machine Learning for Health Care	W	5 KP	2V+2A	J. Vogt, V. Boeva, G. Rätsch
Kurzbeschreibung	The course will review the most relevant methods and applications of Machine Learning in Biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical problems.				
Lernziel	During the last years, we have observed a rapid growth in the field of Machine Learning (ML), mainly due to improvements in ML algorithms, the increase of data availability and a reduction in computing costs. This growth is having a profound impact in biomedical applications, where the great variety of tasks and data types enables us to get benefit of ML algorithms in many different ways. In this course we will review the most relevant methods and applications of ML in biomedicine, discuss the main challenges they present and their current technical solutions.				



Inhalt	<p>The course will consist of different topic clusters that will cover the most relevant applications of ML in Health Care, as e.g.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Structured time series: Temporal time series of structured data often appear in biomedical datasets, presenting challenges such as containing variables with different periodicities or being influenced by static data.</li> <li>2) Medical notes: Many medical observations are stored as free text. We will analyze strategies for extracting knowledge from these textual records.</li> <li>3) Medical images: Images are a fundamental piece of information in many medical disciplines. We will study how to train ML algorithms to analyze and interpret medical images effectively.</li> <li>4) Genomics data: ML in genomics is still an emerging subfield. However, given that genomics data are arguably the most extensive and complex datasets in biomedicine, we expect many relevant ML applications to arise in the near future. We will review and discuss current applications and challenges in genomics data analysis.</li> <li>5) Explainable/Interpretable ML: Interpretable and explainable machine learning focuses on the design of human-understandable models and algorithms that allow for black-box model introspection after training, i.e., post hoc. We will explore methods to make ML models more transparent, particularly in the context of healthcare.</li> <li>6) Representation Learning: Representation learning is a crucial aspect of ML in healthcare. It involves learning meaningful representations from data, which can be especially valuable in tasks like medical image analysis, feature extraction from biomedical time series data, or dimensionality reduction. We will delve into techniques for efficient representation learning to enhance the performance of healthcare ML models.</li> </ol>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Data Structures &amp; Algorithms, Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line.</p> <p>Prior attendance of additional machine learning courses is highly recommended but not formally required. Students should have a basic understanding of the current machine learning landscape, as some concepts will be briefly mentioned, with the expectation that students can delve deeper into them using current literature. This course primarily emphasizes the practical application of existing concepts and methods in healthcare data.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
<b>263-5351-00L</b>	<b>Machine Learning for Genomics</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>The deadline for deregistering expires at the end of the third week of the semester. Students who are still registered after that date, but do not provide project work, do not participate in paper presentation sessions and/or do not show up for the exam, will officially fail the course.</i>  <i>The course will be offered again in AS24!</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U+1A</b>	<b>V. Boeva</b>
Kurzbeschreibung	The course reviews solutions that machine learning provides to the most challenging questions in human genomics.				
Lernziel	Over the last few years, the parallel development of machine learning methods and molecular profiling technologies for human cells, such as sequencing, created an extremely powerful tool to get insights into the cellular mechanisms in healthy and diseased contexts. In this course, we will discuss the state-of-the-art machine learning methodology solving or attempting to solve common problems in human genomics. At the end of the course, you will be familiar with (1) classical and advanced machine learning architectures used in genomics, (2) bioinformatics analysis of human genomic and transcriptomic data, and (3) data types used in this field.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Short introduction to major concepts of molecular biology: DNA, genes, genome, central dogma, transcription factors, epigenetic code, DNA methylation, signaling pathways</li> <li>- Prediction of transcription factor binding sites, open chromatin, histone marks, promoters, nucleosome positioning (convolutional neural networks, position weight matrices)</li> <li>- Prediction of variant effects and gene expression (hidden Markov models, topic models)</li> <li>- Deconvolution of mixed signal</li> <li>- DNA, RNA and protein folding (RNN, LSTM, transformers)</li> <li>- Data imputation for single cell RNA-seq data, clustering and annotation (diffusion and methods on graphs)</li> <li>- Batch correction (autoencoders, optimal transport)</li> <li>- Survival analysis (Cox proportional hazard model, regularization penalties, multi-omics, multi-tasking)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Machine Learning, Statistics/Probability, Programming in Python, Unix Command Line				
<b>263-5052-00L</b>	<b>Interactive Machine Learning: Visualization &amp; Explainability</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G+1A</b>	<b>M. El-Assady</b>
Kurzbeschreibung	Visual Analytics supports the design of human-in-the-loop interfaces that enable human-machine collaboration. In this course, will go through the fundamentals of designing interactive visualizations, later applying them to explain and interact with machine learning models.				
Lernziel	The goal of the course is to introduce techniques for interactive information visualization and to apply these on understanding, diagnosing, and refining machine learning models.				
Inhalt	<p>Interactive, mixed-initiative machine learning promises to combine the efficiency of automation with the effectiveness of humans for a collaborative decision-making and problem-solving process. This can be facilitated through co-adaptive visual interfaces.</p> <p>This course will first introduce the foundations of information visualization design based on data characteristics, e.g., high-dimensional, geo-spatial, relational, temporal, and textual data.</p> <p>Second, we will discuss interaction techniques and explanation strategies to enable explainable machine learning with the tasks of understanding, diagnosing, and refining machine learning models.</p> <p>Tentative list of topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualization and Perception</li> <li>2. Interaction and Explanation</li> <li>3. Systems Overview</li> </ol>				
Skript	Course material will be provided in form of slides.				
Literatur	Will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic understanding of machine learning as taught at the Bachelor's level.				
<b>263-5354-00L</b>	<b>Large Language Models</b>	<b>W</b>	<b>8 KP</b>	<b>3V+2U+2A</b>	<b>R. Cotterell, M. Sachan, F. Tramèr</b>
Kurzbeschreibung	Large language models have become one of the most commonly deployed NLP inventions. In the past half-decade, their integration into core natural language processing tools has dramatically increased the performance of such tools, and they have entered the public discourse surrounding artificial intelligence.				
Lernziel	To understand the mathematical foundations of large language models as well as how to implement them.				

Inhalt	We start with the probabilistic foundations of language models, i.e., covering what constitutes a language model from a formal, theoretical perspective. We then discuss how to construct and curate training corpora, and introduce many of the neural-network architectures often used to instantiate language models at scale. The course covers aspects of systems programming, discussion of privacy and harms, as well as applications of language models in NLP and beyond.				
Literatur	The lecture notes will be supplemented with various readings from the literature.				
<b>401-3904-22L</b>	<b>Convex Optimization</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. A. Kurpisz</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Convex Optimization with a focus on algorithms and the numerous applications of Convex Optimization.				
Lernziel	The main goal of this course is to obtain a solid understanding of classical Convex Optimization techniques and their numerous applications, including in Data Science, Machine Learning, and, more generally, in science and engineering. Apart from building up a solid foundational understanding of Convex Optimization, students also get hands-on experience through regular coding exercises. This aims at providing a holistic view on the process of identifying, modeling, and solving a wide range of computational questions that can be cast as Convex Optimization problems.				
Inhalt	Key topics include: - Introduction to Convex Optimization. - Subclasses of Convex Optimization: Semidefinite Programming, Second-Order Cone Programming and Geometric Programming. - Applications of Convex Optimization in science and engineering. - Algorithms for Convex Optimization.				
Skript	A script will be provided.				
Literatur	- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511804441				
Voraussetzungen / Besonderes	Background in Linear Programming is recommended.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ► Freie Wahlfächer

Zum Curriculum des Master-Studiengangs Statistik gehören auch einige weitere Lehrveranstaltungen der UZH. Mit Bewilligung des Fachberaters (<http://stat.ethz.ch/~kalisch/>) kann eine solche Lehrveranstaltung als freies Wahlfach angerechnet werden.

*Vorlesungsverzeichnis*

### ► Seminar oder Semesterarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-3620-24L</b>	<b>Student Seminar in Statistics: E-Values and Anytime-Valid Inference</b> <i>Number of participants limited to 36.</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>J. Ziegel</b>
Voraussetzungen / Besonderes	Mainly for students from the Mathematics Bachelor and Master Programmes who, in addition to the introductory course unit 401-2604-00L Probability and Statistics, have heard at least one core or elective course in statistics. Also offered in the Master Programmes Statistics resp. Data Science.				
<b>401-4620-00L</b>	<b>Statistics Lab</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Kalisch, M. Mächler, L. Meier, F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	"Statistics Lab" is an Applied Statistics Workshop in Data Analysis. It provides a learning environment in a realistic setting.  Students lead a regular consulting session at the Seminar für Statistik (SfS). After the session, the statistical data analysis is carried out and a written report and results are presented to the client. The project is also presented in the course's seminar.				
Lernziel	- gain initial experience in the consultancy process - carry out a consultancy session and produce a report - apply theoretical knowledge to an applied problem  After the course, students will have practical knowledge about statistical consulting. They will have determined the scientific problem and its context, enquired the design of the experiment or data collection, and selected the appropriate methods to tackle the problem. They will have deepened their statistical knowledge, and applied their theoretical knowledge to the problem. They will have gathered experience in explaining the relevant mathematical and software issues to a client. They will have performed a statistical analysis using R (or SPSS). They improve their skills in writing a report and presenting statistical issues in a talk.				

Inhalt	Students participate in consulting meetings at the Sfs. Several consulting dates are available for student participation. These are arranged individually.		
	-During the first meeting the student mainly observes and participates in the discussion. During the second meeting (with a different client), the student leads the meeting. The member of the consulting team is overseeing (and contributing to) the meeting.		
	-After the meeting, the student performs the recommended analysis, produces a report and presents the results to the client.		
	-Finally, the student presents the case in the weekly course seminar in a talk. All students are required to attend the seminar regularly.		
Skript	n/a		
Literatur	The required literature will depend on the specific statistical problem under investigation. Some introductory material can be found below.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Sound knowledge in basic statistical methods, especially regression and, if possible, analysis of variance. Basic experience in Data Analysis with R.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>401-3630-04L</b>	<b>Semesterarbeit ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics</i> <i>Weitere Angaben unter <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a></i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen dazu, eine statistische Fragestellung mit den entsprechenden Methoden vertieft zu studieren oder ein Fallbeispiel einer statistischen Auswertung zu erarbeiten und klar darzustellen.				

<b>401-3630-06L</b>	<b>Semesterarbeit ■</b> <i>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Lerneinheit 401-2000-00L Scientific Works in Mathematics</i> <i>Weitere Angaben unter <a href="https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html">https://math.ethz.ch/intranet/students/theses.html</a></i>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>9A</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Semesterarbeiten dienen dazu, eine statistische Fragestellung mit den entsprechenden Methoden vertieft zu studieren oder ein Fallbeispiel einer statistischen Auswertung zu erarbeiten und klar darzustellen.				

### ► Wissenschaft im Kontext

Wer für den Bachelor-Abschluss bereits 3 KP an Sprachkursen anrechnen liess, benötigt auf Master-Stufe 2 KP aus dem "Wissenschaft im Kontext"-Programm ohne Sprachkurse.  
vgl. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-de/wissenschaft-im-kontext.pdf> (Aus dem Kursprogramm müssen grundsätzlich acht Kreditpunkte (KP) erworben werden – im Rahmen des Bachelor-Studiums in der Regel sechs KP, im Rahmen des Master-Studiums in der Regel zwei KP. Sprachkurse des Sprachenzentrums UZH-ETH können im Umfang von maximal drei KP angerechnet werden. Es gelten überdies folgende Einschränkungen: Im Falle der europäischen Sprachen Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch werden nur fortgeschrittene Sprachkurse ab Niveau B2 angerechnet. Deutsche Sprachkurse werden ab Niveau C2 angerechnet.)

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MATH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-2000-00L</b>	<b>Scientific Works in Mathematics</b> <i>Zielpublikum: Bachelor-Studierende im dritten Jahr; Master-Studierende, welche noch keine entsprechende Ausbildung vorweisen können.</i>	<b>O</b>	<b>0 KP</b>		<b>D. Possamaï</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to scientific writing for students with focus on publication standards and ethical issues, especially in the case of citations (references to works of others.)				
Lernziel	Learn the basic standards of scientific works in mathematics.				

Inhalt	- Types of mathematical works - Publication standards in pure and applied mathematics - Data handling - Ethical issues - Citation guidelines
Skript	Moodle of the Mathematics Library: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=519</a>
Voraussetzungen / Besonderes	Directive <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/common/docs/weisungssammlung/files-en/declaration-of-originality.pdf</a>

<b>401-2000-01L</b>	<b>Lunch Sessions – Thesis Basics for Mathematics Students</b> <i>Für Details und zur Registrierung für den freiwilligen MathBib-Schulungskurs:</i> <a href="https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen">https://www.math.ethz.ch/mathbib-schulungen</a>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>		Referent/innen
Kurzbeschreibung	Freiwilliger Kurs "Recherchieren in der Mathematik" angeboten von der Mathematikbibliothek.				

<b>401-4990-02L</b>	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i> <i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i> <i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat;</i> <i>c. im Master-Studium in der Kategorie «Hauptgebiete» mindestens 40 KP erworben hat.</i>	<b>O</b>	<b>30 KP</b>	<b>57D</b>	Betreuer/innen
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Studiengangs. Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit ihre Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit unter Beweis stellen.				
Lernziel	Die Studierenden sollen mit der Master-Arbeit, die den Abschluss des Studiengangs bildet, ihre Fähigkeit zu selbständiger, strukturierter und wissenschaftlicher Tätigkeit unter Beweis stellen.				

### ► Auflagen-Lerneinheiten

*Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>406-0173-AAL</b>	<b>Linear Algebra I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>N. Hungerbühler</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i></p> <p>Linear algebra is an indispensable tool of engineering mathematics. The course is an introduction to basic methods and fundamental concepts of linear algebra and its applications to engineering sciences.</p>				
Lernziel	After completion of this course, students are able to recognize linear structures and to apply adequate tools from linear algebra in order to solve corresponding problems from theory and applications. In addition, students have a basic knowledge of the software package Matlab.				
Inhalt	Systems of linear equations, Gaussian elimination, solution space, matrices, LR decomposition, determinants, structure of linear spaces, normed vector spaces, inner products, method of least squares, QR decomposition, introduction to MATLAB, applications. Linear maps, kernel and image, coordinates and matrices, coordinate transformations, norm of a matrix, orthogonal matrices, eigenvalues and eigenvectors, algebraic and geometric multiplicity, eigenbasis, diagonalizable matrices, symmetric matrices, orthonormal basis, condition number, linear differential equations, Jordan decomposition, singular value decomposition, examples in MATLAB, applications.				
Literatur	<p>Reading:</p> <p>Gilbert Strang "Introduction to linear algebra", Wellesley-Cambridge Press: Chapters 1-6, 7.1-7.3, 8.1, 8.2, 8.6</p> <p>A Practical Introduction to MATLAB: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf</a></p> <p>Matlab Primer: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf</a></p> <p>- Gilbert Strang: Introduction to linear algebra. Wellesley-Cambridge Press</p> <p>- A Practical Introduction to MATLAB: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/intro.pdf</a></p> <p>- Matlab Primer: <a href="http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf">http://www.math.ethz.ch/~grsam/Numerik_MAVT_WS0203/docs/primer.pdf</a></p> <p>- K. Nipp / D. Stoffer, Lineare Algebra, vdf Hochschulverlag, 5. Auflage 2002</p> <p>- K. Meyberg / P. Vachenauer, Höhere Mathematik 1, Springer 2003</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>406-0243-AAL</b>	<b>Analysis I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	<b>E-</b>	<b>14 KP</b>	<b>30R</b>	<b>M. Akveld</b> , weitere Dozierende
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese</i>				

	<b>Lerneinheit NICHT belegen.</b>				
Kurzbeschreibung	Mathematical tools for the engineer				
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems. Basic mathematical knowledge for engineers.	Mathematical formulation of technical and scientific problems.			
Inhalt	Short introduction to mathematical logic. Complex numbers. Calculus for functions of one variable with applications. Simple types of ordinary differential equations. Simple Mathematical models in engineering.				
Literatur	Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics. Textbooks in English: - J. Stewart: Calculus, Cengage Learning, 2009, ISBN 978-0-538-73365-6 - J. Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole (e.g. Appendix G on complex numbers) - V. I. Smirnov: A course of higher mathematics. Vol. II. Advanced calculus - W. L. Briggs, L. Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education Textbooks in German: - M. Akveld, R. Sperb: Analysis I, vdf - M. Akveld, R. Sperb: Analysis II, vdf - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg Verlag - L. Papula: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag				

<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				
Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]  From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				

<b>406-2604-AAL</b>	<b>Probability and Statistics</b>	<b>E-</b>	<b>8 KP</b>	<b>17R</b>	<b>V. Tassion</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				

Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probability spaces</li> <li>- Discrete models, Random walks</li> <li>- Conditional probabilities, independence</li> <li>- Continuous models</li> <li>- Limit theorems</li>   <li>- Methods of moments</li> <li>- Maximum likelihood estimation</li> <li>- Hypothesis testing</li> <li>- Confidence intervals</li> <li>- Introductory Bayesian statistics</li> <li>- Linear regression model</li> </ul>
Lernziel	<p>The first part of the course gives an overview of the main concepts needed to understand probability theory (sample spaces, discrete models, random walk, continuous models and limit theorems such as the Laws of Large Numbers and the Central limit theorem). It will be based on the German script "Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik".</p> <p>The second part covers some fundamental results of mathematical statistics including estimation methods, hypothesis testing as well as the linear regression model. For this part, we will use the script "Statistics for Mathematics". Both scripts are available at</p>
Skript	<p><a href="https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/">https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/</a></p> <p>(*) Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik</p> <p>(*) Statistics for Mathematics</p> <p>Both scripts can be found at</p>
Literatur	<p><a href="https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/">https://www.stat.math.ethz.ch/~fadouab/</a></p> <p>A. DasGupta, Fundamentals of Probability: A First Course, Springer (2010)</p> <p>R. Berger and G. Casella, Statistical Inference, Duxbury Press (1990)</p> <p>J. A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Wadsworth, second edition (1995)</p> <p>H.-O. Georgii, Stochastik, de Gruyter, 5. Auflage (2015)</p> <p>A. Irlle, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Teubner (2001)</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Analysis III (Measure Theory)

#### Statistik Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Umweltingenieurwissenschaften Bachelor

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2022)

### ►► Obligatorische Fächer des Basisjahres

#### ►►► Basisprüfung

#### ►►►► Basisprüfungsblock A

Wird im Herbstsemester angeboten.

#### ►►►► Basisprüfungsblock B

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>401-0242-00L</b>	<b>Analysis II</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>5V+2U</b>	<b>M. Akveld</b>
Kurzbeschreibung	Mathematische Hilfsmittel des Ingenieurs				
Lernziel	Mathematik als Hilfsmittel zur Lösung von Ingenieurproblemen (wie Analysis I): Verständnis für mathematische Formulierung von technischen und naturwissenschaftlichen Problemen Erarbeitung des mathematischen Grundwissens für einen Ingenieur				
Inhalt	Differentialrechnung für Funktionen mit mehreren Variablen: Gradient, Richtungsableitung, Kettenregel für mehrere Variablen, Taylorentwicklung Mehrfache Integrale: Koordinatentransformationen, Linienintegrale, Integrale über Oberflächen, Satz von Green, Gauss und Stokes, Anwendungen in der Physik.				
Skript	Ein Skript vom Dozent ist in Moodle erhältlich.				
Literatur	- Dürrschnabel, Mathematik für Ingenieure - M. Akveld, R. Sperb. Analysis II. vdf, 2015 - James Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole - Papula, L.: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag - Arens et al., Mathematik.				
Voraussetzungen / Besonderes	Analysis I				
<b>529-2002-02L</b>	<b>Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Cvengros, J. E. E. Buschmann, P. Funck, R. Verel</b>
Kurzbeschreibung	Chemie II: Redoxreaktionen, Chemie der Elemente, Einführung in die organische Chemie				
Lernziel	In dem Fach Chemie II werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				
Inhalt	Erarbeiten der Grundlagen von anorganischer und organischer Stoffchemie 1. Redoxreaktionen  2. Anorganische Stofflehre Regeln und Beispiele anorganischer Nomenklatur: Verbindungen, Ionen, Säuren, Salze, Komplexverbindungen. Ein Gang durch die Elementgruppen, ihrer Typologie und ihrer wichtigen Verbindungen. Beschreibung einiger bedeutender industrieller Produktionsverfahren. Das Entstehen von Verbindungen als Konsequenz der Elektronenstruktur der Valenzschale.  3. Einführung in die Organische Chemie Stofflehre: Beschreibung der wichtigsten Stoffklassen und funktionellen Gruppen, Einführung in deren Reaktivität. Stereochemie: Raumanordnung von Molekülbausteinen. Reaktionsmechanismen: SN1 und SN2- Reaktionen; Elektrophile aromatische Substitution; E1- und E2- Eliminationsreaktionen; Additionsreaktionen an C=C-Doppelbindungen; Chemische Reaktivität von Carbonyl- und von Carboxylgruppen.				
Literatur	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMIE. 14. Auflage, Pearson Studium, 2018.				
Kompetenzen	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, PRINCIPLES OF MODERN CHEMISTRY, 8th Edition, Thomson, London, 2016.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>252-0846-00L</b>	<b>Informatik II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>M. Fischer, M. Lüthi</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs behandelt Grundlagen für das Programmieren und Arbeiten mit Daten. Informatik II legt die Grundlage für das Verständnis, den Entwurf und die Analyse von Algorithmen und Datenstrukturen.				
Lernziel	Basierend auf Kenntnissen aus der Vorlesung Informatik I ist das primäre Ziel dieses Kurses das konstruktive Wissen über Datenstrukturen und Algorithmen. Nach erfolgreichem Besuch des Kurses beherrschen die Teilnehmer die Mechanismen zum Erstellen eines Programms in Python und zum Arbeiten mit mehrdimensionalen Daten mithilfe von Python-Bibliotheken. Die Studierenden verstehen insbesondere, wie ein algorithmisches Problem mit einem ausreichend effizienten Computerprogramm gelöst werden kann. Sekundäre Bildungsziele sind formales Denken, die Macht der Abstraktion und Modellierungsfähigkeiten. In dem Fach "Informatik II" wird die Kompetenz Modellierung, Programmieren und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				

Inhalt	Einführung von Python: von Java zu Python, erweiterte Konzepte und integrierte Datenstrukturen in Python; Analysieren von Daten, Bearbeiten von Daten mit Numpy und Visualisieren mit Matplotlib; mathematische Werkzeuge zur Analyse von Algorithmen (asymptotisches Funktionswachstum, Rekurrenzgleichungen, Rekurrenzbäume); klassische algorithmische Probleme (Suchen, Auswahl und Sortieren), Entwurfparadigmen für die Entwicklung von Algorithmen (Divide and Conquer und dynamische Programmierung), Datenstrukturen für verschiedene Zwecke (verknüpfte Listen, Bäume, Heaps, Hash-Tabellen). Die Beziehung und enge Kopplung zwischen Algorithmen und Datenstrukturen wird mit Graph-Algorithmen (Traversieren, Topologische Sortierung, Kürzeste Wege, Minimaler Spannbaum, Maximaler Fluss) und geometrischen Algorithmen (Scanline) veranschaulicht. Die im Kurs bereitgestellten Konzepte werden mit praktisch relevanten Algorithmen und Anwendungen motiviert und veranschaulicht.		
	Die in diesem Kurs verwendete Programmiersprache ist Python.		
	Die Übungen werden in Code Expert, einem Online-IDE- und Übungsmanagementsystem, durchgeführt.		
Skript	Die Folien werden auf der Vorlesungswebseite zum Herunterladen bereitgestellt.		
Literatur	Thomas Ottmann, Peter Widmayer, Algorithmen und Datenstrukturen, Springer 2012		
	T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg, 2010		
	Aditya Y. Bhargava, Algorithmen Kapiere, mitp 2019		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Kurs 252-0845 Informatik I oder äquivalente Programmierkenntnisse. Alle erforderlichen mathematischen Werkzeuge über Schulniveau werden behandelt, einschließlich einer grundlegenden Einführung in die Graphentheorie.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert
<b>401-0612-00L</b>	<b>Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>
	<b>3V+1U</b>	<b>P. L. Bühlmann</b>	
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundlagen der Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Modellierung von Unsicherheiten im Zusammenhang mit Entscheidungsfindungen im Ingenieurwesen. Die Schwerpunkte liegen im Erstellen wahrscheinlichkeitstheoretischer Modelle, im Testen von Hypothesen und in der Überprüfung der Modelle.		
Lernziel	Das Ziel des Kurses besteht darin, den Studierenden grundlegende Hilfsmittel der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie näherzubringen. Stets bezogen auf den Bereich der Risikobeurteilung und Entscheidungsfindung im Ingenieurwesen liegt der Schwerpunkt in der Anwendung der Hilfsmittel und in der Argumentation, die hinter der Anwendung dieser Disziplinen steht.		
	Kompetenzen: In dem Fach "Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung" werden die Kompetenzen Modellierung sowie Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft. Des Weiteren wird die Programmierung gelehrt.		
Inhalt	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie:  Grundlagen der Mengenlehre, Definitionen von Wahrscheinlichkeit, Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie, Wahrscheinlichkeiten von Vereinigungen und Schnittmengen, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Satz von Bayes.  Modellierung von Unsicherheiten:  Zufallsvariablen, diskrete und kontinuierliche Verteilungen, Momente, Verteilungsparameter, Eigenschaften des Erwartungswertes, multivariate Verteilungen, Funktionen von Zufallsvariablen, der zentrale Grenzwertsatz, typische Verteilungen im Ingenieurwesen.  Beschreibende Statistik:  Grafische Darstellungen (Histogramme, Streudiagramme, Box-Plots), numerische Kennwerte.  Schätzungen und Modellbildung:  Auswahl der Verteilungsmodelle, QQ-Plots, Parameterschätzung, Momentenmethode, Maximum-Likelihood-Methode, Vertrauensintervalle, Hypothesentests.		
Literatur	L. Meier, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: Eine Einführung für Verständnis, Intuition und Überblick, Springer, 2020 <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61488-4</a>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

<b>102-0635-10L</b>	<b>Luftreinhaltung</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>
	<b>2G</b>	<b>C. Hüglin, L. Emmenegger, J. Mohn, S. Reimann Bhend</b>	
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftreinhaltung und behandelt die Emissionen von Luftschadstoffen aus technischen Prozessen, deren Ausbreitung und chemische Umwandlung in der Atmosphäre, sowie deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.		
Lernziel	Die Studierenden verstehen die Mechanismen der Schadstoffbildung bei technischen Prozessen und kennen die wichtigsten Emissionsquellen von Luftschadstoffen. Das chemische und physikalische Verhalten von Luftschadstoffen in der Atmosphäre ist den Studierenden in Grundsätzen bekannt und sie verstehen die Wirkung von Luftschadstoffen auf Mensch und Umwelt. Die Studierenden kennen die gesetzlichen Grundlagen sowie die Konzepte und Methoden der Luftreinhaltung und wissen wie Luftschadstoffe gemessen werden und wie Informationen zum Zustand der Luftqualität durch Messungen und Modellierung gewonnen werden.		



Inhalt	Freisetzung von Luftschadstoffen, deren Ausbreitung und Umwandlung in der Atmosphäre sowie daraus resultierende Umweltbelastung. Insbesondere		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesetzliche Grundlagen der Luftreinhaltung in der Schweiz</li> <li>- Schadstoffbildung und Emissionen durch physikalische und chemische Prozesse</li> <li>- Emissionsmesstechnik und Emissionsmesskonzepte</li> <li>- Quantifizierung der Emissionen von anthropogenen und natürlichen Quellen</li> <li>- Ausmass und zeitliche Entwicklung von Emissionen (Schweiz und weltweit)</li> <li>- Ausbreitung und Umwandlung von Luftschadstoffen (Transmission)</li> <li>- Einfluss der Meteorologie auf die Ausbreitung von Luftschadstoffen</li> <li>- Modelle zur Beschreibung der Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre</li> <li>- Zustand und zeitliche Entwicklung der Luftqualität</li> <li>- Auswirkungen durch erhöhte Luftschadstoffbelastungen (Immissionen)</li> <li>- Immissionsmesskonzepte</li> <li>- Emissionsgrenzwerte und Immissionsgrenzwerte</li> </ul>		
Skript	Luftreinhaltung (Christoph Hüglin, Lukas Emmenegger, Joachim Mohn, Stefan Reimann) Vorlesungsfolien und Übungen		
Literatur	Literaturliste im Skript		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	geprüft geprüft geprüft geprüft

### ►►► Einzelfächer des Basisjahres

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0510-00L</b>	<b>Praktikum Umweltbeobachtung</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>D. Braun, M. Maurer, J. Wang, Noch nicht bekannt</b>
Kurzbeschreibung	Im Praktikum Umweltbeobachtung werden Umweltparameter mit Hilfe von modernen Sensoren gemessen. Die Messapparaturen werden mit Hilfe einer Sensebox (Arduino basierte Messbox) selbst zusammengestellt und programmiert. Die Messdaten werden analysiert und mit Informationen aus der Literatur verglichen.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis gewinnen für das Messen mit modernen Sensoren und Grundverständnis von elektronischer Signalübermittlung.</li> <li>- Praktische Anwendung von Programmierung in den Sprachen Arduino (C++) und Python.</li> <li>- Messkampagnen selbständig planen und durchführen.</li> <li>- Präzision und Richtigkeit von Messungen abschätzen.</li> <li>- Zeitreihenanalyse gewinnbringend nutzen.</li> </ul>				
Inhalt	Die Beobachtung verschiedener Umweltsysteme ist möglich:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wetter und Regendaten.</li> <li>- Erwärmung von Städten (Heat Island Effekt).</li> <li>- Evapotranspiration: Verdunstung von Wasser an der Oberfläche und durch Pflanzen.</li> <li>- Messen von Umweltparametern in Gewässern.</li> <li>- Luftqualität in Räumen.</li> </ul>				
Skript	Unterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Literatur wird teilweise abgegeben oder durch Studierende selbst gesucht.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
<b>102-0530-00L</b>	<b>Integriertes Grundpraktikum Chemie</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>N. Kobert, D. Braun</b>
Kurzbeschreibung	Im Praktikum Chemie werden grundlegende Techniken der Laborarbeit erlernt. Die Experimente umfassen sowohl analytische als auch präparative Aufgaben. So werden z. B. Boden- und Wasserproben analysiert, ausgewählte Synthesen durchgeführt, und die Arbeit mit gasförmigen Substanzen im Labor vermittelt.				
Lernziel	Einblick in die experimentelle Methodik der Chemie: Verhalten im Labor, Umgang mit Chemikalien. Beobachten und Beschreiben grundlegender chemischer Reaktionen.				
Inhalt	Natürliche und künstliche Stoffe: Merkmale, Gruppierungen, Persistenz. Solvation: vom Wasser bis zum Erdöl. Protonenübertragungen. Lewis-Säuren und Basen: Metallzentren und Liganden. Elektrophile C-Zentren und nukleophile Reaktanden. Mineralbildung. Redoxprozesse: Ubergangsmetallkomplexe. Gase der Atmosphäre.				
Skript	Das Skript zum Praktikum und die Versuchsanleitungen werden auf einer eigenen homepage zugänglich gemacht. Die entsprechenden Informationen werden am 2. Semestertag bekanntgegeben.				
Literatur	Die genaue Vorbereitung anhand des Praktikums- und des Vorlesungsskripts ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum.				

Voraussetzungen / Schutzkonzept: <https://chab.ethz.ch/studium/bachelor1.html>

Besonderes

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert

## ►► Obligatorische Fächer des übrigen Bachelor-Studiums

### ►►► Prüfungsblock 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0324-01L</b>	<b>Oekologische Systemanalyse</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>S. Hellweg, L. D'Olif, T. Sonderegger, N. von Götz</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen verschiedener Umweltanalyseinstrumente und befähigt zur Anwendung dieser Instrumente, um einfache Fragestellungen im Umweltbereich zu bearbeiten.				
Lernziel	Die Studierende kennen nach Belegung der Lehrveranstaltung grundlegende Umweltanalyseinstrumente wie Stoffflussanalyse, Risikoanalyse und Ökobilanz und können existierende Studien kritisch einschätzen. Bei Konfrontation mit einem Umweltproblem können Sie das geeignete Instrument identifizieren und anwenden.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stofffluss- / Materialflussanalyse</li> <li>- Chemische Produktrisikoaanalyse</li> <li>- Ökobilanz</li> <li>- Umweltfragestellung und Entscheidungsprozesse: Praxisbeispiele</li> </ul>				
Skript	Skript und Übungsunterlagen werden auf Moodle bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung ist aufgeteilt in Vorlesungsstunden und Übungsstunden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert			
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert			
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
<b>102-0214-02L</b>	<b>Siedlungswasserwirtschaft GZ</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Morgenroth, M. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigung, Behandlung von Klärschlamm)				
Lernziel	Die Vorlesung vermittelt eine Einführung und einen Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigung, Behandlung von Klärschlamm) und und Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den entsprechenden technischen und natürlichen Systemen. Es werden einfache Modelle für Berechnungen und die Dimensionierung vorgestellt.				
Inhalt	<p>Die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse &amp; Interpretation werden gelehrt, angewandt und geprüft.</p> <p>Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft als Ganzes</p> <p>Einführung in die Systemanalyse</p> <p>Charakterisierung und Beurteilung von Wasser</p> <p>Wasserbedarf und Abwasseranfall, Schmutzstoffanfall</p> <p>Wasserbeschaffung, Wasseraufbereitung, Wasserversorgung</p> <p>Siedlungsentwässerung, Regenwasserbehandlung</p> <p>Abwasserreinigung, Nährstoffelimination, Behandlung von Klärschlamm</p> <p>Planung in der Siedlungswasserwirtschaft</p>				
Skript	Gujer, W.: Siedlungswasserwirtschaft, 3. Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg 2007 Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Vorlesung ist Voraussetzung für die Vertiefungsvorlesungen in der Siedlungswasserwirtschaft.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft			
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ►►► Prüfungsblock 4

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0455-10L</b>	<b>Groundwater I</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, M. Willmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung ist eine Einführung zu quantitativen Strömungs- und Stofftransportproblemen im Grundwasser.				

Lernziel	In dem Fach "Groundwater I" werden die Prozessverständnis gelehrt, angewandt und geprüft. Des Weiteren werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und angewandt, die Vorstufen zur Grundwassermodellierung sind. Zusätzlich werden Messmethoden gelehrt, sowie die Datenanalyse & Interpretation angewandt.
Inhalt	Verstehen grundlegender Konzepte von Strömungs- und Stofftransportprozesse in Grundwasserleitern. Formulierung und Lösung von praktischen Strömungs- und Transportproblemen.
Inhalt	Eigenschaften von porösen und geklüfteten Aquiferen, Darcy-Gesetz, Strömungsgleichung, Stromfunktion, Interpretation von Pumpversuchen, Transportprozesse, Transportgleichung, analytische Lösungen für Transport, numerische Methoden, die finite Differenzen Methode, Altlastensanierung in Grundwasserleitern, Fallstudien.
Skript	Skript und Aufgabensammlung werden ausgegeben.
Literatur	J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979 K. de Ridder, Untersuchung und Anwendung von Pumpversuchen, Verl. R. Müller, Köln, 1970 P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson & Sons, New York, 1990 R.A. Freeze, J.A. Cherry, Groundwater, Prentice-Hall, New Jersey, 1979 W. Kinzelbach, R. Rausch, Grundwassermodellierung, Gebrüder Bornträger, Stuttgart, 1995
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung ist eine Einführung zu quantitativen Strömungs- und Stofftransportproblemen im Grundwasser.

<b>103-0849-00L</b>	<b>Multivariate Statistik und Machine Learning</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>K. Schindler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in statistische Modellierung und maschinelles Lernen.				
Lernziel	Ziel ist es, das Prinzip und die die Werkzeuge des maschinellen Lernens kennenzulernen, und sie zur Datenanalyse in praktischen Situationen anwenden zu können.				
Inhalt	Multivariate Verteilungen; Vergleich von Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Regression; Klassifizierung; Modellselektion und cross-validation; Clustering und Dichteschätzung; mixture models; neuronale Netze				
Literatur	C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006 T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer 2017 R. Duda, P. Hart, D. Stork: Pattern Classification, Wiley 2000				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft

<b>102-0474-10L</b>	<b>Introduction to Water Resources Management</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Analyse und Bewirtschaftung von Wasserressourcen, Wasserbedarf und Wasserdargebot, Speicherbemessung, Aquatische Physik, Wassergüte und Verschmutzung, Schutz und Sanierung von Flüssen, Seen und Grundwasser, nachhaltige und integrale Wasserwirtschaft. Die Veranstaltung wird von einigen Gastvorlesungen ergänzt.				
Lernziel	Einführung in die Wasserwirtschaft auf der Basis der relevanten physikalischen und chemischen Prozesse, Prinzip der Nachhaltigkeit.				
Inhalt	Einleitung: Übersicht Wasserkreislauf, Begriffe, globale Wassersituation, Nachfrage-Dargebot, Rolle der Wasserwirtschaft, Nachhaltigkeit und Integrated Water Resources Management Allgemeine Konzepte der Wasserwirtschaft Abschätzung des Wasserbedarfs, hydrologisches Defizit Zeitreihenanalyse und stochastische Modellierung, Lineare stochastische Modelle, Thomas-Fiering Modell Dürren: Definition, Identifizierung, Quantitative Analysis, Wasserentnahme, Folgen, Abmilderung. Flusswasserentnahme, Reservoirbemessung (Rippl, Wahrscheinlichkeit), Simulation, Reservoirzuverlässigkeit (Moran's Methode) Aquatische Physik: Strömungen in Flüssen, Seen und Aquiferen, Zeitskalen, Tracertransport, Umwelttracer Flussmorphologie und Infrastruktur Flussrenaturierung: Fallstudie Alpenrhein Wasserqualität: Schadstoffe und Auswirkungen, Grenzwerte, Wassergüteklassen, Wasserchemie, BSB-Sauerstoff Modell, Streeter Phelps Modell, Eutrophierung von Seen, Nitratproblem Gewässerschutz und Sanierung: Flüsse, Seen, Aquifere				
Skript	Handouts auf Moodle homepage				

## ►► Übrige obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0526-10L	Umweltlabor II	O	7 KP	6P	D. Braun, M. Florianic, H. P. Füchslin, P. M. Kienzler, C. Oberschelp, B. Schächli, M. Vogt

## ► Bachelor-Studium (Studienreglement 2010)

### ►► 6. Semester

#### ►►► Obligatorische Fächer 6. Semester

#### ►►►► Prüfungsblock 4

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0705-01L	Umweltrecht II: Rechtsgebiete und Fallbeispiele	O	3 KP	2V	M. Pflüger, A. Gossweiler, C. Jäger
Kurzbeschreibung	Übersicht über ausgewählte Gebiete des schweizerischen Umweltrechts: Immissionsschutz (Lärmschutz, Luftreinhaltung), Klimaschutz, Abfall und Altlasten, Gewässerschutz, Naturschutz, Wald. Erörterungen sowie Vertiefungen anhand von Fallbeispielen und Gastvorträgen.				
Lernziel	Die Teilnehmer kennen die Grundzüge, die wichtigsten Prinzipien und Instrumente in den ausgewählten Gebieten und die Zusammenhänge des schweizerischen Umweltrechts. Sie können Fragen den massgebenden Rechtsgebieten zuordnen und Querbezüge zu anderen Rechtsgebieten herstellen. Sie verstehen, rechtliche Lösungsansätze zu konkreten Problemen zu erarbeiten und die wichtigsten Argumente zu entwickeln.				
Inhalt	Die Vorlesung gliedert sich in einzelne Teile und umfasst hauptsächlich folgende Themen: Grundkonzept des Immissionsschutzes, Lärmschutz und Luftreinhaltung, Klimaschutz, Gewässerschutz, Naturschutz, Wald, Behandlung von Abfällen/Altlasten. Diskussion von konkreten Fällen. Vorgesehen sind zudem zwei Gastreferate von externen Experten.				
Skript	Christoph Jäger/Andreas Bühler, Schweizerisches Umweltrecht, Stämpfli-Skripten, Bern 2016				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorausgesetzt wird der Besuch der Vorlesung "Umweltrecht I: Grundlagen und Konzepte" im Herbstsemester				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

### ►►►► Übrige obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0526-01L	Labor für Umweltingenieurwissenschaften II ■	O	7 KP	4P	D. Braun, M. Floriancic, H. P. Fuchslin, C. Oberschelp, B. Schächli, M. Vogt
Kurzbeschreibung	Die folgenden umweltrelevanten Systeme und Prozesse werden mit experimentellen Methoden untersucht: Verbrennungsanlagen, Belebtschlammreaktoren, hydraulische Systeme, Evapotranspiration, Desinfektion von Trinkwasser.				
Lernziel	Das Praktikum bietet einen Einblick in die messtechnischen und experimentellen Methoden der verschiedenen Vertiefungsrichtungen der Umweltingenieurwissenschaften. Die Studierenden erkennen den Arbeitsaufwand für die Erhebung von experimentellen Daten und lernen den Umgang mit diesen (Beurteilung, Gewichtung, Verdichtung der erhobenen Informationen). Die Arbeiten werden mit wissenschaftlich abgefassten Berichten dokumentiert.				
Inhalt	Es werden Experimente zu den folgenden Gebieten durchgeführt: - Hydromechanische Experimente und Strömungsmesstechnik - Sauerstoffeintrag und Sauerstoffzehrung in Belebtschlammreaktoren - Erhebung und Analyse von hydrologischen Daten, Berechnung der Evapotranspiration. - Mikrobiologische Untersuchung und Desinfektion von Trinkwasser - Einfache Stoffflussanalyse von einer Holzverbrennungsanlage				
Skript	Unterlagen werden abgegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert	
	Kreatives Denken			gefördert	
	Kritisches Denken			gefördert	

### ►►► Wahlmodule

#### ►►►► Wahlmodul Umweltplanung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0414-00L	Verkehrsplanung (Verkehr I)	W	3 KP	2G	L. Meyer de Freitas, L. Ballo, A. Erath Rusterholtz
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung stellt die wesentlichen Konzepte der Verkehrsplanung vor und erläutert in Theorie und Praxis deren wesentliche Ansätze und Verfahren.				
Lernziel	Die Vorlesung gibt den Studenten die grundlegenden Werkzeuge und Theorien der Verkehrsplanung an die Hand.				
Inhalt	Grundlegende Zusammenhänge zwischen Verkehr, Raum und Wirtschaftsentwicklung; Grundbegriffe; Messung und Beobachtung des Verkehrsverhaltens; die Methoden des Vier-Stufen-Ansatzes; Kosten-Nutzen-Analyse.				
Literatur	Ortuzar, J. de D. and L. Willumsen (2011) Modelling Transport, Wiley, Chichester.				
103-0357-00L	Umweltplanung	W	3 KP	2G	J. Schwaab, F. E. Walther
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden Instrumente, Methoden und Verfahren der Landschafts- und Umweltplanung erarbeitet. Mittels Exkursionen wird deren praktische Umsetzung veranschaulicht.				
Lernziel	Kenntnis über die verschiedenen Instrumente und Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der Umweltplanung. Kenntnis der vielfältigen Wechselbeziehungen der Instrumente.				
Inhalt	In dem Fach "Umweltplanung" werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und geprüft. - Forstliche Planung - Inventare - Eingriff und Ausgleich - ökologische Vernetzung / Infrastruktur - Agrarpolitik - Landschaftsentwicklungskonzept - Landschaftskonzeptionen - Pärke - Landschaftskonzept - Gewässerraum				
	Hinweis: Mehrere nicht-obligatorische Exkursionen sind Teil der Lehrveranstaltung. Es wird empfohlen, an diesen teilzunehmen um das vertiefte Verständnis der verschiedenen Themenbereiche zu verbessern.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert	
	Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft	

#### ►►►► Wahlmodul Bodenschutz

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0524-00L</b>	<b>Bodenbiologie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. W. Frey, A. Frossard</b>
Kurzbeschreibung	Dem Bodenleben kommt eine Schlüsselrolle bei den natürlichen Bodenfunktionen zu. Im Zentrum des Kurses steht das Thema: Anthropogene Auswirkungen wie Bewirtschaftung, Landnutzungsänderung und Klimawandel auf die Biodiversität im Boden.				
Lernziel	Grundkenntnis der Strukturen und Funktionen der Biozöosen im Boden. Verständnis von Konzepten, die erlauben, die biologisch katalysierten Prozesse im Boden qualitativ und quantitativ zu erfassen. Hier gehen wir folgenden Fragen nach: Wie beeinflussen Umweltfaktoren die Bodenorganismen? Wie lassen sie sich untersuchen und wie werden sie beeinflusst? Welche ökosystemaren Funktionen werden von Bodenorganismen ausgeführt? Was sind wichtige mikrobielle Prozesse im Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf? Der ganze Lerninhalt wird mit Gruppenarbeiten verfeinert.				
Inhalt	Struktur des Biotops Boden: Chemische, physikalische und biologische Faktoren Kopplung Boden-Wasser-Luft. Struktur der Biozöosen im Boden. Interaktionen Bodenfauna-Umwelt und Bodenmikroorganismen-Umwelt. Stoffkreisläufe und biologisch katalysierte Prozesse im Boden. Evaluation von bodenbiologischen Methoden.				
Skript	Skript und Übungsaufgaben werden abgegeben.				
Literatur	Relevante Literatur wird im Verlaufe der Vorlesung vorgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlagen der Bodenphysik, Bodenchemie, Zoologie und Mikrobiologie.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
<b>701-0518-00L</b>	<b>Bodenressourcen und Global Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Dötterl, K. Meusburger Di Bella</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bedeutung, Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und der Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. Wir behandeln hierbei die Thematik mit Beispielen aus dem globalen, europäischen und Schweizer Kontext.				
Lernziel	Verständnis der - globale Rahmenbedingungen unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden  - Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für Bodenressourcen  - Folgen des Klima- und Landnutzungswandels auf die Entwicklung von Bodenressourcen  - Kompetenzen zu Prozessverständnis, Systemverständnis sowie Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung werden gelehrt und geprüft.				
Inhalt	Trotz ihrer zahlreichen Funktionen und ihrer Rolle bei der Bewertung von Ökosystem-Dienstleistungen sind Böden und deren Vielfalt oft kein zentrales Thema, wenn es um die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte geht. Zwar werden in vielen Disziplinen Böden als Schnittstelle zwischen belebter und unbelebter Natur wahrgenommen. Allzu oft werden Bodenprozesse dabei aber nur stark vereinfacht für Nutzungskonzepte oder Modellierungen von Umwelt- und Agrarsystemen einbezogen. Diese Vereinfachung entspricht nicht der grossen, globalen Vielfalt an Böden. Sie unterscheiden sich oftmals stark in Bezug auf ihre Resilienz gegen Belastungen und ihre Fähigkeit, sich von diesen zu erholen. Auch in der breiten Bevölkerung ist die Wahrnehmung der Bedeutung von Böden als Grundlage unserer Ökosysteme bestenfalls diffus. So werden zwar Massnahmen zum lokalen Bodenschutz und zur Renaturierung von naturnahen Ökosystemen breit unterstützt, aber im Geldbeutel und beim Konsumverhalten soll sich möglichst wenig ändern. Verschiebungseffekte und intensivere Nutzung von Böden und Ökosystemressourcen in Ländern des globalen Südens sind die Folge.  Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Bedeutung, die Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und in die Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. So geht die Vorlesung auch auf folgende aktuelle Themen ein: Was sind die Folgen unterschiedlicher Konflikte (z.B. russischer Überfall auf die Ukraine) für die Bodengesundheit und Nahrungsproduktion der betroffenen Region für den Weltmarkt? Was sind die Folgen des Klimawandels für die Kohlenstoffspeicherung in Schweizer Bergböden? Oder: Wie wirkt sich die massive Abholzung und Bodendegradation auf Nährstoffkreisläufe in tropischen Böden aus? Die Vorlesung richtet sich an Studierende höherer Semester im Bachelorstudiengang Umweltnatur-, Agrar- und Umweltingenieurwissenschaften sowie an Studierende früher Semester in den gleichlautenden Masterprogrammen. Sie gibt einen Überblick zu den globalen Rahmenbedingungen, unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden. Zudem beleuchtet sie das Einwirken des Menschen auf unterschiedliche Bodentypen und wie dieses die Böden verändert. Gelehrt werden dabei vor allem Kompetenzen zum Prozess- und Systemverständnis sowie zur Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung.  Indirekte Eingriffe wie die Auswirkungen des Klimawandels (Klimaerwärmung, Permafrost oder Trockenstress) werden dabei ebenso behandelt wie direkte Eingriffe durch die Landnutzung (Erosion, chemische Belastungen oder Zerstörung von Böden). Thematisiert werden auch Bodenfunktionen und Bodenbildung, Unterschiede in der regionalen und globalen Bodenentwicklung, Eingriffe in den Wasser- und Lufthaushalt von Böden, Formen von Bodenbelastung sowie regionale und globale Abschätzungen der Belastungen von Böden. Im Zentrum stehen dabei stets die Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für biogeochemische (Nährstoff)kreisläufe, für den Landschaftswasserkreislauf und die Einschränkung von Bodenfunktionen durch Bodendegradation.  Neben diesen Schwerpunkten im Bereich Bodendegradation und Bodenentwicklung gibt die Vorlesung auch Einblicke in Methoden der regenerativen Landwirtschaft, der Bodenverbesserung und Sanierung von schadstoffbelasteten Böden. Zuletzt beleuchtet die Vorlesung planerische und gesetzliche Umsetzung des Bodenschutzes mit Beispielen aus unterschiedlichen Klima- und Bodennutzungszonen um den Studierenden einen Einblick in die spätere berufliche Praxis der angehenden Umwelt- und Agrarwissenschaftler zu geben.				
Skript	Unterlagen werden zum Download bereitgestellt. Nach jeder Session werden aktuelle wissenschaftliche Artikel zur Nachbereitung empfohlen.				
Literatur	Lehrbücher zum nachschlagen:  - Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde, 17th ed., Springer, Heidelberg, 2016.  - Brady N.C. and Weil, R.R. The Nature and Properties of Soils. 14th ed., Prentice Hall, 2007.  - Press & Siever: Allgemeine Geologie, 7th ed., Springer, Heidelberg, 2016  - Mason/Burt - Physical Geography -5th edition, Oxford, 2015				
Voraussetzungen / Besonderes	Interesse an physischer Geographie und Bodenentwicklung. Grundkenntnisse Chemie, Biologie, Geologie. Vorherige Teilnahme an der Vorlesung "Pedosphere" (701- 0501-00L) ist sehr empfohlen. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung werden vorausgesetzt.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

### ▶▶▶▶ Wahlmodul Bauingenieurwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0206-00L</b>	<b>Wasserbau</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Boes</b>
Kurzbeschreibung	Wasserbauliche Systeme, Anlagen und Bauwerke (z.B. Talsperren, Fassungen, Stollen, Leitungen, Kanäle, Wehre, Krafthäuser, Schleusen), Grundlagen des Flussbaus und der Naturgefahren				
Lernziel	Im Fach "Wasserbau" werden die Kompetenzen Prozessverständnis und Systemverständnis gelehrt, angewandt und geprüft. Konzeptentwicklung wird gelehrt und angewandt. Es werden Kenntnisse wasserbaulicher Anlagenteile und ihrer Funktion innerhalb wasserbaulicher Systeme vermittelt; die Lernenden werden zu Entwurf und Dimensionierung hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit befähigt.				
Inhalt	Wasserbauliche Systeme: Speicher, Nieder- und Hochdruckanlagen. Wehre: Wehrrarten, Verschlüsse, Hydraulische Bemessung. Fassungen: Fassungstypen, Entsandungsanlagen. Kanäle: konstruktive Gestaltung, offene und geschlossene Kanäle. Leitungen: Auskleidungstypen, hydraulische Bemessung von Druckstollen und Druckschächten. Talsperren: Talsperrentypen, Nebenanlagen. Flussbau: Abflussberechnung, Sedimenttransport, flussbauliche Massnahmen. Naturgefahren: Überblick und Grundlagen zu Art und Schutzmassnahmentypen. Verkehrswasserbau: Schifffahrtskanäle und Schleusen. Schriftliche Übungen, Übung im hydraulischen Labor und am Computer. Exkursion.				
Skript	Umfassendes Wasserbau-Skript. Ergänzende Vorlesungsunterlagen.				
Literatur	Weiterführende Literatur ist am Ende des jeweiligen Skript-Kapitels angegeben. Empfehlenswerte Fachbücher: - Giesecke, J., Heimerl, S. & Mosonyi, E. (2014): Wasserkraftanlagen (6. Auflage), Springer-Verlag, Berlin - Patt, H. & Gonsowsky, P. (2011): Wasserbau (7. Auflage), Springer-Verlag, Berlin - Bollrich, G. (2000): Technische Hydromechanik, Verlag für Bauwesen, Berlin - Strobl, T., Zunic, F. (2006): Wasserbau, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. - Hager, W.H., Schleiss, A.J. (2009): Constructions Hydrauliques; Traité de Génie Civil, Vol. 15, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.				
Voraussetzungen / Besonderes	als Grundlage dringend empfohlen: Hydraulik I (Vorlesung 101-0203)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

### ▶▶▶▶ Wahlmodul Energie

*Im Wahlmodul Energie müssen mindestens 10KP erreicht werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

### ▶ Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETH Zürich und der Universität Zürich zur individuellen Auswahl offen.*

### ▶▶ Wahlfächer Studiengang

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0214-01L</b>	<b>Fachexkursion Wiener Wasserversorgung ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>E. Morgenroth, C. Maslo</b>
Kurzbeschreibung	Wie funktioniert die Wasserversorgung der Stadt Wien? Besichtigung der Anlagen und der naturräumlichen Gegebenheiten: beginnend beim Wasserbehälter im Stadtgebiet bis zu den Quellen in den Einzugsgebieten in der Steiermark unter Berücksichtigung von wissenschaftlichen Forschungsprojekten im Rahmen der Karstforschung (Geologie, Hydrologie, Biologie/Vegetation, Waldökologie, Schneemessprogramm).				
Lernziel	Die Exkursionsteilnehmer/innen lernen: 1. Wie die Wiener Wasserversorgung funktioniert. 2. Welche Anlagen für den Betrieb einer solch umfangreichen Trinkwasser- versorgung notwendig sind: Wasserbehälter (im Stadtgebiet), Leitungsspeicher (außerhalb des Stadtgebietes), 2 Hochquellenleitungen (bis zu 200 km lange Gravitationsleitungen), Quellwasserfassungen, Tagquellaustritte der größten gefassten Karstquelle Mitteleuropas (Kläfferquelle), Schutzgebieten im Naturraum. 3. Welche Massnahmen von Seiten der Stadt Wien in den Quellschutzgebieten getroffen werden (Abgrenzung der Quelleinzugsgebiete und Festlegung von Schutzzonen à Konflikt Landnutzung vs. sauberes Trinkwasser, Gefahrenquellen- und Risikoabschätzung, qualitative Optimierung des Quellmanagements, Massnahmen im Falle eine Quellbeeinträchtigung). 4. Wie die Trinkwasserqualität an den Quellen überwacht wird (Online-Messungen). 5. Welche Massnahmen bei Trinkwassserknappheit in Trockenperioden ergriffen werden. 6. Welche Forschungsprojekte die Wiener Wasserwerke für zukünftige Szenarien der Trinkwasserversorgung bezüglich Klimawandel durchführt. In dem Fach "Fachexkursion Wiener Wasserversorgung" werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt.				
Inhalt	- Besichtigung der beiden Wasserleitungsmuseen in Kaiserbrunn und Wildalpen zur Erfassung des historischen Entwicklungsprozesses der Wasserversorgung der Stadt Wien - Besichtigung des Betriebsgebäudes und der Vertikaltiefbrunnen in einem glazialen Porengrundwasserkörper, die zum Teil auch für Trinkwasserversorgung für die Stadt Graz dienen, besichtigt. - Verschiedene Aspekte der Karstsystematik und der damit im Zusammenhang stehenden Wissenschaftszweige wie z.B. Karsthydrologie, Geologie, Vegetations- und Bodenkunde.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Hinweis für die Bachelorstudierenden: Voraussetzung für die Belegung dieser Exkursion ist die vorherige Belegung der Veranstaltung 102-0214-00 Siedlungswasserwirtschaft GZ.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
<b>102-0186-00L</b>	<b>CAD für Umweltingenieurwissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Miani</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in das computergestützte Konstruieren in 2D (3D).				
Lernziel	Nach Abschluss des Kurses können die Absolventen eine 2D-Konstruktion erstellen (Zonenplan, Siedlungsentwässerung, GEP) und sie kennen das Prinzip des digitalen Geländemoduls. Weiter haben sie ein Einblick in die verschiedenen Planungsabläufen der Bauingenieure und die Zusammenarbeit mit Bauzeichner/Bauingenieur. Die Absolventen können einen Plan lesen und kennen die verschiedenen Planelemente.				
Inhalt	Basis 2D - Grundlegende Befehle wie Linien, Kreise, Bemassung, Beschriftung - Optionseinstellungen - Oberflächeneinstellungen - Bauwerkstruktur - Layer - Import  CH-Planungspaket - Zonenplan erstellen - Beschriftungsbilder einsetzen - Objektmanager - GEP Plan erstellen  Kanalisation Add-On - Siedlungsentwässerungsplan erstellen - Plan lesen (Kanalisation)  Digitales Geländemodell - Auftrag - Abtrag - Planvorbereitung (DGM zu Plan)  -Übergreifendes - Verschiedene Disziplinen (Tief-, Hoch-, konstruktiver Tief- und Kunstbau) - Plan lesen (verschiedenen Planungselemente - Spezialschächte und deren Funktionen - Planungsablauf (von Variantenstudie bis PaW, Detaillierungsgrad) - Interner Planungsablauf (Bauingenieur - Bauzeichner - Bauingenieur)  Je nach Zeit: 3D-Modellieren - Bool'sche Operatoren - Modellieren - Modell als 3D-Makro speichern - Architekturelemente (Bsp. Rückhaltebecken)				
Skript	Introduction into computeradded construction 2D (3D).				
<b>102-0000-10L</b>	<b>Exkursionen Umweltingenieurwissenschaften I</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>		<b>J. Wang, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	<i>Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <a href="http://exkursionen.umwelting.ethz.ch/">http://exkursionen.umwelting.ethz.ch/</a></i> . Halbtägige bis eintägige Exkursionen als Ergänzung zu den umweltingenieurspezifischen Vorlesungen.				

Lernziel Als Ergänzung zu den umweltingenieurspezifischen Vorlesungen bieten die Professuren halbtägige bis eintägige Exkursionen in verschiedenen Fachbereichen an. Während der Exkursionen vertiefen die Studierenden die in den Vorlesungen und im Selbststudium erworbenen Fachkenntnisse und stellen einen Bezug zur Praxis und zur Forschung her. Diese Exkursionen stehen allen Bachelorstudierenden der Umweltingenieurwissenschaften je nach Verfügbarkeit offen und können im Rahmen der Fachspezifischen Wahlfächer mit Kreditpunkten bewertet werden. Die Exkursionen sind freiwillig und sollten vorzugsweise ab dem 4. Semester besucht werden.

**102-0000-20L Exkursionen Umweltingenieurwissenschaften II W 1 KP J. Wang, weitere Dozierende**  
*Keine Anmeldung über myStudies notwendig. Die Anmeldung zu den Exkursionen und Feldkursen geht ausschliesslich über <http://exkursionen.umwelting.ethz.ch/>*

Kurzbeschreibung Halbtägige bis eintägige Exkursionen als Ergänzung zu den umweltingenieurspezifischen Vorlesungen.

Lernziel Als Ergänzung zu den umweltingenieurspezifischen Vorlesungen bieten die Professuren halbtägige bis eintägige Exkursionen in verschiedenen Fachbereichen an. Während der Exkursionen vertiefen die Studierenden die in den Vorlesungen und im Selbststudium erworbenen Fachkenntnisse und stellen einen Bezug zur Praxis und zur Forschung her. Diese Exkursionen stehen allen Bachelorstudierenden der Umweltingenieurwissenschaften je nach Verfügbarkeit offen und können im Rahmen der Fachspezifischen Wahlfächer mit Kreditpunkten bewertet werden. Die Exkursionen sind freiwillig und sollten vorzugsweise ab dem 4. Semester besucht werden.

## ►► Wahlfächer ETH Zürich

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETH Zürich*

### ► Wissenschaft im Kontext

#### ►► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-BAUG*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

#### ►► Sprachkurse

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

### ► Bachelor-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0006-00L</b>	<b>Bachelor-Arbeit ■</b>	<b>O</b>	<b>10 KP</b>	<b>21D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Bachelor-Arbeit bildet den Abschluss des Bachelor-Studiums. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeit der Studierenden, selbständig und strukturiert zu arbeiten, fördern.				
Lernziel	Selbständiges, strukturiertes wissenschaftliches Arbeiten und Anwendung ingenieurwissenschaftliche Arbeitsmethoden fördern.				
Inhalt	Die Inhalte bauen auf den Grundlagen des Bachelor-Studiums auf. Den Studierenden werden verschiedene Themen und Aufgaben zur Auswahl angeboten. Die Arbeit umfasst einem schriftlichen Bericht und eine mündliche Präsentation.				

### Umweltingenieurwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP	W	Wählbar für KP
O	Obligatorisch	Z	Zusatzangebot zum VLV
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

■ Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.



# Umweltingenieurwissenschaften Master

## ► Vertiefungen

### ►► Vertiefung Siedlungswasserwirtschaft

#### ►►► Obligatorische Module

#### ►►►► Ecological Systems Design

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0348-00L	<b>Prospective Environmental Assessments</b> <i>Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.</i>	O	3 KP	2G	S. Hellweg, N. Heeren, A. Spörri
Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.</li> <li>- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.</li> <li>- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.</li> <li>- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies</li> <li>- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scenario analysis</li> <li>- Dynamic material flow analysis</li> <li>- Temporal differentiation in LCA</li> <li>- Systems dynamics tools</li> <li>- Agent based models</li> <li>- Assessment of future and present environmental impact</li> <li>- Case studies</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

#### ►►►► Process Engineering in Urban Water Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0217-01L	<b>Process Engineering Ib ■</b> <i>Prerequisite: 102-0217-00L Process Engineering Ia (given in HS).</i>	O	3 KP	2G	E. Morgenroth
Kurzbeschreibung	The purpose of this course is to build on the fundamental understanding of biological processes and wastewater treatment applications that were studied in Process Engineering Ia. Case studies that are jointly discussed in class and student led projects allow you to advance the understanding and critical analysis of biological treatment processes.				
Lernziel	Students should be able to evaluate existing wastewater treatment plants and future designs using basic process understanding, mathematical modeling tools, and knowledge obtained from the current literature. The students shall be capable to apply and recognize the limits of the kinetic models which have been developed to simulate these systems.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Advanced modeling of activated sludge systems</li> <li>Nitrification, denitrification, and biological P elimination</li> <li>Enrichment in mixed culture systems using, e.g., selectors</li> <li>Biofilm kinetics and application to full scale plants</li> <li>Critical review of treatment processes</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: 102-0217-00 Process Engineering Ia (held in HS).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>102-0218-00L</b>	<b>Process Engineering II (Physical-Chemical Processes) O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. M. Udert</b>
Kurzbeschreibung	Description and design of physical, chemical and biological processes and process combinations in drinking water and wastewater treatment.			
Lernziel	Understanding of critical water quality parameters in water resources and wastewater and process engineering knowledge for the removal of drinking water and environmental hazards. The aims of the lecture are basic understanding of mainly physico-chemical water treatment processes, design and modeling tools of single processes and process combinations.			
Inhalt	The following processes and process combination will be discussed in detail: Gas transfer Particle characterization Sedimentation Flocculation Filtration Membrane processes Precipitation processes Chemical oxidation and disinfection Ion exchange Activated carbon adsorption Process combinations wastewater Process combinations potable water			
Literatur	M&E: Tchobanoglous, G., Stensel, H.D., Tsuchihashi, R. and Burton, F.L., 2013. Wastewater engineering: treatment and resource recovery, 5th edition. Volume 1 & 2. New York, McGraw-Hill. MWH: Crittenden, J.C., Trussel, R.R., Hand, D.W., Howe, K., Tchobanoglous, G., 2012. MWH's water treatment principles and design, 3rd edition. ed. Wiley, Hoboken, N.J.			
Voraussetzungen / Besonderes	Pre-condition: Lecture Process Engineering Ia			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Kritisches Denken	gefördert	

### ►►►► Systems Analysis in Urban Water Management

*Das Modul wird im Herbstsemester angeboten.*

### ►►►► Water Infrastructure Planning and Stormwater Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0248-00L</b>	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b> <i>Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II.</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. P. Leitão Correia</b> , M. Maurer, A. Scheidegger
Kurzbeschreibung	An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.				
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: - Know the key principles of infrastructure management - Know the basics of performance and risk assessment - Can perform basic engineering economic analysis - Know how to quantify the future rehabilitation needs				
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita.  Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.  This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries.				
Skript	A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert geprüft

## ►► Vertiefung Umwelttechnologien

### ►►► Obligatorische Module

#### ►►►► Air Quality Control

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0368-00L	<b>Air Quality and Aerosol Mechanics</b> <i>Prerequisite: Strongly recommended: 102-0635-01L Luftreinhaltung (Air Pollution Control) or similar lectures</i>	O	3 KP	2G	J. Wang
Kurzbeschreibung	Air quality has direct effect on public health and life quality. Both gaseous and particulate pollutants affect the air quality. Aerosols, solid or liquid particles suspended in the air, play important roles in atmospheric sciences and air pollution. This course covers aerosol mechanical, optical and electrical properties, and measurement and control technologies.				
Lernziel	The students understand the effects of airborne particulate and gaseous pollutants on air quality. The students gain fundamental knowledge on mechanics governing mechanical, optical and electrical properties of aerosols. Aerosol behaviors including diffusion, coagulation, condensation, charging and evaporation are discussed. The students understand basic principles to generate, sample, measure and control airborne particles. The students learn state-of-the-art instruments for air-borne particles from micrometer to nanometer size range.				
Inhalt	Properties of Gases. Uniform Particle Motion. Particle Size Statistics. Straight-Line Acceleration and Curvilinear Particle Motion. Brownian Motion and Diffusion. Filtration. Aerosol Deposition in Respiratory System Sampling and Measurement of Concentration. Coagulation. Condensation and Evaporation. Electrical Properties. Optical Properties. Microscopic Measurement of Particle Size. Production of Test Aerosols.				
Skript	The following text book is strongly recommended				
Literatur	Hinds, W.C. Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, John Wiley & Sons, 2nd Edition - February 1999.  Hinds, W.C. Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, John Wiley & Sons, 2nd Edition - February 1999.  Friedlander, S.K. Smoke, Dust, and Haze: Fundamentals of Aerosol Dynamics, Oxford University Press, 2nd edition, March 2000.  Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N. Atmospheric Chemistry and Physics, from Air Pollution to Climate Change, 2nd edition, 2006.  Journal of Aerosol Science Aerosol Science and Technology Environmental Science and Technology Atmospheric Environment Environmental Health Perspectives Science of the Total Environment Journal of Nanoparticle Research				
Voraussetzungen / Besonderes	strongly recommended: 102-0635-01L Luftreinhaltung (Air Pollution Control) or similar				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**102-0347-00L**    **Air Quality and Health Impact**    **O**    **3 KP**    **2G**    **J. Tang, J. Wang, M. Spillmann, Y. Tao**

**Kurzbeschreibung**    The air quality of both indoor and outdoor environments impacts the human health. Air pollution has been correlated to excess mortality and led to numerous air quality standards. This lecture covers indoor air pollutants, design of building air handling system, fundamentals of human respiratory system, toxicity and health impact of air pollutants, and personal protection.

**Lernziel**    The students learn to access the volatile emission spectrum from building material; detect, evaluate and refurbish mould damage; assess the benefits and potential risks of HVAC systems in terms of indoor air quality. The student will also understand the fundamentals of human respiratory system and causes of adverse health impact; analyze the mechanisms of different toxic effects; and select proper protection equipment against air pollutants.

**Inhalt**

- Indoor air contaminants
- Mould growth, detection, and refurbishment
- Health effects of indoor air contaminants
- Sick building syndrome and building related illness
- Guidelines for Indoor Air Quality
- Design of air handling systems and their impact on IAQ
- Analytical methods for determining IAQ
- Fundamentals of human respiratory system
- Particles induced diseases
- Asbestosis and silicosis
- Health impact caused by ozone, NOx and other pollutants
- Toxicity of (engineered) nanomaterials
- Personal protection equipment
- Air pollutants: particle matter, gases and bioaerosols

**Literatur**    Lists of suitable books and papers will be provided in the lecture.

**Voraussetzungen / Besonderes**    strongly recommended: 102-0635-01L Luftreinhaltung (Air Pollution Control) or similar

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

**▶▶▶▶ Process Engineering in Urban Water Management**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>102-0217-01L</b>	<b>Process Engineering Ib ■</b> <i>Prerequisite: 102-0217-00L Process Engineering Ia (given in HS).</i>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Morgenroth</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	----------------------

**Kurzbeschreibung**    The purpose of this course is to build on the fundamental understanding of biological processes and wastewater treatment applications that were studied in Process Engineering Ia. Case studies that are jointly discussed in class and student led projects allow you to advance the understanding and critical analysis of biological treatment processes.

Lernziel	Students should be able to evaluate existing wastewater treatment plants and future designs using basic process understanding, mathematical modeling tools, and knowledge obtained from the current literature. The students shall be capable to apply and recognize the limits of the kinetic models which have been developed to simulate these systems.		
Inhalt	Advanced modeling of activated sludge systems Nitrification, denitrification, and biological P elimination Enrichment in mixed culture systems using, e.g., selectors Biofilm kinetics and application to full scale plants Critical review of treatment processes		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: 102-0217-00 Process Engineering Ia (held in HS).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
Kreatives Denken		gefördert	
Kritisches Denken		geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>102-0218-00L</b>	<b>Process Engineering II (Physical-Chemical Processes) O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. M. Udert</b>
Kurzbeschreibung	Description and design of physical, chemical and biological processes and process combinations in drinking water and wastewater treatment.			
Lernziel	Understanding of critical water quality parameters in water resources and wastewater and process engineering knowledge for the removal of drinking water and environmental hazards. The aims of the lecture are basic understanding of mainly physico-chemical water treatment processes, design and modeling tools of single processes and process combinations.			
Inhalt	The following processes and process combination will be discussed in detail: Gas transfer Particle characterization Sedimentation Flocculation Filtration Membrane processes Precipitation processes Chemical oxidation and disinfection Ion exchange Activated carbon adsorption Process combinations wastewater Process combinations potable water			
Literatur	M&E: Tchobanoglous, G., Stensel, H.D., Tsuchihashi, R. and Burton, F.L., 2013. Wastewater engineering: treatment and resource recovery. 5th edition. Volume 1 & 2. New York, McGraw-Hill. MWH: Crittenden, J.C., Trussel, R.R., Hand, D.W., Howe, K., Tchobanoglous, G., 2012. MWH's water treatment principles and design, 3rd edition. ed. Wiley, Hoboken, N.J.			
Voraussetzungen / Besonderes	Pre-condition: Lecture Process Engineering Ia			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

## ▶▶▶▶ Systems Analysis in Urban Water Management

*Das Modul wird im Herbstsemester angeboten.*

## ▶▶▶▶ Waste Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				

Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects
Skript	Handouts Exercises based on literature
Literatur	Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.  More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> )
Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature

## ►► Vertiefung Ressourcenmanagement

### ►►► Obligatorische Module

#### ►►►► Ecological Systems Design

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0348-00L	<b>Prospective Environmental Assessments</b> <i>Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.</i>	O	3 KP	2G	S. Hellweg, N. Heeren, A. Spörri
Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.</li> <li>- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.</li> <li>- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.</li> <li>- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies</li> <li>- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scenario analysis</li> <li>- Dynamic material flow analysis</li> <li>- Temporal differentiation in LCA</li> <li>- Systems dynamics tools</li> <li>- Agent based models</li> <li>- Assessment of future and present environmental impact</li> <li>- Case studies</li> </ul>				
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	

#### ►►►► Groundwater

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0448-00L	<b>Groundwater II</b>	O	6 KP	4G	J. Jimenez-Martinez, I. Lunati
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.				

Lernziel	<p>The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.</p> <p>the student should be able to</p> <p>a) formulate practical flow and contaminant transport problems.</p> <p>b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.</p> <p>c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.</p> <p>d) assess simple multiphase flow problems.</p> <p>e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.</p> <p>f) assess simple coupled reactive transport problems.</p>
Inhalt	<p>Introduction and basic flow and contaminant transport equation.</p> <p>Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.</p> <p>Numerical solution to the flow equation using the finite element equation</p> <p>Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.</p> <p>Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.</p> <p>Two-phase flow and Unsaturated flow problems.</p> <p>Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.</p> <p>Reactive transport modelling.</p>
Skript	Handouts
Literatur	<p>- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science &amp; Technology Books, 448 p., 2002</p> <p>- J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010</p> <p>- Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor &amp; Francis, 2005</p> <p>- Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003</p> <p>- Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.

<b>701-1240-00L</b>	<b>Modelling Environmental Pollutants</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Scheringer, C. Bogdal</b>
Kurzbeschreibung	Modeling the emissions, transport, partitioning and transformation/degradation of chemical contaminants in air, water and soil.				
Lernziel	This course is intended for students who are interested in the environmental fate and transport of volatile and semi-volatile organic chemicals and exposure to pollutants in environmental media including air, water, soil and biota. The course focuses on the theory and application of mass-balance models of environmental pollutants. These models are quantitative tools for describing, understanding, and predicting the way pollutants interact with the environment. Important topics include thermodynamic and kinetic descriptions of chemical behavior in environmental systems; mechanisms of chemical degradation in air and other media; novel approaches to modeling chemical fate in a variety of environments, including lakes and rivers, generic regions, and at the global scale, and application of mass balance modeling principles to describe bioaccumulation of pollutants by fish and mammals.				
Inhalt	Application of mass balance principles to chemicals in a system of coupled environmental media. Measurement and estimation of physico-chemical properties that determine the environmental behavior of chemicals. Thermodynamic and kinetic controls on the behavior of pollutants. Modeling environmental persistence, bioaccumulation and long-range transport potential of chemicals, including a review of available empirical data on various degradation processes. Current issues in multimedia contaminant fate modeling and a case study of the student's choice.				
Skript	Material to support the lectures will be distributed during the course.				
Literatur	<p>There is no required text. The following texts are useful for background reading and additional information.</p> <p>D. Mackay. Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach, 2nd Ed. 2001. CRC Press.</p> <p>R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 2nd Ed. 2003, John Wiley &amp; Sons.</p> <p>M. Scheringer. Persistence and spatial range of environmental chemicals: New ethical and scientific concepts for risk assessment. 2002. Wiley-VCH.</p>				

## ►►►► Waste Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				

Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects
Skript	Handouts Exercises based on literature
Literatur	Deublein, D. and Steinhäuser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.  More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> )
Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature

### ▶▶▶▶ Water Resources Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				
Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				

### ▶▶ Vertiefung Wasserwirtschaft

#### ▶▶▶ Obligatorische Module

#### ▶▶▶▶ Flow and Transport

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0269-00L</b>	<b>River Morphodynamic Modelling</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. F. Vetsch, F. Caponi, S. Frei, D. Vanzo</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of river morphodynamic modelling, relevant for civil and environmental engineers. The governing equations for sediment transport modelling in open channels and corresponding numerical solution strategies are introduced. Differences and capabilities of one- and two-dimensional approaches are presented. The theoretical parts are discussed by examples.				
Lernziel	The goal of the course is twofold. First, the students develop a throughout understanding of the basics of river morphodynamic processes. Second, they get familiar with numerical tools for the simulations in one- and two-dimensions of morphodynamics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of river morphodynamic modelling (Exner equation, bed-load, suspended-load, closure relationships)</li> <li>- aggradation and degradation processes</li> <li>- differences between 1D and 2D approaches</li> <li>- river bars: characterization and prediction</li> <li>- non-uniform sediment morphodynamics: the Hirano model</li> <li>- short and long term response of gravel bed rivers to change in sediment supply</li> <li>- vegetation and morphodynamics interaction</li> </ul>				
Skript	Lecture notes, slides, and further educational material (scripts, videos, software, quiz) are provided in the Moodle page of the course.				
Literatur	Relevant literature will be given during lectures or provided in the Moodle page of the course.				



Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are based on the simulation software BASEMENT ( <a href="http://www.basement.ethz.ch">www.basement.ethz.ch</a> ), the open-source GIS Qgis ( <a href="http://www.qgis.org">www.qgis.org</a> ) and code examples written in MATLAB and Python. The applications comprise one- and two-dimensional approaches for the modelling of flow and sediment transport.		
Kompetenzen	Requirements: Numerical Hydraulics, River Engineering, MATLAB and/or Python programming skills would be an advantage.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
	Problemlösung	geprüft	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert	
	Kritisches Denken	geprüft	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

## ▶▶▶▶ Groundwater

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0448-00L</b>	<b>Groundwater II</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, I. Lunati</b>
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.				
Lernziel	The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.				
	the student should be able to				
	a) formulate practical flow and contaminant transport problems.				
	b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.				
	c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.				
	d) assess simple multiphase flow problems.				
	e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.				
	f) assess simple coupled reactive transport problems.				
Inhalt	Introduction and basic flow and contaminant transport equation.				
	Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.				
	Numerical solution to the flow equation using the finite element equation				
	Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.				
	Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.				
	Two-phase flow and Unsaturated flow problems.				
	Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.				
	Reactive transport modelling.				
Skript	Handouts				
Literatur	- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science & Technology Books, 448 p., 2002				
	- J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010				
	- Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor & Francis, 2005				
	- Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003				
	- Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.				
<b>701-1240-00L</b>	<b>Modelling Environmental Pollutants</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Scheringer, C. Bogdal</b>
Kurzbeschreibung	Modeling the emissions, transport, partitioning and transformation/degradation of chemical contaminants in air, water and soil.				
Lernziel	This course is intended for students who are interested in the environmental fate and transport of volatile and semi-volatile organic chemicals and exposure to pollutants in environmental media including air, water, soil and biota. The course focuses on the theory and application of mass-balance models of environmental pollutants. These models are quantitative tools for describing, understanding, and predicting the way pollutants interact with the environment. Important topics include thermodynamic and kinetic descriptions of chemical behavior in environmental systems; mechanisms of chemical degradation in air and other media; novel approaches to modeling chemical fate in a variety of environments, including lakes and rivers, generic regions, and at the global scale, and application of mass balance modeling principles to describe bioaccumulation of pollutants by fish and mammals.				
Inhalt	Application of mass balance principles to chemicals in a system of coupled environmental media. Measurement and estimation of physico-chemical properties that determine the environmental behavior of chemicals. Thermodynamic and kinetic controls on the behavior of pollutants. Modeling environmental persistence, bioaccumulation and long-range transport potential of chemicals, including a review of available empirical data on various degradation processes. Current issues in multimedia contaminant fate modeling and a case study of the student's choice.				
Skript	Material to support the lectures will be distributed during the course.				

Literatur There is no required text. The following texts are useful for background reading and additional information.  
 D. Mackay. Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach, 2nd Ed. 2001. CRC Press.  
 R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 2nd Ed. 2003, John Wiley & Sons.  
 M. Scheringer. Persistence and spatial range of environmental chemicals: New ethical and scientific concepts for risk assessment. 2002. Wiley-VCH.

## ►►►► Landscape

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0617-01L	<b>Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data</b>	O	3 KP	2G	I. Hajnsek, O. Frey, L. Huang
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to get an overview of several methodologies/algorithms for analysis of different sensor specific information products. It is focused at students that like to deepen their knowledge and understanding of remote sensing for environmental applications.				
Lernziel	The course is divided into two main parts, starting with a brief introduction to remote sensing imaging (4 lectures), and is followed by an introduction to different methodologies (8 lectures) for the quantitative estimation of bio-/geo-physical parameters. The main idea is to deepen the knowledge in remote sensing tools in order to be able to understand the information products, with respect to quality and accuracy.				
Inhalt	Each lecture will be composed of two parts: Theory: During the first hour, we go through the main concepts needed to understand the specific algorithm. Practice: During the second hour, the student will test/develop the actual algorithm over some real datasets using Matlab. The student will not be asked to write all the code from scratch (especially during the first lectures), but we will provide some script with missing parts or pseudo-code. However, in the later lectures the student is supposed to build up some working libraries.				
Skript	Handouts for each topic will be provided.				
Literatur	Suggested readings: T. M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Verlag, 2008 J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	At the end of the course (last course day) there will be a written exam.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ►►►► Water Resources Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0488-00L	<b>Water Resources Management</b>	O	3 KP	2G	P. Burlando
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				
Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				

## ►► Vertiefung Fluss- und Wasserbau

### ►►► Obligatorische Module

#### ►►►► Flow and Transport

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0269-00L	<b>River Morphodynamic Modelling</b>	O	3 KP	2G	D. F. Vetsch, F. Caponi, S. Frei, D. Vanzo
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of river morphodynamic modelling, relevant for civil and environmental engineers. The governing equations for sediment transport modelling in open channels and corresponding numerical solution strategies are introduced. Differences and capabilities of one- and two-dimensional approaches are presented. The theoretical parts are discussed by examples.				
Lernziel	The goal of the course is twofold. First, the students develop a throughout understanding of the basics of river morphodynamic processes. Second, they get familiar with numerical tools for the simulations in one- and two-dimensions of morphodynamics.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of river morphodynamic modelling (Exner equation, bed-load, suspended-load, closure relationships)</li> <li>- aggradation and degradation processes</li> <li>- differences between 1D and 2D approaches</li> <li>- river bars: characterization and prediction</li> <li>- non-uniform sediment morphodynamics: the Hirano model</li> <li>- short and long term response of gravel bed rivers to change in sediment supply</li> <li>- vegetation and morphodynamics interaction</li> </ul>		
Skript	Lecture notes, slides, and further educational material (scripts, videos, software, quiz) are provided in the Moodle page of the course.		
Literatur	Relevant literature will be given during lectures or provided in the Moodle page of the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are based on the simulation software BASEMENT ( <a href="http://www.basement.ethz.ch">www.basement.ethz.ch</a> ), the open-source GIS Qgis ( <a href="http://www.qgis.org">www.qgis.org</a> ) and code examples written in MATLAB and Python. The applications comprise one- and two-dimensional approaches for the modelling of flow and sediment transport.		
Kompetenzen	Requirements: Numerical Hydraulics, River Engineering, MATLAB and/or Python programming skills would be an advantage.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ►►►► Hydraulic Engineering

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0278-00L</b>	<b>Flood Protection</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.				
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolgversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.				
Inhalt	<p>Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge. Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet). Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes.</p> <p>Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen.</p> <p>Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder).</p> <p>Objektschutz als weiterführende Massnahme.</p> <p>Unterhalt.</p> <p>Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen.</p> <p>Schadenbestimmung und Risikoabschätzung.</p> <p>Umgang mit dem verbleibenden Risiko.</p> <p>Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen.</p> <p>Angepasste Vorgehensweise.</p> <p>Umgang mit Schwemmholz.</p> <p>Oberflächenabfluss.</p> <p>Projektbeispiele in der Schweiz.</p> <p>Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe.</p> <p>Exkursion.</p>				
Skript	Hochwasserschutz-Skript				
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ►►►► River Systems

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0259-00L</b>	<b>River Restoration ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>V. Weitbrecht, S. Knecht-Hipp, M. Mende, J. van der Meer, C. Weber</b>
Kurzbeschreibung	Based on enhanced understanding of river morphodynamics and the ecosystem of riverscapes, the course introduces different river engineering techniques. It copes with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection...) towards riverscapes in modern society.				
	The students work on a project study with the goal of restoring a given river section.				
Lernziel	<p>During this course, the students learn how to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe the most important relations in river morphodynamics and their impact on the ecosystem of riverscapes</li> <li>- elaborate solutions within river restoration, dealing with the different societal expectations towards riverscapes.</li> <li>- deal with personal, social and technical obstacles in the planning of a river restoration project.</li> </ul>				

Inhalt	River restoration aims to reestablish near natural processes in riverscapes to increase habitat quality and biodiversity. Based on enhanced understanding of river morphodynamics, the course introduces different engineering techniques with focus on sediment transport processes and flood protection. In addition, the course aims to cope with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection, nature protection...) towards riverscapes in modern society.		
	During the semester, the students work on a project study with the goal of restoring a river section with a certain focus topic. It follows a student-centered approach, with field trips, a role play and interactive coaching sessions together with river restoration experts from engineering practice.		
Skript	No lecture notes		
Literatur	Literature recommendations are given during the semester		
Voraussetzungen / Besonderes	Highly recommended as a technical preparation: River Engineering (Course 101-0258-00L, Autumn Semester)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert geprüft gefördert

### ▶▶▶▶ Water Resources Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				
Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.				
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.				
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.				
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.				

### ▶ Projektarbeit (für alle Vertiefungen)

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0999-00L</b>	<b>Project Work</b>	<b>O</b>	<b>12 KP</b>	<b>26A</b>	<b>Betreuer/innen</b>
Kurzbeschreibung	Working during one semester on a task on a topic in the chosen major				
Lernziel	Promote independent, structured and scientific work; learn to apply engineering methods; deepen the knowledge in the field of the treated task.				
Inhalt	The project work is supervised by a professor. Students can choose from different subjects and tasks.				

### ▶ Wählbare Module

*Für alle Vertiefungen*

#### ▶▶ WM: Air Quality Control

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement", "Siedlungswasserwirtschaft" und "Wasserwirtschaft".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0368-00L</b>	<b>Air Quality and Aerosol Mechanics</b> <i>Prerequisite: Strongly recommended: 102-0635-01L Luftreinhaltung (Air Pollution Control) or similar lectures</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Wang</b>

Kurzbeschreibung	Air quality has direct effect on public health and life quality. Both gaseous and particulate pollutants affect the air quality. Aerosols, solid or liquid particles suspended in the air, play important roles in atmospheric sciences and air pollution. This course covers aerosol mechanical, optical and electrical properties, and measurement and control technologies.		
Lernziel	The students understand the effects of airborne particulate and gaseous pollutants on air quality. The students gain fundamental knowledge on mechanics governing mechanical, optical and electrical properties of aerosols. Aerosol behaviors including diffusion, coagulation, condensation, charging and evaporation are discussed. The students understand basic principles to generate, sample, measure and control airborne particles. The students learn state-of-the-art instruments for air-borne particles from micrometer to nanometer size range.		
Inhalt	Properties of Gases. Uniform Particle Motion. Particle Size Statistics. Straight-Line Acceleration and Curvilinear Particle Motion. Brownian Motion and Diffusion. Filtration. Aerosol Deposition in Respiratory System Sampling and Measurement of Concentration. Coagulation. Condensation and Evaporation. Electrical Properties. Optical Properties. Microscopic Measurement of Particle Size. Production of Test Aerosols.		
Skript	The following text book is strongly recommended		
Literatur	Hinds, W.C. Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, John Wiley & Sons, 2nd Edition - February 1999. Hinds, W.C. Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, John Wiley & Sons, 2nd Edition - February 1999. Friedlander, S.K. Smoke, Dust, and Haze: Fundamentals of Aerosol Dynamics, Oxford University Press, 2nd edition, March 2000. Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N. Atmospheric Chemistry and Physics, from Air Pollution to Climate Change, 2nd edition, 2006. Journal of Aerosol Science Aerosol Science and Technology Environmental Science and Technology Atmospheric Environment Environmental Health Perspectives Science of the Total Environment Journal of Nanoparticle Research		
Voraussetzungen / Besonderes	strongly recommended: 102-0635-01L Luftreinhaltung (Air Pollution Control) or similar		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>102-0347-00L</b>	<b>Air Quality and Health Impact</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Tang, J. Wang, M. Spillmann, Y. Tao</b>
Kurzbeschreibung	The air quality of both indoor and outdoor environments impacts the human health. Air pollution has been correlated to excess mortality and led to numerous air quality standards. This lecture covers indoor air pollutants, design of building air handling system, fundamentals of human respiratory system, toxicity and health impact of air pollutants, and personal protection.				
Lernziel	The students learn to access the volatile emission spectrum from building material; detect, evaluate and refurbish mould damage; assess the benefits and potential risks of HVAC systems in terms of indoor air quality. The student will also understand the fundamentals of human respiratory system and causes of adverse health impact; analyze the mechanisms of different toxic effects; and select proper protection equipment against air pollutants.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indoor air contaminants</li> <li>- Mould growth, detection, and refurbishment</li> <li>- Health effects of indoor air contaminants</li> <li>- Sick building syndrome and building related illness</li> <li>- Guidelines for Indoor Air Quality</li> <li>- Design of air handling systems and their impact on IAQ</li> <li>- Analytical methods for determining IAQ</li> <li>- Fundamentals of human respiratory system</li> <li>- Particles induced diseases</li> <li>- Asbestosis and silicosis</li> <li>- Health impact caused by ozone, NOx and other pollutants</li> <li>- Toxicity of (engineered) nanomaterials</li> <li>- Personal protection equipment</li> <li>- Air pollutants: particle matter, gases and bioaerosols</li> </ul>
Literatur	Lists of suitable books and papers will be provided in the lecture.
Voraussetzungen / Besonderes	strongly recommended: 102-0635-01L Luftreinigung (Air Pollution Control) or similar

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► WM: Ecological Systems Design

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Umwelttechnologien" und "Wasserwirtschaft".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende	
102-0348-00L	<b>Prospective Environmental Assessments</b> <i>Prerequisite for this lecture is basic knowledge of environmental assessment tools, such as material flow analysis, risk assessment and life cycle assessment. Students without previous knowledge in these areas need to read according textbooks prior to or at the beginning of the lecture.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Hellweg, N. Heeren, A. Spörri</b>	
Kurzbeschreibung	This lecture deals with prospective assessments of emerging technologies as well as with the assessment of long-term environmental impact caused by today's activities.					
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understanding prospective environmental assessments, including scenario analysis techniques, prospective emission models, dynamic MFA and LCA.</li> <li>- Ability to properly plan and conduct prospective environmental assessment studies, for example on emerging technologies or on technical processes that cause long-term environmental impacts.</li> <li>- Being aware of the uncertainties involved in prospective studies.</li> <li>- Getting to know measures to prevent long-term emissions or impact in case studies</li> <li>- Knowing the arguments in favor and against a temporally differentiated weighting of environmental impacts (discounting)</li> </ul>					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scenario analysis</li> <li>- Dynamic material flow analysis</li> <li>- Temporal differentiation in LCA</li> <li>- Systems dynamics tools</li> <li>- Agent based models</li> <li>- Assessment of future and present environmental impact</li> <li>- Case studies</li> </ul>					
Skript	Lecture slides and further documents will be made available on Moodle.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft			
		Verfahren und Technologien	gefördert			
	Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
			Entscheidungsfindung	geprüft		
			Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft			
		Projektmanagement	gefördert			
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft			
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft			
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert			
		Kreatives Denken	geprüft			
		Kritisches Denken	geprüft			

## ►► WM: Flow and Transport

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0269-00L	River Morphodynamic Modelling	W	3 KP	2G	D. F. Vetsch, F. Caponi, S. Frei, D. Vanzo
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of river morphodynamic modelling, relevant for civil and environmental engineers. The governing equations for sediment transport modelling in open channels and corresponding numerical solution strategies are introduced. Differences and capabilities of one- and two-dimensional approaches are presented. The theoretical parts are discussed by examples.				
Lernziel	The goal of the course is twofold. First, the students develop a throughout understanding of the basics of river morphodynamic processes. Second, they get familiar with numerical tools for the simulations in one- and two-dimensions of morphodynamics.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of river morphodynamic modelling (Exner equation, bed-load, suspended-load, closure relationships)</li> <li>- aggradation and degradation processes</li> <li>- differences between 1D and 2D approaches</li> <li>- river bars: characterization and prediction</li> <li>- non-uniform sediment morphodynamics: the Hirano model</li> <li>- short and long term response of gravel bed rivers to change in sediment supply</li> <li>- vegetation and morphodynamics interaction</li> </ul>				
Skript	Lecture notes, slides, and further educational material (scripts, videos, software, quiz) are provided in the Moodle page of the course.				
Literatur	Relevant literature will be given during lectures or provided in the Moodle page of the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Exercises are based on the simulation software BASEMENT ( <a href="http://www.basement.ethz.ch">www.basement.ethz.ch</a> ), the open-source GIS Qgis ( <a href="http://www.qgis.org">www.qgis.org</a> ) and code examples written in MATLAB and Python. The applications comprise one- and two-dimensional approaches for the modelling of flow and sediment transport.				
Kompetenzen	Requirements: Numerical Hydraulics, River Engineering, MATLAB and/or Python programming skills would be an advantage.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► WM: Groundwater

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0448-00L	Groundwater II	W	6 KP	4G	J. Jimenez-Martinez, I. Lunati
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.				
Lernziel	The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.				
	the student should be able to				
	a) formulate practical flow and contaminant transport problems.				
	b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.				
	c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.				
	d) assess simple multiphase flow problems.				
	e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.				
	f) assess simple coupled reactive transport problems.				
Inhalt	Introduction and basic flow and contaminant transport equation.				
	Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.				
	Numerical solution to the flow equation using the finite element equation				
	Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.				
	Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.				
	Two-phase flow and Unsaturated flow problems.				
	Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.				
	Reactive transport modelling.				
Skript	Handouts				

Literatur	- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science & Technology Books, 448 p., 2002 - J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010 - Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor & Francis, 2005 - Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003 - Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.
Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.

<b>701-1240-00L</b>	<b>Modelling Environmental Pollutants</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Scheringer, C. Bogdal</b>
Kurzbeschreibung	Modeling the emissions, transport, partitioning and transformation/degradation of chemical contaminants in air, water and soil.				
Lernziel	This course is intended for students who are interested in the environmental fate and transport of volatile and semi-volatile organic chemicals and exposure to pollutants in environmental media including air, water, soil and biota. The course focuses on the theory and application of mass-balance models of environmental pollutants. These models are quantitative tools for describing, understanding, and predicting the way pollutants interact with the environment. Important topics include thermodynamic and kinetic descriptions of chemical behavior in environmental systems; mechanisms of chemical degradation in air and other media; novel approaches to modeling chemical fate in a variety of environments, including lakes and rivers, generic regions, and at the global scale, and application of mass balance modeling principles to describe bioaccumulation of pollutants by fish and mammals.				
Inhalt	Application of mass balance principles to chemicals in a system of coupled environmental media. Measurement and estimation of physico-chemical properties that determine the environmental behavior of chemicals. Thermodynamic and kinetic controls on the behavior of pollutants. Modeling environmental persistence, bioaccumulation and long-range transport potential of chemicals, including a review of available empirical data on various degradation processes. Current issues in multimedia contaminant fate modeling and a case study of the student's choice.				
Skript	Material to support the lectures will be distributed during the course.				
Literatur	There is no required text. The following texts are useful for background reading and additional information. D. Mackay. Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach, 2nd Ed. 2001. CRC Press. R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 2nd Ed. 2003, John Wiley & Sons. M. Scheringer. Persistence and spatial range of environmental chemicals: New ethical and scientific concepts for risk assessment. 2002. Wiley-VCH.				

### ►► WM: Hydraulic Engineering

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Ressourcenmanagement", "Siedlungswasserwirtschaft", "Umwelttechnologien" und "Wasserwirtschaft".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0278-00L</b>	<b>Flood Protection</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Boes, J. Eberli</b>
Kurzbeschreibung	Konzepte und bauliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden sowie erfolversprechende Methoden zur Umsetzung einer ganzheitlichen Planung in der Praxis.				
Lernziel	Kennenlernen der Prozesse, die zu Hochwasserschäden führen, der verschiedenen Konzepte und baulichen Massnahmen, mit denen sie verhindert bzw. vermindert werden können sowie erfolversprechende Methoden zur Umsetzung der Planung in der Praxis. Integrales Risikomanagement.				
Inhalt	Erläuterung der massgebenden Prozesse: Überflutung, Auflandung, Übersarung, Seiten- und Tiefenerosion, Murgänge. Konzept der differenzierten Schutzziele für verschiedene Landnutzungen (von Naturland bis Industriegebiet). Grundsätzliche Möglichkeiten des Hochwasserschutzes. Raumplanung auf der Basis von Gefahrenzonen. Klassische Massnahmen gegen Hochwasserschäden an Beispielen (Kapazitätserhöhung, Entlastungsbauwerke, Rückhaltbecken, Flutmulden, Polder). Objektschutz als weiterführende Massnahme. Unterhalt. Betrachtung des Überlastfalls, Notfallmassnahmen. Schadenbestimmung und Risikoabschätzung. Umgang mit dem verbleibenden Risiko. Zielkonflikte bei der Umsetzung der Massnahmen. Angepasste Vorgehensweise. Umgang mit Schwemmh Holz. Oberflächenabfluss. Projektbeispiele in der Schweiz. Bearbeiten von Fallstudien in der Gruppe. Exkursion.				
Skript	Hochwasserschutz-Skript				
Literatur	Richtlinien und Wegleitungen der zuständigen Schweizer Bundesämter (insbesondere Bundesamt für Umwelt, BAFU)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ►► WM: Landscape

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement", "Siedlungswasserwirtschaft" und "Umwelttechnologien".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0617-01L</b>	<b>Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Hajnsek, O. Frey, L. Huang</b>
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to get an overview of several methodologies/algorithms for analysis of different sensor specific information products. It is focused at students that like to deepen their knowledge and understanding of remote sensing for environmental applications.				



Lernziel	The course is divided into two main parts, starting with a brief introduction to remote sensing imaging (4 lectures), and is followed by an introduction to different methodologies (8 lectures) for the quantitative estimation of bio-/geo-physical parameters. The main idea is to deepen the knowledge in remote sensing tools in order to be able to understand the information products, with respect to quality and accuracy.		
Inhalt	Each lecture will be composed of two parts: Theory: During the first hour, we go through the main concepts needed to understand the specific algorithm. Practice: During the second hour, the student will test/develop the actual algorithm over some real datasets using Matlab. The student will not be asked to write all the code from scratch (especially during the first lectures), but we will provide some script with missing parts or pseudo-code. However, in the later lectures the student is supposed to build up some working libraries.		
Skript	Handouts for each topic will be provided.		
Literatur	Suggested readings: T. M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Verlag, 2008 J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2000		
Voraussetzungen / Besonderes	At the end of the course (last course day) there will be a written exam.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► WM: Process Engineering in Urban Water Management

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement" und "Wasserwirtschaft".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0217-01L</b>	<b>Process Engineering Ib ■</b> <i>Prerequisite: 102-0217-00L Process Engineering Ia (given in HS).</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Morgenroth</b>
Kurzbeschreibung	The purpose of this course is to build on the fundamental understanding of biological processes and wastewater treatment applications that were studied in Process Engineering Ia. Case studies that are jointly discussed in class and student led projects allow you to advance the understanding and critical analysis of biological treatment processes.				
Lernziel	Students should be able to evaluate existing wastewater treatment plants and future designs using basic process understanding, mathematical modeling tools, and knowledge obtained from the current literature. The students shall be capable to apply and recognize the limits of the kinetic models which have been developed to simulate these systems.				
Inhalt	Advanced modeling of activated sludge systems Nitrification, denitrification, and biological P elimination Enrichment in mixed culture systems using, e.g., selectors Biofilm kinetics and application to full scale plants Critical review of treatment processes				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite: 102-0217-00 Process Engineering Ia (held in HS).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt Verhandlung			geprüft gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert geprüft gefördert
<b>102-0218-00L</b>	<b>Process Engineering II (Physical-Chemical Processes) W</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>K. M. Udert</b>
Kurzbeschreibung	Description and design of physical, chemical and biological processes and process combinations in drinking water and wastewater treatment.				
Lernziel	Understanding of critical water quality parameters in water resources and wastewater and process engineering knowledge for the removal of drinking water and environmental hazards. The aims of the lecture are basic understanding of mainly physico-chemical water treatment processes, design and modeling tools of single processes and process combinations.				
Inhalt	The following processes and process combination will be discussed in detail: Gas transfer Particle characterization Sedimentation Flocculation Filtration Membrane processes Precipitation processes Chemical oxidation and disinfection Ion exchange Activated carbon adsorption Process combinations wastewater Process combinations potable water				
Literatur	M&E: Tchobanoglous, G., Stensel, H.D., Tsuchihashi, R. and Burton, F.L., 2013. Wastewater engineering: treatment and resource recovery. 5th edition. Volume 1 & 2. New York, McGraw-Hill. MWH: Crittenden, J.C., Trussel, R.R., Hand, D.W., Howe, K., Tchobanoglous, G., 2012. MWH's water treatment principles and design, 3rd edition. ed. Wiley, Hoboken, N.J.				

Voraussetzungen / Pre-condition: Lecture Process Engineering Ia  
Besonderes

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► WM: Remote Sensing and Earth Observation

Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement", "Siedlungswasserwirtschaft", "Umwelttechnologien" und "Wasserwirtschaft".

Hinweis: Studierende, die ebenfalls das Modul "Remote Sensing and Earth Observation" wählen, müssen als Ersatzfach für 102-0617-01L Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data im Modul "Landscape" eines aus der folgenden Liste belegen:

-701-1241-00L Atmospheric Remote Sensing (HS, 3 KP)

-701-1232-00L Radiation and Climate Change (FS, 3 KP)

-701-1644-00L Mountain Forest Hydrology (HS, 5KP).

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0617-01L	Methodologies for Image Processing of Remote Sensing Data	W	3 KP	2G	I. Hajsek, O. Frey, L. Huang
Kurzbeschreibung	The aim of this course is to get an overview of several methodologies/algorithms for analysis of different sensor specific information products. It is focused at students that like to deepen their knowledge and understanding of remote sensing for environmental applications.				
Lernziel	The course is divided into two main parts, starting with a brief introduction to remote sensing imaging (4 lectures), and is followed by an introduction to different methodologies (8 lectures) for the quantitative estimation of bio-/geo-physical parameters. The main idea is to deepen the knowledge in remote sensing tools in order to be able to understand the information products, with respect to quality and accuracy.				
Inhalt	Each lecture will be composed of two parts: Theory: During the first hour, we go through the main concepts needed to understand the specific algorithm. Practice: During the second hour, the student will test/develop the actual algorithm over some real datasets using Matlab. The student will not be asked to write all the code from scratch (especially during the first lectures), but we will provide some script with missing parts or pseudo-code. However, in the later lectures the student is supposed to build up some working libraries.				
Skript	Handouts for each topic will be provided.				
Literatur	Suggested readings: T. M. Lillesand, R.W. Kiefer, J.W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Verlag, 2008 J. R. Jensen, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	At the end of the course (last course day) there will be a written exam.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

## ►► WM: River Systems

Wählbares Modul für die Vertiefungen "Ressourcenmanagement", "Siedlungswasserwirtschaft", "Umwelttechnologien" und "Wasserwirtschaft".

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0259-00L	River Restoration ■	W	3 KP	3G	V. Weitbrecht, S. Knecht-Hipp, M. Mende, J. van der Meer, C. Weber
Kurzbeschreibung	Based on enhanced understanding of river morphodynamics and the ecosystem of riverscapes, the course introduces different river engineering techniques. It copes with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection...) towards riverscapes in modern society.				
Lernziel	The students work on a project study with the goal of restoring a given river section. During this course, the students learn how to - describe the most important relations in river morphodynamics and their impact on the ecosystem of riverscapes - elaborate solutions within river restoration, dealing with the different societal expectations towards riverscapes. - deal with personal, social and technical obstacles in the planning of a river restoration project.				
Inhalt	River restoration aims to reestablish near natural processes in riverscapes to increase habitat quality and biodiversity. Based on enhanced understanding of river morphodynamics, the course introduces different engineering techniques with focus on sediment transport processes and flood protection. In addition, the course aims to cope with the different expectations (space for agriculture, water for energy production, flood protection, nature protection...) towards riverscapes in modern society.  During the semester, the students work on a project study with the goal of restoring a river section with a certain focus topic. It follows a student-centered approach, with field trips, a role play and interactive coaching sessions together with river restoration experts from engineering practice.				
Skript	No lecture notes				
Literatur	Literature recommendations are given during the semester				
Voraussetzungen / Besonderes	Highly recommended as a technical preparation: River Engineering (Course 101-0258-00L, Autumn Semester)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

## ►► WM: Soil

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement", "Siedlungswasserwirtschaft", "Umwelttechnologien" und "Wasserwirtschaft".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0314-10L	<b>Soil Mechanics (for Environmental Engineers)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Anastasopoulos</b> , R. Herzog, A. Marin
Kurzbeschreibung	Fundamentals of soil mechanics: soil classification, influence of groundwater, stresses and deformations, shear strength of soil, slope stability analysis				
Lernziel	Fundamentals in soil mechanics and geotechnics will be presented focusing on: soil as a multi-phase hydro-mechanical system, essential parameters for classification and description of soil, influence of water on the soil behaviour, stress-strain response and shear-strength of soil				
Inhalt	Introduction and basic terms; soil classification ; influence of groundwater, water pressure on structures, hydraulic heave (piping), water flow and erosion; stresses, concept of effective stresses, influence of stress history and stress distribution; deformation, stress-strain relationship, 1D consolidation theory (time dependency of deformations); shear-strength, failure criteria and shear-strength parameters; slope stability, infinite slope limit equilibrium methods				
Skript	Examples Exercises				
Literatur	Lang, H.-J.; Huder, J.; Amann, P.; Puzrin, A.M.: Bodenmechanik und Grundbau, Springer-Lehrbuch, 9. Auflage, 2010 Knappett, J.; Craig, R.F.: Craig's Soil Mechanics, CRC Press, 9. Edition, 2019				
Voraussetzungen / Besonderes	Notice: Live lectures and exercises are held in German only (course «Bodenmechanik - 101-0314-00L» for BSc. civil engineering). English recordings of the lectures and exercises are provided on lecture/exercise days. The course offers laboratory exercises and Moodle quizzes in English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
Kritisches Denken		geprüft			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			

## ►► WM: Systems Analysis in Urban Water Management

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement" und "Wasserwirtschaft".*

*Das Modul wird im Herbstsemester angeboten.*

## ►► WM: Waste Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0338-01L	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt</b> , R. Warthmann, M. Wiprächtiger
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				

Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.
Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects
Skript	Handouts Exercises based on literature
Literatur	Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.  More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> )
Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature

## ►► WM: Water Infrastructure Planning and Stormwater Management

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Fluss- und Wasserbau", "Ressourcenmanagement", "Umweltechnologien" und "Wasserwirtschaft".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0248-00L	<b>Infrastructure Systems in Urban Water Management</b> <i>Prerequisites: 102-0214-02L Urban Water Management I and 102-0215-00L Urban Water Management II.</i>	W	3 KP	2G	J. P. Leitão Correia , M. Maurer, A. Scheidegger
Kurzbeschreibung	An increasing demand for infrastructure management skills can be observed in the environmental engineering practice. This course gives an introductory overview of infrastructure management skills needed for urban water infrastructures, with a specific focus on performance, risk and engineering economics analyses.				
Lernziel	After successfully finishing the course, the participants will have the following skills and knowledge: - Know the key principles of infrastructure management - Know the basics of performance and risk assessment - Can perform basic engineering economic analysis - Know how to quantify the future rehabilitation needs				
Inhalt	The nationwide coverage of water distribution and wastewater treatment is one of the major public works achievements in Switzerland and other countries. Annually and per person, 135,000 L of drinking water is produced and distributed and over 535,000 L of stormwater and wastewater is drained. These impressive services are done with a pipe network with a length of almost 200,000 km and a total replacement value of 30,000 CHF per capita.  Water services in Switzerland are moving from a phase of new constructions into one of maintenance and optimization. The aim today must be to ensure that existing infrastructure is professionally maintained, to reduce costs, and to ensure the implementation of modern, improved technologies and approaches. These challenging tasks call for sound expertise and professional management.  This course gives an introduction into basic principles of water infrastructure management. The focus is primarily on Switzerland, but most methods and conclusions are valid for many other countries.				
Skript	A script to support the lectures will be available for download from the Moodle course page.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

## ►► WM: Water Resources Management

*Wählbares Modul für die Vertiefungen "Siedlungswasserwirtschaft" und "Umweltechnologien".*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0488-00L	<b>Water Resources Management</b>	W	3 KP	2G	P. Burlando
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				

Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.
Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.

### ► Fach- und Computerlabor

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0528-01L	<b>Experimental and Computer Laboratory (Year Course)</b>	O	10 KP	2P	D. Braun, A. Costa, F. Evers, J. Jimenez-Martinez, S. Li, M. Maurer, J. Wang, Z. Wang, M. Willmann
Kurzbeschreibung	In the Experimental and Computer Laboratory students are introduced to research and good scientific practice. Experiments are conducted in different disciplines of environmental engineering. Data collected during experiments are compared to the corresponding numeric simulations. The results are documented in reports or presentations.				
Lernziel	The student will learn the following skills: basic scientific work, planning and conducting scientific experiments, uncertainty estimations of measurements, applied numerical simulations, modern sensor technology, writing reports.				
Inhalt	The Experimental and Computer Laboratory is building on courses in the corresponding modules. Material from these courses is a prerequisite or co-requisite (as specified below) for participating in the Experimental and Computer Laboratory (MODULE: Project in the Experimental and Computer Laboratory): - WatInfra: Water Network Management - UWM: SysUWM + ProcUWM: Operation of Lab-WWTP - AIR: Air Quality Measurements - WasteBio: Anaerobic Digestion - WasteRec: Plastic Recycling - ESD: Environmental Assessment - GROUND: Groundwater Field Course Kappelen - WRM: Modelling Optimal Water Allocation - FLOW: 1D Open Channel Flow Modelling - LAND: Landscape Planning and Environmental Systems - RIVER: Discharge Measurements - HydEngr: Hydraulic Experiments - RemSens: Earth Observation and Landscape Planning - SOIL: Soil and Environmental Measurements Lab				
Skript	Written material will be available.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### ► Wahlfächer

*Den Studierenden steht das gesamte Lehrangebot der ETHZ und der Universität Zürich zur individuellen Auswahl offen.*

### ►► Wahlfächer Studiengang

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
102-0186-00L	<b>CAD für Umweltingenieurwissenschaften</b>	W	2 KP	1G	M. Miani
Kurzbeschreibung	Einführung in das computergestützte Konstruieren in 2D (3D).				
Lernziel	Nach Abschluss des Kurses können die Absolventen eine 2D-Konstruktion erstellen (Zonenplan, Siedlungsentwässerung, GEP) und sie kennen das Prinzip des digitalen Geländemoduls. Weiter haben sie ein Einblick in die verschiedenen Planungsabläufen der Bauingenieure und die Zusammenarbeit mit Bauzeichner/Bauingenieur. Die Absolventen können einen Plan lesen und kennen die verschiedenen Planelemente.				

Inhalt	<p>Basis 2D</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Befehle wie Linien, Kreise, Bemassung, Beschriftung</li> <li>- Optionseinstellungen</li> <li>- Oberflächeneinstellungen</li> <li>- Bauwerkstruktur</li> <li>- Layer</li> <li>- Import</li> </ul> <p>CH-Planungspaket</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonenplan erstellen</li> <li>- Beschriftungsbilder einsetzen</li> <li>- Objektmanager</li> <li>- GEP Plan erstellen</li> </ul> <p>Kanalisation Add-On</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsentwässerungsplan erstellen</li> <li>- Plan lesen (Kanalisation)</li> </ul> <p>Digitales Geländemodell</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auftrag</li> <li>- Abtrag</li> <li>- Planvorbereitung (DGM zu Plan)</li> </ul> <p>-Übergreifendes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verschiedene Disziplinen (Tief-, Hoch-, konstruktiver Tief- und Kunstbau)</li> <li>- Plan lesen (verschiedenen Planungselemente)</li> <li>- Spezialschächte und deren Funktionen</li> <li>- Planungsablauf (von Variantenstudie bis PaW, Detailierungsgrad)</li> <li>- Interner Planungsablauf (Bauingenieur - Bauzeichner - Bauingenieur)</li> </ul> <p>Je nach Zeit: 3D-Modellieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bool'sche Operatoren</li> <li>- Modellieren</li> <li>- Modell als 3D-Makro speichern</li> <li>- Architekturelemente (Bsp. Rückhaltebecken)</li> </ul>
Skript	Introduction into computerradded construction 2D (3D).

<b>102-1248-00L</b>	<b>Experimental Microfluidics: A Short Course</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2G</b>	<b>E. Secchi, G. G. Dsouza, S. Stavrakis, G. S. Ugolini</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the basics of microfluidic technology and samples a range of applications in microbiology and chemistry, all through hands-on experience and live demos.				
Lernziel	Familiarization with the basics of microfluidics and with some applications of this technology in microbiology and chemistry.				
Inhalt	Physics of fluid transport at small scales, microfluidic devices design and fabrication concepts, examples of microfluidics studies of chemistry, optofluidic, microbial growth, motility, chemotaxis and interactions among microbes. Practical set-up of a typical microfluidic experiment, flow visualization, image acquisition and analysis. The course takes place in the week of June 17-21, 2024. The mornings are dedicated to in-class lectures, while the afternoons (Mon to Thu) are dedicated to hands-on experience, live demos and a group activity.				
Skript	Script and papers shared by the instructors.				
Literatur	Introduction to Microfluidics, Patrick Tabeling, Oxford University Press, 2005				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Wahlfächer ETH Zürich

*Auswahl aus sämtlichen Lehrveranstaltungen der ETH Zürich*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0010-01L</b>	<b>Master's Thesis</b>	<b>W</b>	<b>30 KP</b>	<b>64D</b>	Betreuer/innen
	<i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer:</i>				
	<i>a. das Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen hat;</i>				
	<i>b. allfällige Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang erfüllt hat.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Master-Studiums. Sie ist in einer der gewählten Vertiefungen zu verfassen und dauert 28 Wochen. Sie steht unter der Leitung eines Professors/einer Professorin und soll die Fähigkeiten des/der Studierenden, selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten, unter Beweis stellen.				
Lernziel	Selbständig, strukturiert und wissenschaftlich zu arbeiten.				
Inhalt	Themen und Aufgabenstellungen werden von den Professoren/Professorinnen ausgeschrieben. Ein Thema kann auch aufgrund einer Absprache zwischen dem/der Studierenden und dem Professor/der Professorin festgelegt werden.				

### ► Wissenschaft im Kontext

## ► Auflagen-Lerneinheiten

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0203-AAL	<b>Hydraulics I</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	5 KP	11R	R. Stocker
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Hydromechanik, die für Bauingenieure und Umweltingenieure relevant sind.				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen der Hydromechanik der stationären Strömungen				
Inhalt	Eigenschaften des Wassers, Hydrostatik, Kontinuität, Eulersche Bewegungsgleichungen, Navier-Stokes Gleichungen, Ähnlichkeitsgesetze, Bernoulli'sches Prinzip, Impulssatz für endliche Volumina, ideale Fluide - reale Fluide, Grenzschicht, Rohrhydraulik, Gerinnehydraulik, Strömungsmessung, Vorführung von Versuchen in der Vorlesung				
Skript	Skript und Aufgabensammlung vorhanden				
Literatur	Bollrich, Technische Hydromechanik 1, Verlag Bauwesen, Berlin				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
102-0214-AAL	<b>Introduction to Urban Water Management</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>	E-	6 KP	13R	E. Morgenroth, M. Maurer
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to urban water management (water supply, urban drainage, wastewater treatment, sewage sludge treatment). Introduction to Urban Water Management is a self-study course.				
Lernziel	This course provides an introduction and an overview over the topics of urban water management (water supply, urban drainage, wastewater treatment, sewage sludge treatment). It supports the understanding of the interactions of the relevant technical and natural systems. Simple design models are introduced.				
Inhalt	Overview over the field of urban water management. Introduction into systems analysis. Characterization of water and water quality. Requirement of drinking water, production of wastewater and pollutants. Production and supply of drinking water. Urban drainage, treatment of combined sewer overflow. Wastewater treatment, nutrient elimination, sludge handling. Planning of urban water infrastructure.				
Skript	For more information about provided material, have a look at: <a href="http://www.sww.ifu.ethz.ch/education/lectures/introduction-to-urban-water-management.html">http://www.sww.ifu.ethz.ch/education/lectures/introduction-to-urban-water-management.html</a>				
Literatur	In this self-study course the students must work through and understand selected sections from the following book:  Viessman, W., Hammer, M.J. and Perez, E.M. (2009) Water supply and pollution control, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.  Students must understand and be able to discuss the required reading in a 30 min oral exam. The required reading includes the following:  - Read and know by heart: All chapters in Viessman et al (2009) except those listed below. - Read and have basic overview but no detailed knowledge: Chapters 11.15 - 11.30, 14.15 - 14.24 - Not part of the required reading: Chapters 2, 3.1 - 3.9, 3.12, 3.13, 3.19, 3.20, 4.5, 4.6, 12.23 - 12.26, 12.31, 12.32, and 12.34.  This required reading and studying should correspond roughly the time invested in the course "Siedlungswasserwirtschaft GZ". Students are welcome to ask the assistants ( <a href="http://www.sww.ifu.ethz.ch/group/teaching-assistants.html">http://www.sww.ifu.ethz.ch/group/teaching-assistants.html</a> ) for help with questions they have regarding the reading.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some students joining the MSc program in Environmental Engineering at ETH Zürich have to take additional courses from our BSc program. The decision of what courses to take is done at the time of admission at ETH.  The course on "Introduction to Urban Water Management" is offered at ETH Zürich only in German. Students who can speak and understand German must take the course (Siedlungswasserwirtschaft GZ) and get a passing grade. For students that do not have sufficient German language skills there is a self-study course and they have to take an oral exam.  This course is required for further in depth courses in urban water management.  Prerequisite: Hydraulics I and Hydrology				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>102-0324-AAL</b>	<b>Ecological Systems Analysis</b>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>S. Hellweg</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen verschiedener Umweltanalyseinstrumente und befähigt zur Anwendung dieser Instrumente, um einfache Fragestellungen im Umweltbereich zu bearbeiten.				
Lernziel	Die Studierende kennen nach Belegung der Lehrveranstaltung grundlegende Umweltanalyseinstrumente wie Stoffflussanalyse, Risikoanalyse und Ökobilanz und können existierende Studien kritisch einschätzen. Bei Konfrontation mit einem Umweltproblem können Sie das geeignete Instrument identifizieren und anwenden.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material flow analysis</li> <li>- Life cycle assessment</li> <li>- Risk assessment</li> <li>- Case studies</li> </ul>				
Literatur	Literature to be studied is indicated on <a href="http://www.ifu.ethz.ch/ESD/education/bachelor/OeSA/index_EN">http://www.ifu.ethz.ch/ESD/education/bachelor/OeSA/index_EN</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Self-study course.				
<b>102-0325-AAL</b>	<b>Waste Management</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>C. Leitzinger</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Erlangung der Fähigkeit, die Probleme der Entsorgung zu erkennen und sie bereits bei der Erzeugung von Produkten und der Versorgung entsprechend lösen zu helfen. Erfassen und verstehen der verschiedenen verfahrenstechnischen Prozesse, welche bei der Abfallbehandlung zur Anwendung gelangen.				
Lernziel	In dem Fach "Abfalltechnik" werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellieren Konzeptentwicklung, Messmethoden und Datenanalyse & Interpretation gelehrt. Die Kompetenzen Prozessverständnis und Systemverständnis werden zusätzlich angewandt und geprüft. Konzeptentwicklung wird ebenfalls geprüft.				
Inhalt	<p>Die Lernveranstaltung gibt einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Abfallarten mit möglichen Behandlungswegen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Art der Abfälle als Folge der geschichtlichen Entwicklung des Menschen</li> <li>*Definition der verschiedenen Abfälle (Entstehungsart, Menge, Energieinhalt, Zusammensetzung)</li> <li>*Diversen Möglichkeiten und Prozesse zum Wertstoffrecycling</li> <li>*Thermischer Restmüllverwertung (Strom-/Fernwärmegewinnung) inklusive Rauchgasreinigung und weitergehender Verbrennungsrückstandsbehandlung mit der damit zusammenhängenden Deponieproblematik</li> <li>*Spezialgebiete: Biologische Abfallbehandlung (Kompostierung, Vergärung), Sonderabfall- und Klärschlammbehandlung</li> <li>*Wirtschaftliche Aspekte</li> </ul>				
Skript	Waste Management, Edition 2020 Martin F. Lemann, C. Leitzinger, L.S. Morf				
	ISBN 978-3-9525297-0-6				
Literatur	siehe Literaturverzeichnis im Skript				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen der Chemie sollten bekannt sein				
<b>102-0455-AAL</b>	<b>Groundwater I</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, M. Willmann</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	The course provides a quantitative introduction to groundwater flow and contaminant transport.				
Lernziel	Understanding of the basic concepts on groundwater flow and contaminant transport processes. Formulation and solving of practical problems.				
Inhalt	Properties of porous and fractured media, Darcy's law, flow equation, stream functions, interpretation of pumping tests, transport processes, transport equation, analytical solutions for transport, numerical methods: finite differences method, aquifers remediation, case studies.				
Literatur	<p>J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979  K. de Ridder, Untersuchung und Anwendung von Pumpversuchen, Verl. R. Müller, Köln, 1970  P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson &amp; Sons, New York, 1990  R.A. Freeze, J.A. Cherry, Groundwater, Prentice-Hall, New Jersey, 1979  W. Kinzelbach, R. Rausch, Grundwassermodellierung, Gebrüder Bornträger, Stuttgart, 1995</p>				
<b>102-0635-AAL</b>	<b>Air Pollution Control</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>13R</b>	<b>J. Wang</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				



Kurzbeschreibung	The lecture provides an introduction to the formation of air pollutants by technical processes, the emission of these chemicals into the atmosphere and the impact on air quality. Theoretical description and modeling of these processes, air quality measurement techniques and pollution control techniques are covered.
Lernziel	The students gain general knowledge of the factors resulting in air pollution and the techniques used for air pollution control. The students can identify major air pollution sources and understand the methods for measurement, data collection and analysis. The students can evaluate possible control methods and equipment, design a control system and estimate the efficiency and cost.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- the physical and chemical processes leading to emission of pollutants</li> <li>- air quality analysis</li> <li>- the meteorological parameters influencing air pollution dispersion</li> <li>- deterministic and stochastic models, describing the air pollution dispersion</li> <li>- measurement concepts to observe ambient air pollution</li> <li>- removal of gaseous pollutants by absorption and adsorption</li> <li>- control of NO<sub>x</sub> and SO<sub>x</sub></li> <li>- fundamentals of particulate control</li> <li>- design and application of wet scrubbers</li> </ul>
Literatur	Text book Air Pollution Control Technology Handbook, Karl B. Schnelle, Jr. and Charles A. Brown, CRC Press LLC, 2001.
Voraussetzungen / Besonderes	College lectures on basic physics, chemistry and mathematics.

<b>252-0846-AAL</b>	<b>Computer Science II</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>C. Cotrini Jimenez, M. Fischer</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course provides the foundations of programming and working with data. Computer Science II particularly stresses code efficiency and provides the basis for understanding, design, and analysis of algorithms and data structures. In terms of working with data, foundations required for understanding experimental data and notation and basic concepts for machine learning are covered.				
Lernziel	Based on the knowledge covered by the lecture Computer Science I, the primary educational objective of this course is the constructive knowledge of data structures and algorithms. After successfully attending the course, students have a good command of the mechanisms to construct a program in Python and to work with multidimensional data using Python libraries. Students particularly understand how an algorithmic problem can be solved with a sufficiently efficient computer program. Secondary educational objectives are formal thinking, the power of abstraction, and appropriate modeling capabilities.				
Inhalt	Introduction of Python: from Java to Python, advanced concepts and built-in data structures in Python; parsing data, operating on data using Numpy and visualization using Matplotlib; linear regression, classification and (k-means) clustering, mathematical tools for the analysis of algorithms (asymptotic function growth, recurrence equations, recurrence trees), classical algorithmic problems (searching, selection and sorting), design paradigms for the development of algorithms (divide-and-conquer and dynamic programming), data structures for different purposes (linked lists, trees, heaps, hash-tables). The relationship and tight coupling between algorithms and data structures is illustrated with graph algorithms (traversals, topological sort, closure, shortest paths).				
	In general, the concepts provided in the course are motivated and illustrated with practically relevant algorithms and applications. Exercises are carried out in Code-Expert, an online IDE and exercise management system. Programming language used in this course is Python.				
Skript	The slides will be available for download on the course home page.				
Literatur	T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, 3rd ed., MIT Press, 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Preliminaries: course 252-0845 Computer Science or equivalent knowledge in programming.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>529-2001-AAL</b>	<b>Chemistry I and II</b>	<b>E-</b>	<b>9 KP</b>	<b>19R</b>	<b>J. Cvengros</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	General Chemistry I and II: Chemical bond and molecular structure, chemical thermodynamics, chemical equilibrium, kinetics, acids and bases, electrochemistry				
Lernziel	Introduction to general and inorganic chemistry. Basics of the composition and the change of the material world. Introduction to the thermodynamically controlled physico-chemical processes. Macroscopic phenomena and their explanation through atomic and molecular properties. Using the theories to solve qualitatively and quantitatively chemical and ecologically relevant problems.				

Inhalt	1. Stoichiometry 2. Atoms and Elements (Quantum Mechanical Model of the Atom) 3. Chemical Bonding 4. Thermodynamics 5. Chemical Kinetics 6. Chemical Equilibrium (Acids and Bases, Solubility Equilibria) 7. Electrochemistry				
Skript	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMISTRY The Central Science, Global Edition, Pearson, 2015.				
Literatur	Mortimer, Müller CHEMIE (deutsch) Housecroft and Constable, CHEMISTRY (englisch) Oxtoby, Gillis, Nachtrieb, MODERN CHEMISTRY (englisch)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>529-2002-AAL</b>	<b>Chemistry II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>J. Cvengros, H. Grützmacher</b>
Kurzbeschreibung	Chemistry II: Redox reactions, chemistry of the elements, introduction to organic chemistry				
Lernziel	General base for understanding of inorganic and organic chemistry.				
Inhalt	1. Redoxreactions 2. Inorganic Chemistry Rules for nomenclature of inorganic compounds. Systematic description of the groups of elements in the periodical system and the most important compounds of these elements. Formation of compounds as a consequence of the electronic structure of the elements. 3. Introduction to organic chemistry Description of the most important classes of compounds and of the functional groups. Principal reactivity of these functional groups. Stereochemistry. Reaction mechanisms: SN1- and SN2-reactions, electrophilic aromatic substitutions, eliminations (E1 and E2), addition reactions (C=C and C=O double bonds). Chemistry of carbonyl and carboxyl groups.				
Skript	C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4rd Edition, Pearson, Harlow (England), 2010 (ISBN 0-131-27567-4), Kap. 18-33				
Literatur	Th.L.Brown, H.E.LeMay, B.E.Bursten; Chemie, 10. Auflage, Pearson Studium, München, 2007 (ISBN 3-8273-7191-0)				
	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, Principles of Modern Chemistry, Fifth Edition, Thomson, London, 2002 (ISBN 0-03-035373-4)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>752-0100-AAL</b>	<b>Biochemistry</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>	<b>C. Frei</b>
Kurzbeschreibung	Basic knowledge of enzymology, in particular the structure, kinetics and chemistry of enzyme-catalysed reaction in vitro and in vivo. Biochemistry of metabolism: Those completing the course are able to describe and understand fundamental cellular metabolic processes.				
Lernziel	In this self-study course, the students will gain solid biochemical knowledge about enzymology, membrane biochemistry, and central metabolism.				
Inhalt	Program  Introduction, basics, composition of cells, biochemical units, Structure and function of proteins Enzymes and enzyme kinetics Carbohydrates Lipids and biological membranes Cellular metabolism: Glycolysis, gluconeogenesis, pentose phosphate pathway, glycogen metabolism, citric acid cycle, electron transport and ATP synthesis				
Skript	Principles of Biochemistry (5th Edition) 5th Edition by Laurence A. Moran (Author), Robert A Horton (Author), Gray Scrimgeour (Author), Marc Perry (Author)				

Literatur	Principles of Biochemistry (5th Edition) 5th Edition by Laurence A. Moran (Author), Robert A Horton (Author), Gray Scrimgeour (Author), Marc Perry (Author)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in biology and chemistry				
<b>752-4001-AAL</b>	<b>Microbiology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>	<b>M. Ackermann</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung der Grundlagen im Fach Mikrobiologie mit Schwerpunkt auf den Themen: Bakterielle Zellbiologie, Molekulare Genetik, Wachstumsphysiologie, Biochemische Diversität, Phylogenie und Taxonomie, Prokaryotische Vielfalt, Interaktion zwischen Menschen und Mikroorganismen sowie Biotechnologie.				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen im Fach Mikrobiologie.				
Inhalt	Der Schwerpunkt liegt auf den Themen: Bakterielle Zellbiologie, Molekulare Genetik, Wachstumsphysiologie, Biochemische Diversität, Phylogenie und Taxonomie, Prokaryotische Vielfalt, Interaktion zwischen Menschen und Mikroorganismen sowie Biotechnologie.				
Skript	Wird von den jeweiligen Dozenten ausgegeben.				
Literatur	Die Behandlung der Themen erfolgt auf der Basis des Lehrbuchs Brock, Biology of Microorganisms				
<b>406-0023-AAL</b>	<b>Physics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>J. Faist</b>
Kurzbeschreibung	Basic topics in classical as well as modern physics, interplay between basic research and applications.				
Lernziel	Der Physikunterricht will die Grundgesetze der Physik verständlich machen, den Zusammenhang zwischen Grundlagenforschung und Anwendungen aufzeigen, das selbständige Denken im naturwissenschaftlich-technischen Bereich fördern und darüber hinaus etwas von der Faszination der klassischen und modernen Physik vermitteln. Dieses Ziel soll durch Vorlesungen mit Demonstrationsexperimenten und Übungen erreicht werden.				
Inhalt	Electrodynamics, Thermodynamics, Quantum physics, Waves and Oscillations, special relativity				
Literatur	P.A. Tipler and G. Mosca, Physics for scientists and engineers, W.H. Freeman and Company, New York				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>M. Kalisch</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.				
Lernziel	The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are: - Introduction to probability - Common distributions - Binomialtest - z-Test, t-Test - Regression				

Inhalt	From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]				
	From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation				
Literatur	"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a>  "Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a>				
<b>406-0141-AAL</b>	<b>Linear Algebra</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>M. Akka Ginosar</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to Linear Algebra and Numerical Analysis for Engineers. The contents of the course are covered in the book "Introduction to Linear Algebra" by Gilbert Strang (SIAM, 2003). MATLAB is used as a tool to formulate and implement numerical algorithms.				
Lernziel	To acquire basic knowledge of Linear Algebra and of a few fundamental numerical techniques. The course is meant to hone analytic and algorithmic skills.				
Inhalt	1. Vectors and vector spaces 2. Solving linear systems of equations (Gaussian elimination) 3. Orthogonality 4. Determinants 5. Eigenvalues and eigenvectors 6. Linear transformations 7. Numerical linear algebra in MATLAB 8. (Piecewise) polynomial interpolation 9. Splines				
Literatur	G. Strang, "Introduction to linear algebra", Third edition, 2003, ISBN 0-9614088-9-8, <a href="http://math.mit.edu/linearalgebra/">http://math.mit.edu/linearalgebra/</a>  T. Sauer. "Numerical analysis", Addison-Wesley 2006				
<b>406-0242-AAL</b>	<b>Analysis II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>M. Akveld, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Mathematical tools of an engineer				
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems, mathematical formulation of problems in science and engineering. Basic mathematical knowledge of an engineer				
Inhalt	Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics.				
Literatur	- James Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole - William L. Briggs / Lyle Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education (Chapters 10 - 14)				
<b>406-0243-AAL</b>	<b>Analysis I and II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>14 KP</b>	<b>30R</b>	<b>M. Akveld, weitere Dozierende</b>
Kurzbeschreibung	Mathematical tools for the engineer				
Lernziel	Mathematics as a tool to solve engineering problems. Basic mathematical knowledge for engineers.			Mathematical formulation of technical and scientific problems.	
Inhalt	Short introduction to mathematical logic. Complex numbers. Calculus for functions of one variable with applications. Simple types of ordinary differential equations. Simple Mathematical models in engineering.  Multi variable calculus: gradient, directional derivative, chain rule, Taylor expansion. Multiple integrals: coordinate transformations, path integrals, integrals over surfaces, divergence theorem, applications in physics.				

Literatur	Textbooks in English: - J. Stewart: Calculus, Cengage Learning, 2009, ISBN 978-0-538-73365-6 - J. Stewart: Multivariable Calculus, Thomson Brooks/Cole (e.g. Appendix G on complex numbers) - V. I. Smirnov: A course of higher mathematics. Vol. II. Advanced calculus - W. L. Briggs, L. Cochran: Calculus: Early Transcendentals: International Edition, Pearson Education Textbooks in German: - M. Akveld, R. Sperb: Analysis I, vdf - M. Akveld, R. Sperb: Analysis II, vdf - L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg Verlag - L. Papula: Mathematik für Ingenieure 2, Vieweg Verlag				
<b>102-0474-AAL</b>	<b>Introduction to Water Resources Management</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>4R</b>	<b>P. Burlando</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Analyse und Bewirtschaftung von Wasserressourcen, Wasserbedarf und Wasserdargebot, Speicherbemessung, Aquatische Physik, Wassergüte und Verschmutzung, Schutz und Sanierung von Flüssen, Seen und Grundwasser, nachhaltige und integrale Wasserwirtschaft.				
Lernziel	Einführung in die Wasserwirtschaft auf der Basis der relevanten physikalischen und chemischen Prozesse, Prinzip der Nachhaltigkeit.				
Inhalt	Aquatische Physik: Flusshydraulik, Seehydraulik, Grundwasserhydraulik, Zeitkonstanten und Grössenordnungen, Flussmorphologie und Sedimenttransport. Wassergüte: Anforderungen, Schadstoffausbreitung, Selbstreinigung, Thermische Belastung, relevante Schadstoffe und Quellen, Stossbelastungen, Zeitkonstanten und Grössenordnungen. Wasserwirtschaft: Struktur von Dargebot und Nachfrage. Optionen zur Schliessung der Disparität: Reservoirs, Grundwasserspeicher, Überleitungen, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung (Masterplan), Gewässerschutz, Sanierung und Renaturierung (Oberflächengewässer und Grundwasser), Variabilität, Stochastik und Risiko. Nachhaltigkeit: Definitionen, Beispiele für nicht-nachhaltiges Wirtschaften, Wasserprobleme der Entwicklungsländer, Wasser und Landwirtschaft, Projektbewertung und Umweltverträglichkeitsprüfung. Ökonomische und Soziologische Bezüge.  Alle Aspekte sollen mit Fallbeispielen illustriert werden. Die Übungen werden zum grössten Teil auf analytischen Formeln beruhen. Einige Übungen benötigen den Computer.				
Skript	Skript in wöchentlichen Folgen.				
<b>102-0293-AAL</b>	<b>Hydrology</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>P. Burlando</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung führt in die Ingenieur-Hydrologie ein. Zuerst werden Grundlagen zur Beschreibung und Messung hydrologischer Vorgänge (Niederschlag, Rückhalt, Verdunstung, Abfluss, Erosion, Schnee) vermittelt, anschliessend wird in grundlegende mathematische Modelle zur Modellierung einzelner Prozesse und der Niederschlag-Abfluss-Relation eingeführt, inkl. Hochwasser-Analyse.				
Lernziel	Kenntnis der Grundzüge der Hydrologie. Kennenlernen von Methoden, zur Abschätzung hydrologischer Grössen, die zur Dimensionierung von Wasserbauwerken und für die Nutzung von Wasserressourcen relevant sind.				
Inhalt	Der hydrologische Kreislauf: globale Wasserressourcen, Wasserbilanz, räumliche und zeitliche Dimension der hydrologischen Prozesse.  Niederschlag: Niederschlagsmechanismen, Regenermessung, räumliche/zeitliche Verteilung des Regens, Niederschlagsregime, Punktniederschlag/Gebietsniederschlag, Isohyeten, Thiessenpolygon, Extremniederschlag, Dimensionierungsniederschlag.  Interzeption: Messung und Schätzung.  Evaporation und Evapotranspiration: Prozesse, Messung und Schätzung, potentielle und effektive Evapotranspiration, Energiebilanzmethode, empirische Methode.  Infiltration: Messung, Horton-Gleichung, empirische und konzeptionelle Methoden, F-index und Prozentuale Methode, SCS-CN Methode.  Einzugsgebietscharakteristik: Morphologie der Einzugsgebiets, topografische und unterirdische Wasserscheide, hypsometrische Kurve, Gefälle, Dichte des Entwässerungsnetzes.  Oberflächlicher und oberflächennaher Abfluss: Hortonischer Oberflächenabfluss, gesättigter Oberflächenabfluss, Abflussmessung, hydrologische Regimes, Jahresganglinien, Abflussganglinie von Extremereignissen, Abtrennung des Basisabflusses, Direktabfluss, Schneeschmelze, Abflussregimes, Abflussdauerkurve.  Stoffabtrag und Stofftransport: Erosion im Einzugsgebiet, Bodenerosion durch Wasser, Berechnung der Bodenerosion, Grundlagen des Sedimenttransports.  Schnee und Eis: Schneeeigenschaften und -messungen Schätzung des Schneeschmelzprozesses durch die Energiebilanzmethode, Abfluss aus Schneeschmelze, Temperatur-Index- und Grad-Tag-Verfahren.  Niederschlag-Abfluss-Modelle (N-A): Grundlagen der N-A Modelle, Lineare Modelle und das Instantaneous Unit Hydrograph (IUH) Konzept, linearer Speicher, Nash Modell.  Hochwasserabschätzung: empirische Formeln, Hochwasserfrequenzanalyse, Regionalisierungstechniken, indirekte Hochwasserabschätzung mit N-A Modellen, Rational Method.				
Skript	Ein internes Skript ist zur Verfügung (kostenpflichtig, nur Herstellungskosten)				
Literatur	Die Kopie der Folien zur Vorlesung können auf den Webseiten der Professur für Hydrologie und Wasserwirtschaft heruntergeladen werden Chow, V.T., D.R. Maidment und L.W. Mays (1988) Applied Hydrology, New York u.a., McGraw-Hill. Dingman, S.L., (1994) Physical Hydrology, 2nd ed., Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall Dyck, S. und G. Peschke (1995) Grundlagen der Hydrologie, 3. Aufl., Berlin, Verlag für Bauwesen. Maniak, U. (1997) Hydrologie und Wasserwirtschaft, eine Einführung für Ingenieure, Springer, Berlin. Manning, J.C. (1997) Applied Principles of Hydrology, 3. Aufl., Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall.				

Voraussetzungen /  
Besonderes

Vorbereitend zu Hydrologie I sind die Vorlesungen in Statistik. Der Inhalt, der um ein Teil der Übungen zu behandeln und um ein Teil der Vorlesungen zu verstehen notwendig ist, kann zusammengefasst werden, wie hintereinander es beschrieben wird:  
Elementare Datenverarbeitung: Hydrologische Messungen und Daten, Datenreduzierung (grafische Darstellungen und numerische Kenngrößen).  
Frequenzanalyse: Hydrologische Daten als Zufallsvariablen, Wiederkehrperiode, Frequenzfaktor, Wahrscheinlichkeitspapier, Anpassen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, parametrische und nicht-parametrische Tests, Parameterschätzung.

#### Umweltingenieurwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Umweltlehre DZ

Detaillierte Informationen zum Ausbildungsgang auf: <https://www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung.html/>

## ► Erziehungswissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0240-17L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: "Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	P. Edelsbrunner
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
851-0240-25L	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	O	2 KP	1V	G. Kaufmann
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				
851-0242-06L	<b>Kognitiv aktivierender Unterricht in den MINT-Fächern W</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	2 KP	2S	R. Schumacher
Kurzbeschreibung	Die am MINT-Lernzentrum der ETH erarbeiteten Unterrichtseinheiten zu Themen der Chemie, Physik und Mathematik stehen im Mittelpunkt. In der ersten Veranstaltung wird die Mission des MINT-Zentrums vermittelt. In Zweiergruppen müssen die Studierenden sich intensiv in eine Einheit einarbeiten und sie im Sinne eines vorab besprochenen Ziel erweitern und optimieren.				
Lernziel	- Kognitiv aktivierende Lernformen kennen lernen - Mit didaktischer Forschungsliteratur vertraut werden				
Voraussetzungen / Besonderes	Für eine reibungslose Semesterplanung wird um frühe Anmeldung und persönliches Erscheinen zum ersten Lehrveranstaltungstermin ersucht.				
851-0242-07L	<b>Menschliche Intelligenz</b> Belegung für Studierende des Didaktik-Zertifikats (DZ) und des Lehrdiploms (LD) ohne das Fach Sport.  Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.	W	1 KP	1S	E. Stern
Kurzbeschreibung	Das Buch "Intelligenz: Grosse Unterschiede und ihre Folgen" von Stern/Neubauer steht im Mittelpunkt. Zum ersten Termin müssen alle Teilnehmer kommen. Danach muss das Buch vollständig gelesen werden. In zwei 90-minütigen Sitzungen werden in Kleingruppen (5-10 Personen) von den Studierenden ausgearbeitete Konzeptpapiere diskutiert.				
Lernziel	- Empirische humanwissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Intelligenztests kennenlernen - Pädagogisch relevante Befunde der Intelligenzforschung verstehen				
851-0242-08L	<b>Forschungsmethoden der empirischen Bildungsforschung</b>	W	1 KP	2S	

Findet dieses Semester nicht statt.  
 Findet in diesem Semester nicht statt.  
 Diese Veranstaltung kann nur parallel zu oder nach dem  
 erfolgreichen Abschluss von der Veranstaltung 851-  
 0240-00L "Menschliches Lernen (EW 1)" belegt werden.

Kurzbeschreibung	Literatur aus der empirischen Bildungsforschung wird gelesen und diskutiert. Forschungsmethodische Aspekte stehen im Vordergrund. Am ersten Termin werden alle Teilnehmer in Kleingruppen eingeteilt und mit den Gruppen zwei weitere Termine vereinbart. Die Kleingruppen verfassen kritische Kurzeassays zur gelesenen Literatur. Die Essays werden am dritten Termin im Plenum vorgestellt und diskutiert.
Lernziel	- Empirische bildungswissenschaftliche Forschungsmethoden verstehen - Information aus wissenschaftlichen Journals und Medien verstehen und kritisch beleuchten - Pädagogisch relevante Befunde der Bildungsforschung verstehen

<b>851-0228-00L</b>	<b>MINTerlink: Die Bildung von Wissen in MINT Fächern auf der Primar- und Sekundarstufe ■</b> <i>Belegung für Studierende des Lehrdiploms (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ), ausgenommen LD Sport.</i> <i>Diese Veranstaltung kann nur nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung 851-0240-00L "Menschliches Lernen " (EW1) belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>U. Markwalder</b>	
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung beinhaltet ein Blockseminar als auch eine Assistenzzeit in einer Primar- oder Sekundarschulklasse. Sie ist Teil eines Projektes mit dem Ziel eines Expertisen-Austausches: ETH Studierende assistieren Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe im MINT-Unterricht.					
Lernziel	Vertiefung des Verständnisses von Wissensbildung und Lernprozessen von Primar- und SekundarschülerInnen aus einer kognitions- und entwicklungspsychologischen Perspektive für LD Studierende. Durch die Assistenzzeit werden didaktische Erfahrungen und Erfahrungen auf einer anderen Schulstufe (heterogenere Gruppen: Z.B leistungsschwache bis sehr leistungsstarke Kinder, Sprachprobleme etc.) Des Weiteren werden mit einer Kinder- und Jugendpsychologin zentrale Aspekte der Beziehungsgestaltung von Lehrperson und Schüler:innen besprochen.					
Inhalt	LD Studierende erfahren mehr über Potenziale und Defizite von Schülern. Sie lernen das Frühstadium von Wissen als auch die Entstehung Missverständnissen von SuS in ihrem Fachbereich besser kennen. Das Seminar mit Assistenzzeit beinhaltet drei Phasen: Im Blockseminar werden Misskonzepte im eigenen Fach als auch theoretische Inputs aus Entwicklungs- und Kognitionspsychologie diskutiert (erfolgt t.w. in Englisch). Während der Assistenzzeit wird aktiv in einer Klasse eine von den Primar- und Sekundarlehrpersonen definierte Lehraufgabe übernommen. Zum Schluss erfolgt das Verfassen eines Schlussreportes, welcher die Beschreibung des Wissenstandes der SuS beinhaltet. Dieses Seminar ist nur für LD Studierende geeignet, die sich flexibel auf die Bedürfnisse von SuS aus tieferen Klassenstufen einlassen können.					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen  Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Sensibilität für Vielfalt Anpassung und Flexibilität Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert			

### ► Fachdidaktik und Berufspraktische Ausbildung

*WICHTIG: die Lerneinheiten in dieser Kategorie können nur belegt werden, wenn allfällige Auflagen bis auf maximal 12 KP erfüllt sind.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0822-00L</b>	<b>Mentorierte Arbeit ■</b> <i>Voraussetzung: Fachdidaktik I (701-0823-00L) und Fachdidaktik II (701-0825-10L).</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1A</b>	<b>C. Colberg, F. Keller</b>
Kurzbeschreibung	Die mentorierte Arbeit dient dazu die Erkenntnisse aus der 701-0823-00L Fachdidaktik Umweltlehre I und der 701-0825-10L Fachdidaktik Umweltlehre II zusammenzuführen. Mit Hilfe von verschiedenen Unterrichtstechniken und Unterrichtsmethoden wird für ein vorgegebenes Thema, basierend auf den Lehrplänen, eine Quartals- oder Semesterplanung erstellt.				
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Studierenden haben literaturbasiert ein Semestercurriculum für eine Lehrveranstaltung entwickelt.</li> <li>2. Die Studierenden reflektieren formative und summative Möglichkeiten eine solche Unterrichtseinheit zu prüfen und setzen Teile davon um.</li> <li>3. Die Studierenden haben Teile des Semestercurriculums konkretisiert.</li> <li>4. Die Studierenden befassen sich mit der Frage wie weit Unterrichtstechniken, Unterrichtsmethoden aber auch Sequenzen des Selbststudiums in die Planung einbezogen werden müssen.</li> </ol>				



Inhalt	Semesterplanung Die Studierenden planen ausgehend von den vorgegebenen Schul- und Rahmenlehrplänen eine grössere Unterrichtseinheit. Sie unterteilen dabei das Lernen sowohl in zeitlicher wie auch didaktischer Hinsicht in Lernphasen und achten dabei auf einen sinnvollen Rhythmus bezüglich Methodenwahl.				
	Inhalt Die Studierenden beachten bei der Unterrichtsplanung unterschiedliche inhaltliche Prinzipien (z.B. Exemplarität, Kompetenzorientierung, systematischer Wissensaufbau), so dass die Lernenden die Inhalte verstehen und auf die berufliche Praxis beziehen können.				
	Selbststudium Die Studierenden setzen sich während der Arbeit mit verschiedenen Formen des Selbststudiums (Moderiertes Selbststudium, Lernjournal, PBL, Case Studies etc.) und deren Integration in den Semesterplan auseinander. Neben der Formulierung und Bestimmung von Elementen für das Selbststudium, überlegen sie sich wie sie deren Wirksamkeit überprüfen können.				
	Prüfungen Die Studierenden setzen verschiedene Prüfungsformen zielgerichtet und adressatengerecht um. Sie beachten dabei formative und summative Möglichkeiten. Dazu formulieren sie aufgrund der Ziele im Lehrplan und passend zum Semesterplan Prüfungsfragen und -aufgaben. Sie setzen sich dabei intensiv mit der Literatur zur Prüfung von Stoffinhalten auseinander.				
	Literaturstudium Die Arbeit setzt ein spezifisches Literaturstudium voraus. Die Erkenntnisse daraus, fliessen in die Arbeit ein und werden entsprechend zitiert.				
Skript	Ein Manual gibt Auskunft über die optimale Vorgehensweise.				
Literatur	Der Einsatz von geeigneter Literatur ist Teil des Leistungsauftrages.				
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch der Veranstaltungen FD1 und FD2				
<b>701-0825-10L</b>	<b>Fachdidaktik Umweltlehre II</b> <i>Voraussetzung: Erfolgreicher Besuch von 701-0823-00L Fachdidaktik Umweltlehre I.</i>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>C. Colberg, F. Keller</b>
Kurzbeschreibung	Die Fachdidaktik Umweltlehre II befasst sich insbesondere mit der Planung, Durchführung und Reflexion von umfangreichen Unterrichtseinheiten. Dabei steht eine vertiefte Auseinandersetzung mit der didaktischen Analyse und dem Einsatz von umfangreicheren Unterrichtsmethoden im Vordergrund. Das Ziel besteht darin, diese gezielt und wirksam einzusetzen.				
Lernziel	Ziel ist es, didaktische Modelle und zugehörige Unterrichtsmethoden mit aktuellen Forschungsergebnissen zusammenzuführen. Die Studierenden - lernen anhand einer ausführlichen didaktischen Analyse sich in ein umfangreiches Unterrichtsthema einzuarbeiten, indem sie verschiedene Quellen sichten, Materialien beschaffen und über die Relevanz des Themas und des von ihnen gewählten Zugangs in berufsbildender, fachlicher, fachdidaktischer und eventuell gesellschaftlicher Hinsicht reflektieren. - können einen Semesterplan selber gestalten. - können angemessene Unterrichtsmethoden im Kontext von verschiedenen Lehr-Lernstrategien innerhalb von Übungen wissensbasiert und reflektiert anwenden. - können die Rahmenbedingungen des Lehrens zielgruppenorientiert gestalten				
Inhalt	Unterrichtseinheiten (mehrere Lektionen) werden unter Berücksichtigung verschiedener Lehr-Lern-Strategien (Direkte Instruktion, Adaptive Instruktion, Entdeckenlassendes Lehren, Problemorientiertes Lehren, Kooperative Lehrarrangements, Selbstgesteuertes Lernen) konzipiert und praktisch umgesetzt. Organisation: (1) Semester - Exemplarische fachwissenschaftliche Elemente mit einem pädagogischen Fokus (2) Intensivwoche in der 2. Junihälfte gemeinsam mit DZ - AGRL - Peer Teaching einer präparierten Lektion - Umfangreiche Unterrichtsmethoden				
Skript	Die Unterlagen zu den behandelten Themen werden über die elektronische Lernplattform abgegeben (Anmeldung obligatorisch).				
Literatur	Gemäss Literaturliste				
Voraussetzungen / Besonderes	Fachdidaktik Umweltlehre 1				
<b>701-0827-00L</b>	<b>Unterrichtspraktikum mit Prüfungslektionen Umweltlehre ■</b> <i>Voraussetzung: Abgeschlossene Mentorierete Arbeit Umweltlehre(701-0822-00L)</i>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>13P</b>	<b>F. Keller, C. Colberg</b>
	<i>Bei Repetition der Prüfungslektionen kann das Praktikum nicht nochmals besucht werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden setzen die erworbenen Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Schulalltag ein: Sie hospitieren 10 Lektionen und erteilen selbstständig 20 Lektionen Unterricht. Zwei davon werden als Prüfungslektionen bewertet.				
Lernziel	- Die Studierenden nutzen ihre fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Expertise zum Entwurf von Unterricht. - Sie können die Bedeutung von Unterrichtsthemen in ihrem Fach unter verschiedenen - auch interdisziplinären - Blickwinkeln einschätzen und den Schülerinnen und Schülern vermitteln. - Sie erlernen das unterrichtliche Handwerk. - Sie üben sich darin, die Balance zwischen Anleitung und Offenheit zu finden, so dass die Lernenden kognitive Eigenleistungen erbringen können und müssen. - Sie lernen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen. - Gemeinsam mit der Praktikumslehrperson evaluieren die Studierenden laufend ihre eigene Leistung.				
Inhalt	Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Unterrichtsführung, der Auseinandersetzung mit Lernenden, der Klassenbetreuung und der Leistungsbeurteilung. Zu Beginn des Praktikums plant die Praktikumslehrperson gemeinsam mit dem/der Studierenden das Praktikum und die Arbeitsaufträge. Die schriftlich dokumentierten Ergebnisse der Arbeitsaufträge sind Bestandteil des Portfolios der Studierenden. Anlässlich der Hospitationen erläutert die Praktikumslehrperson ihre fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Überlegungen, auf deren Basis sie den Unterricht geplant hat und tauscht sich mit dem/der Studierenden aus. Die von dem/der Studierenden gehaltenen Lektionen werden vor- und nachbesprochen. Die Themen für die beiden Prüfungslektionen am Schluss des Praktikums erfahren die Studierenden in der Regel eine Woche vor dem Prüfungstermin. Sie erstellen eine Vorbereitung gemäss Anleitung und reichen sie bis am Vortrag um 12 Uhr den beiden Prüfungsexperten (Fachdidaktiker/-in, Departementsvertreter/-in) ein. Die gehaltenen Lektionen werden kriteriumsorientiert beurteilt. Die Beurteilung umfasst auch die schriftliche Vorbereitung und eine mündliche Reflexion des Kandidaten/der Kandidatin über die gehaltenen Lektionen im Rahmen eines kurzen Kolloquiums.				
Skript	Dokument: schriftliche Vorbereitung für Prüfungslektionen.				

**Umweltlehre DZ - Legende für Typ**

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

**Legende für Umfang**

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Umweltnaturwissenschaften Bachelor

## ► Grundlagenfächer I

### ►► Basisprüfung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0008-00L	<b>Umweltproblemlösen II ■</b>	O	5 KP	4G	M. Mader, R. Frischknecht, C. E. Pohl, C. Rapo
Kurzbeschreibung	In der Fallstudie analysieren wir jedes Jahr ein anderes Thema aus dem Nachhaltigkeitsbereich und entwickeln Lösungsvorschläge.				
Lernziel	Die Studierenden können: - zu einem gegebenen Thema eine Recherche durchführen und die Ergebnisse in einem Bericht strukturiert darstellen, welcher (a) den Stand des Wissens und (b) den Wissens- und Handlungsbedarf aufzeigt (UPL I). - Wissen aus unterschiedlichen Perspektiven in einem qualitativen Systemmodell integrieren, Probleme identifizieren und aus der Perspektive bestimmter Stakeholder Lösungsvorschläge entwickeln (UPL II). - die verschiedenen Rollen in einer Gruppe benennen, erklären für welche sie besonders geeignet sind, sich in Gruppen organisieren, Probleme der Zusammenarbeit erkennen und diese konstruktiv angehen (UPL I und II).				
Inhalt	Das erste Semester dient dazu das vorhandene Wissen zum Fallthema, seine Grundlagen und Herausforderungen zu sammeln. Dazu verfassen die Studierenden in Gruppen eine Recherche zu einem bestimmten Teilaspekt. Diese Recherche umfasst eine inhaltliche Analyse und eine Analyse der Stakeholder. Die Ergebnisse werden in einem Bericht verfasst und im Rahmen einer internen Konferenz präsentiert.  Während der Semesterferien findet die Syntheseweche statt. In dieser Woche werden die Ergebnisse der verschiedenen Teilanalysen mittels Design Thinking und eines qualitativen Systemmodells integriert. Einzelne Probleme werden identifiziert und Lösungsvorschläge entwickelt.  Im zweiten Semester arbeiten die Studierenden selbstständig und im Austausch mit Stakeholdern an zuvor identifizierten Problemen. Sie entwickeln ein Nachhaltigkeitsprojekt mit konkreten Massnahmen, welches sie freiwillig im dritten Semester umsetzen könnten. Mit der Präsentation der Studierendenprojekte am «Markt der Massnahmen» findet die Lehrveranstaltung ihren Abschluss.  Die Studierenden arbeiten die meiste Zeit selbstständig in Gruppen. In zentralen Schritten werden sie von Tutorierenden unterstützt. Speziell eingeführt werden die Studierenden in: - Das Thema der Fallstudie (durch externe ExpertInnen) - Recherche, wissenschaftliches Schreiben und Literaturverwaltung (durch ExpertInnen der ETH Bibliothek), - Rollenverhalten und Zusammenarbeit in der Gruppe, - Verfassen von Berichten, Postern und Präsentationen, - Erstellen eines qualitativen Systemmodells (SystemQ), - Entwickeln von Lösungsideen (design thinking, Checklands' soft systems methodology, Nachhaltigkeitsbeurteilung).				
Skript	Das Falldossier wird von den Tutorierenden auf Basis der Studierendenberichte erarbeitet.				
Literatur	Unterlagen zu den Methoden werden während der Fallstudie zusammen mit der entsprechenden Hintergrundliteratur auf Moodle zur Verfügung gestellt.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			geprüft
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
401-0252-00L	<b>Mathematik II: Analysis II</b> <i>Am Mittwoch der ersten Semesterwoche findet die freiwillige Zwischenprüfung zur Leistungskontrolle als Jahreskurs statt. Die Raum-Aufteilung wird per E-Mail kommuniziert.</i>	O	7 KP	5V+2U	A. Cannas da Silva, S. Kalisnik Hintz
Kurzbeschreibung	Fortführung der Themen von Mathematik I mit Schwerpunkt auf der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung.				
Lernziel	Mathematik ist von immer grösserer Bedeutung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Grund dafür ist das folgende Konzept zur Lösung konkreter Probleme: Der entsprechende Ausschnitt der Wirklichkeit wird in der Sprache der Mathematik modelliert; im mathematischen Modell wird das Problem - oft unter Anwendung von äusserst effizienter Software - gelöst und das Resultat in die Realität zurück übersetzt.				
Inhalt	Ziel der Vorlesungen Mathematik I und II ist es, die einschlägigen mathematischen Grundlagen bereit zu stellen. Differentialgleichungen sind das weitaus wichtigste Hilfsmittel im Prozess des Modellierens und stehen deshalb im Zentrum beider Vorlesungen. - Mehrdimensionale Differentialrechnung: Funktionen von mehreren Variablen, partielle Ableitungen, Kurven und Flächen im Raum, Skalar- und Vektorfelder, Gradient, Rotation und Divergenz.  - Mehrdimensionale Integralrechnung: Mehrfachintegrale, Linien- und Oberflächenintegrale, Arbeit und Fluss, Integralsätze von Gauss und Stokes, Anwendungen.  - Einführung in Partielle Differentialgleichungen: Trennung der Variablen, Wärmeleitungs-, Wellen- und Potential-Gleichung.				
Skript	Siehe Moodle-Webseite und Literatur				
Literatur	- Thomas, G. B., M.D. Weir und J. Hass: Analysis 2, Pearson. - Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Bd. 2 und 3. - Hungerbühler, N.: Einführung in partielle Differentialgleichungen, vdf.				
Voraussetzungen / Besonderes	Mathe-Lab (Präsenzstunden): Bitte entnehmen Sie der Moodle-Webseite den Zeitplan für das Mathe-Lab.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen			geprüft geprüft
<b>529-2002-02L</b>	<b>Chemie II</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>J. Cvengros, J. E. E. Buschmann, P. Funck, R. Verel</b>
Kurzbeschreibung	Chemie II: Redoxreaktionen, Chemie der Elemente, Einführung in die organische Chemie				
	In dem Fach Chemie II werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation gelehrt, angewandt und geprüft.				
Lernziel	Erarbeiten der Grundlagen von anorganischer und organischer Stoffchemie				
Inhalt	<p>1. Redoxreaktionen</p> <p>2. Anorganische Stofflehre Regeln und Beispiele anorganischer Nomenklatur: Verbindungen, Ionen, Säuren, Salze, Komplexverbindungen. Ein Gang durch die Elementgruppen, ihrer Typologie und ihrer wichtigen Verbindungen. Beschreibung einiger bedeutender industrieller Produktionsverfahren. Das Entstehen von Verbindungen als Konsequenz der Elektronenstruktur der Valenzschale.</p> <p>3. Einführung in die Organische Chemie Stofflehre: Beschreibung der wichtigsten Stoffklassen und funktionellen Gruppen, Einführung in deren Reaktivität. Stereochemie: Raumanordnung von Molekülbausteinen. Reaktionsmechanismen: SN1 und SN2- Reaktionen; Elektrophile aromatische Substitution; E1- und E2- Eliminationsreaktionen; Additionsreaktionen an C=C-Doppelbindungen; Chemische Reaktivität von Carbonyl- und von Carboxylgruppen.</p>				
Literatur	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMIE. 14. Auflage, Pearson Studium, 2018.				
Kompetenzen	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, PRINCIPLES OF MODERN CHEMISTRY, 8th Edition, Thomson, London, 2016.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>551-0002-00L</b>	<b>Allgemeine Biologie II</b>	<b>O</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>U. Sauer, K. Bombliès, O. Y. Martin</b>
Kurzbeschreibung	Grundlagen der Biochemie (Makromoleküle, Membranen, Zellstrukturen, Stoffwechsel) Molekulargenetik (Genexpression und Regulation, vom Gen zum Protein) Physiologie höherer Pflanzen (Struktur, Wachstum, Entwicklung, Nährstoffe, Transport und Reproduktion)				
Lernziel	Verständnis grundlegender Konzepte molekularer Biologie und Physiologie.				
Inhalt	<p>Zelluläre Funktionen auf der Ebenen von Molekülen und Strukturen. Molekulare Vorgänge in der Prozessierung vom Gen zum Protein. Pflanzenphysiologie.</p> <p>Die folgenden Campbell Kapitel werden behandelt:</p> <p>Woche 1-5: 5 Biological macromolecules and lipids 7 Cell structure and function 8 Cell membranes 10 Respiration: introduction to metabolism 10 Cell respiration 11 Photosynthetic processes</p> <p>Woche 6-9: 16 Nucleic acids and inheritance 17 Expression of genes 18 Control of gene expression 19 DNA Technology</p> <p>Woche 9-13: 35 Plant Structure and Growth 36 Transport in vascular plants 37 Plant nutrition 38 Reproduction of flowering plants 39 Plants signal and behavior</p>				
Skript	Kein Skript				
Literatur	Campbell, Reece et al: "Biologie" (12th global edition); Pearson 2021.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

## ►► Weitere obligatorische Fächer im Basisjahr

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0026-00L	Integrierte Exkursionen ■	O	1 KP	2P	M. A. M. Niederhuber

Nur für Studierende im 2. Semester der  
Umweltnaturwissenschaften (BSc).

Kurzbeschreibung	Exkursionen bilden einen idealen Rahmen, um theoretische Konzepte des Studiengangs mit der realen Welt zu verbinden. Pro Exkursionstag erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit umweltnaturwissenschaftlichen und -politischen Fragestellungen. Die Studierenden lernen dabei die Besonderheiten und Herausforderungen einer Gegend kennen und vertiefen im Austausch mit Fachexperten Ihr Wissen.		
Lernziel	Die Studierenden können: - konkrete umweltnaturwissenschaftliche / umweltpolitische Fragestellungen einer Region beschreiben und ihr Wissen darüber in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Fachexperten vertiefen. - unterschiedliche Sichtweisen einer räumlichen Fragestellung darlegen und verschiedene Standpunkte diskutieren und analysieren. - Zusammenhänge zwischen den auf den Exkursionen einbezogenen Fachgebieten ihres Studienganges erläutern. - zukünftige Arbeitsfelder und Tätigkeiten von UmweltnaturwissenschaftlerInnen anhand konkreter Beispiele beschreiben.		
Inhalt	Es werden mehrere 1-tägige Exkursionen und voraussichtlich vier 2-tägige Exkursionen angeboten, welche die verschiedenen Fachrichtungen des D-USYS abdecken. Eine ausführliche inhaltliche und organisatorische Beschreibung der einzelnen Exkursionen befindet sich auf der dazugehörigen Moodle-Lernplattform.		
Skript	Die Exkursionsbeschreibungen finden sich auf der Moodle-Plattform.		
Literatur	siehe Moodle-Lernplattform		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>701-0268-00L</b>	<b>Biodiversitätsexkursionen ■</b> Nur für Studierende im 2. Semester der Umweltnaturwissenschaften (BSc).	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>O. Y. Martin, M. Greeff, A. Gross, J. Jokela</b>
	<i>Die LV 701-0268-00L Biodiversitätsexkursionen kann von Studierenden im BSc AGRW als Wahlfach belegt werden. Bitte wenden Sie sich bei Interesse an agr_science@ethz.ch.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Studierenden vertiefen Systematik-Grundlagen und erwerben exemplarische Artenkenntnisse an ausgewählten Organismengruppen in verschiedenen Lebensräumen mithilfe von Online-Tutorials und Arterhebungen vor Ort. Sie wenden dabei Methoden der Biodiversitätserfassung an. In Workshops werden die erhobene Daten anhand aktueller ökologischer Fragestellungen analysiert und diskutiert.				
Lernziel	Die Studierenden können - für verschiedene Organismengruppen den Zusammenhang zwischen phänotypischen Merkmalen und taxonomischer Einteilung aufzeigen. - Schlüsselkriterien für die taxonomische Einteilung bei ausgewählten Organismengruppen erkennen und Bestimmungen durchführen. - Methoden zur Biodiversitätserfassung, deren Anwendungen und Limiten anhand eigener Erfahrungen erläutern. - aufgrund eigener Datenerhebungen quantitative Angaben zur Biodiversität in ausgewählten Lebensräumen machen.				
Inhalt	1) Einführung in die Thematik Systematik, Artenkenntnisse, Methoden der Biodiversitätserfassung und Überblick über die zu bearbeitenden Organismengruppen und Exkursionsmodule. (Plenumsveranstaltung, am Di-Nachmittag, 20. Februar 2024) 2) Bestimmungsübungen mit Online-Tutorials zu den zugeteilten Organismen und Exkursionsmodulen. Je Exkursionsmodul werden ca. 10-20 Arten/Familien bearbeitet. (Selbststudium) 3) 5 halbtägige Bestimmungs- und Erfassungsübungen (Exkursionsmodule) im Feld zu den zugeteilten und vorbereiteten Organismen, wenn möglich mit mobiler Datenerfassung mittels GIS-App (Collector ArcGIS, www.gissmox.ethz.ch). (mehrere, teils parallele Gruppenveranstaltungen) 4) Datenworkshops mit Datenauswertung inkl. Präsentation der Daten, Diskussion und Ausblick. (Veranstaltungen in Gruppen, jeder Student nimmt an einem Workshop teil, Zuteilung aufgrund der besuchten Exkursionsmodule)				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung 551-0001-00L Allgemeine Biologie I & 701-0243-01L Biologie III: Ökologie  Die Anmeldung zu den Exkursionen erfolgt gemäss separater Ausschreibung im Januar, Der hauptverantwortliche Dozent informiert in LV Biologie I im Dezember.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

## ► Grundlagenfächer II

### ►► Prüfungsblöcke

#### ►►► Prüfungsblock 1

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>402-0062-00L</b>	<b>Physik I</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V+1U</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Denk- und Arbeitsweise der Physik mit Hilfe von Konzeptfragen, Demonstrationsexperimenten und Problemlösung. Wo immer möglich werden Anwendungen aus Mechanik, Fluidodynamik und Wärmelehre aus den Bereichen der Studiengänge vermittelt.				
Lernziel	Förderung des wissenschaftlichen Denkens. Es soll die Fähigkeit entwickelt werden, beobachtete physikalische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen.				
Inhalt	Mechanik des Massenpunktes, Mechanik starrer Körper, Arbeit, Energie, Leistung, Schwingungen und Einführung in die Wärmelehre.				
Skript	Skript wird verteilt				
Literatur	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2022.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ►►► Prüfungsblock 3

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0401-00L</b>	<b>Hydrosphäre</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, R. Kipfer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung beschreibt die Prozesse, welche den Wasserkreislauf der Erde bestimmen. Hierzu werden die Energieflüsse sowie die Mischungs- und Transportprozesse in aquatischen Systemen beschrieben. Inhaltliche und methodische Zusammenhänge zwischen Hydrosphäre, Atmosphäre und Pedosphäre werden aufgezeigt.				
Lernziel	Qualitatives und quantitatives Verständnis der physikalischen (und geochemischen) Prozesse, welche die natürliche Dynamik im Grundwasser, Seen und Ozeanen bestimmen und den Austausch von Stoffen und Energie steuern.				
Inhalt	Themen der Vorlesung. Physikalische Eigenschaften des Wassers (Dichte und Zustandsgleichung) - Globale Wasserressourcen Prozesse an Grenzflächen - Energieflüsse (thermisch, kinetisch) - Verdunstung, Gasaustausch Stehende Oberflächengewässer (Meer, Seen) - Wärmebilanz - vertikale Schichtung und globale thermohaline Zirkulation / grossskalige Strömungen - Turbulenz und Mischung - Mischprozesse in Fließgewässern Grundwasser und seine Dynamik. - Grundwasser als Teil des hydrologischen Kreislaufs - Einzugsgebiete, Wasserbilanzen - Grundwasserströmung: Darcy-Gesetz, Fließnetze - hydraulische Eigenschaften Grundwasserleiter und ihre Eigenschaften - Hydrogeochemie: Grundwasser und seine Inhaltsstoffe, Tracer - Wassernutzung: Trinkwasser, Energiegewinnung, Bewässerung Fallbeispiele: 1. Wasser als Ressource, 2. Wasser und Klima				
Skript	Ergänzend zu den empfohlenen Lehrmitteln werden Unterlagen abgegeben.				
Literatur	Die Vorlesung stützt sich auf folgende Lehrmittel: a) Park, Ch., 2001, The Environment, Routledge, 2001 b) Fitts, C.R., 2013. Groundwater Science. 2nd ed., Academic Press, Amsterdam.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Fallbeispiele und die selbständig zu bearbeitende Uebungen sind ein obligatorischer Bestandteil der Lehrveranstaltung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>701-0245-00L</b>	<b>Evolutionary Analysis</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. Wielgoss</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces important questions about the evolutionary processes involved in the generation and maintenance of biological diversity across all domains of life and how evolutionary science investigates these questions.				
Lernziel	Students will learn about several major different approaches to investigating evolutionary questions and how these approaches are applied to a wide variety of topics. Topics covered include different forms of selection, phylogenetic analysis, population genetics, life history theory, the evolution of sex, social evolution and human evolution. These topics are important for the understanding of a number of evolutionary problems in the basic and applied sciences.				
Inhalt	Topics likely to be covered in this course include research methods in evolutionary biology, adaptation, evolution of sex, evolutionary transitions, human evolution, infectious disease evolution, life history evolution, macroevolution, mechanisms of evolution, phylogenetic analysis, population dynamics, population genetics, social evolution, speciation and types of selection.				
Skript	Lecture slides, Papers, and Online Tools				
Literatur	Main Textbook: Evolutionary Analysis Scott Freeman and Jon Herron 5th Edition, English.  Minor resource: Evolutionary Parasitology Paul Schmid-Hempel 2nd edition, English.				
Voraussetzungen / Besonderes	The exam is based on lecture, textbook, and provided papers.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

### ►► Weitere obligatorische Fächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0105-00L</b>	<b>Mathematik VI: Angewandte Statistik für</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Bigler, J. Ernest</b>

## Umweltnaturwissenschaften

Voraussetzung: Besuch von «401-0624-00 Mathematik IV: Statistik» oder vergleichbare Lehrveranstaltung

Kurzbeschreibung	Statistische Methoden aus aktuellen Publikationen der Umweltnaturwissenschaften werden vorgestellt und angewendet. Die Studierenden können Methoden nachvollziehen und beschreiben, Datensätze bereinigen, diese mit dem Softwarepaket R analysieren und Resultate in geeigneter Form darstellen. Sie können Stärken und Schwächen behandelte Verfahren für gegebene Anwendungsgebiete beschreiben.		
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage - geeignete statistische Methoden für die Datenanalyse in ihrem Fachgebiet zu nutzen. - Datensätze mit Hilfe von explorativen Methoden zu charakterisieren. - Datensätze auf ihre Tauglichkeit für die Beantwortung einer gegebenen Fragestellung zu prüfen, für den Import in ein Statistikprogramm aufzubereiten und die Analyse durchzuführen. - statistische Auswertungen zu interpretieren und für Präsentationen und Publikationen grafisch aufzubereiten. - Grundlagen von statistischen Methoden in aktuellen Papers zu beschreiben. - das Softwarepaket R für statistische Analysen anzuwenden.		
Inhalt	Statistische Methoden: Regression (lineare Modelle; generalisierte lineare Modelle, GLMs); Varianzanalyse (ANOVA); gemischte Modelle für gruppierte Daten (mixed-effects models); Fragebogenstatistik; Tests (t Test)  Werkzeuge: Explorative Datenanalyse für Hypothesenbildung; Auswahlverfahren für geeignete statistische Verfahren; Datenaufbereitung (von Excel zu R; Datenbereinigung); graphische Darstellung von Resultaten; statistische Verfahren in Publikationen verstehen. Wir arbeiten mit dem Softwarepaket R.  Form: Im Wochenrhythmus finden alternierend Einführungen in eine neue statistische Methode und Übungsstunden zum Thema statt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch von "Mathematik IV: Statistik" oder vergleichbare Lehrveranstaltung. Die Schlussprüfung findet am Freitag 14.6.2024 (9:30 - 11:00) statt, die Wiederholungsprüfung am Dienstag 17.9.2024 (14:15 - 15:45).		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Problemlösung	geprüft

<b>701-0220-00L</b>	<b>Practical Course in Microbiology ■</b>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>O. Schubert, F. Hammes, T. Julian, S. Robinson</b>
Kurzbeschreibung	This course teaches basic concepts in microbiology from a practical perspective. Through a combination of lectures and hands-on experimental work in the laboratory, it showcases applications of microbiology in the environmental sciences.				
Lernziel	The course is designed to equip students with practical knowledge and hands-on experimental skills in key methods and technologies of microbiology, including: - handling and cultivating bacteria - imaging bacteria by microscopy - counting bacteria by plating and qPCR - analysing antibiotic resistances - analysing decontamination procedures - identifying and metabolically profiling bacteria using Biolog microplates - identifying bacteria by 16S sequencing - cloning using modern molecular biology methods - genetically modifying bacteria for biotechnological applications				
Skript	Course materials will be shared via the course Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	Please enroll by January 31st to receive all important course information (via Moodle).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert

<b>252-0840-02L</b>	<b>Anwendungsnahes Programmieren mit Python</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. E. Fässler, M. Dahinden</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt wichtige Basiskonzepte zur Bearbeitung interdisziplinärer Programmierprojekte mit Python.				
Lernziel	Die Studierenden können...  - selbstständig Aufgabenstellungen als Programm codieren, Programme testen und Fehler beheben. - bestehenden Programmcode verstehen, hinterfragen und verbessern. - mit der Komplexität realer Daten umgehen. - Daten in einer geeigneten Datenstruktur speichern. - Modelle aus den Naturwissenschaften als Simulation umzusetzen. - Zufallsexperimente durchführen und die Resultate interpretieren. - Standard-Algorithmen erklären und anwenden.				
Inhalt	In der Vorlesung werden folgende Basis-Konzepte behandelt:  1. Variablen und Datentypen 2. Kontrollstrukturen und Logik 3. Sequentielle Datentypen, Such- und Sortieralgorithmen, Sequenzanalyse 4. Funktionen, Module, Simulationen und Animationen 5. Matrizen, Zufallsexperimente, Zelluläre Automaten 6. Klassen und Objekte  Im praktischen Teil der Lehrveranstaltung werden selbstständig kleine Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichem Kontext bearbeitet. Als Vorbereitung werden elektronische Tutorials bereitgestellt.				
Literatur	L. Fässler, M. Dahinden, D. Komm, and D. Sichau: Einführung in die Programmierung mit Python. Begleitunterlagen zum Onlinekurs und zur Vorlesung, 2023. ISBN: 978-3-7578-2423-5.				

Voraussetzungen / Besonderes	Für diese Lehrveranstaltung werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Sie basiert auf anwendungsorientiertem Lernen. Den grössten Teil der Arbeit verbringen die Studierenden damit, Programmierprojekte mit naturwissenschaftlichen Daten zu bearbeiten und die Resultate mit Assistierenden zu diskutieren. Für die Aneignung der Programmier-Grundlagen stehen elektronische Tutorials zur Verfügung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-0034-06L</b>	<b>Integriertes Praktikum: Boden</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>R. Kretzschmar, P. Benard, A. Carminati, S. Dötterl, L. Walthert</b>
Kurzbeschreibung	Während drei ganztägigen Exkursionen und zwei halbtägigen Feldübungen werden verschiedene Aspekte der Bodenmorphologie, Bodenbildung und Bodenfunktionen an Hand von praktischen Beispielen diskutiert.				
Lernziel	Erlernen von praktischen bodenkundlichen Kenntnissen im Feld.				
Inhalt	Bodenansprache im Feld, Bodenbildung im Raum Zürich-Nord, Waldböden, Kohlenstoff- und Stickstoffkreisläufe, Wasserhaushalt von Böden, Bödenschutz und Landnutzung.				
Skript	Unterlagen werden im Kurs abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Vorlesung "Pedosphäre" oder gleichwertige Vorkenntnisse				
<b>701-0034-08L</b>	<b>Integriertes Praktikum: Waldökosysteme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>V. Griess, M. Beloiu Schwenke, M. Lévesque</b>
Kurzbeschreibung	Einführungskurs zu praktischen Methoden der Waldökosystemforschung und des Waldökosystem-Managements, mit Betonung von Verjüngungsökologie, Waldwachstum und -bewirtschaftung und Mortalitätsprozessen. Der Kurs findet statt als vergleichende Studie zwischen einem Buchenwald im Mittelland und einem Tannen-Fichtenmischwald in den Voralpen.				
Lernziel	Die Studierenden - lernen die Vielfalt von Waldökosystemen anhand von ausgewählten Beispielen kennen - verstehen wichtige Prozesse und Funktionen im Ökosystem Wald - wenden Messtechniken und einfache Methoden der Zustandsbeschreibung in der Waldökosystemforschung exemplarisch an - lernen ausgewählte Systeme der Waldnutzung und -beeinflussung kennen				
Skript	wird abgegeben				
<b>701-0034-12L</b>	<b>Integriertes Praktikum: Pflanzenökologie von der Theorie zur Praxis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Hille Ris Lambers, J. Alexander</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Praktikum wird untersucht, wie die Artenzusammensetzung der Wiesen von der Bewirtschaftung und abiotischen Faktoren abhängt. Studierende erlernen Methoden der Vegetationsforschung sowie die Durchführung und Auswertung von Feldexperimenten. Sie verstehen, wie die Eigenschaften von Wiesenpflanzen ihre Reaktion auf die Nutzung bestimmen, und wie dieses Wissen in der Praxis umgesetzt wird.				
Lernziel	Die Studierenden können nach diesem Kurs: - Die Lebensweise von Wiesenpflanzen verstehen und die häufigsten Pflanzenarten erkennen. - Verschiedene Typen von Grünland aufgrund ihrer Struktur und Artenzusammensetzung erkennen und den Zusammenhang mit Boden und Nutzung erklären. - Erhebungen der Artenzusammensetzung und Struktur von Grünland mit üblichen Methoden durchführen. - praxisrelevante Methoden zur Beschreibung und Bewertung von Wiesen anwenden.				
Inhalt	Wir führen Untersuchungen an der ETH Höggerberg und in der Umgebung durch, um die Funktionsweise und Nutzung von Wiesen (Grünland) zu verstehen. Wir vergleichen verschieden genutzte Grünlandtypen miteinander: wie können wir sie schnell erkennen und ökologisch einordnen? Für das Praktikum nutzen wir Versuchsflächen, die eine unterschiedliche Bodenzusammensetzung aufweisen. Wir führen dort Vegetationsaufnahmen durch und analysieren den Einfluss verschiedener abiotischer Faktoren auf die Artzusammensetzungen und deren Verlauf mit der Zeit. Die Daten werden ausgewertet und diskutiert.				
Skript	Unterlagen werden verteilt.				
Literatur	Fachliteratur steht während den Praktika zur Verfügung.				
Voraussetzungen / Besonderes	Bei den Felduntersuchungen sind passende Kleidung und Schuhe, Sonnen- und Regenschutz, sowie Massnahmen gegen Zeckenkrankheiten notwendig (Spray, entsprechende Kleidung, ggf. Impfung); die Teilnehmer:innen sind hierfür selbst verantwortlich.				
Kompetenzen	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
<b>701-0034-15L</b>	<b>Integrated Practical: Aquatic Ecology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Jokela, F. Pomati, C. T. Robinson</b>
Kurzbeschreibung	Praktische Bearbeitung wissenschaftlicher Fragen und praxisorientierter Aufnahmetechniken im Bereich aquatische Ökologie am Fluss und See.				
Lernziel	Die Studierenden lernen, wie wissenschaftliche Fragen im Bereich Aquatische Ökologie in der Praxis untersucht werden, und erhalten eine Übersicht über die wesentlichsten Hypothesen und Methoden. Ausserdem soll dieser Kurs das Fachwissen über die regionalen aquatischen Ökosysteme stärken. Die selbständige Arbeitsweise der Studierenden wird gefördert.				
Inhalt	Koordination: J. Jokela  Im Rahmen dieses Praktikums erhalten die Studierenden einen Einblick in die Ökologie und Struktur von Fließgewässern und Seen. Die theoretischen Grundlagen zu diesen Systemen werden anfangs in einer Einführungsvorlesung vermittelt. Während der anschliessenden Exkursionen können die Studierenden die Systeme vor Ort kennenlernen und verschiedene Methoden zur Untersuchung und Analyse von aquatischen Systemen anwenden. In einem zweiten Teil gehen die Studierenden mittels wissenschaftlicher Experimente wichtigen Fragestellungen im Bereich aquatische Ökologie nach.				
Skript	kein Skript				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Praktikum findet hauptsächlich an der Eawag Dübendorf statt.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Medien und digitale Technologien			gefördert	
	Problemlösung			gefördert	
	Projektmanagement			gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert	
	Kooperation und Teamarbeit			gefördert	
	Sensibilität für Vielfalt			gefördert	
	Verhandlung			gefördert	
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert	
	Kreatives Denken			gefördert	
	Kritisches Denken			gefördert	
	Integrität und Arbeitsethik			gefördert	
<b>701-0034-16L</b>	<b>Integriertes Praktikum: Neuartige Ökosysteme in der Stadt</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>C. Küffer Schumacher</b>
Kurzbeschreibung	Heutzutage gibt es kaum mehr Ökosysteme, welche nicht stark vom Menschen geprägt sind. Solche neuartige Ökosysteme stellen besondere Herausforderungen an die Umweltwissenschaften, unter anderem weil Natur- und Sozialwissenschaften sowohl für das Verständnis der Prozesse als auch die Problemlösung integriert werden müssen. Der Kurs behandelt das Beispiel der Stadt Zürich.				
Lernziel	In diesem Praktikum werden anhand des Beispiels der Stadt Zürich Grundlagen vermittelt, um solche neuartige Ökosysteme und deren Gestaltung zu verstehen und wissenschaftlich zu begleiten. 1. Kennenlernen von Konzepten der Naturgestaltung in vom Menschen geprägten Ökosystemen: urbane Ökologie, Ökosystemdienstleistungen, Verhältnis Natur-Kultur, Landschaftsarchitektur, Stadtplanung. 2. Anwendung von Wissen aus der Ökologie in einem Mensch-Umwelt-System. 3. Entwicklung von umsetzbaren, praxisnahen Lösungen mittels transdisziplinärer Methoden.				
Inhalt	In einem ersten Teil werden auf Exkursionen durch Zürich spannende Beispiele von Stadtnatur und biophilem Design besucht und diskutiert. In einem zweiten Teil arbeiten Teams an innovativen Lösungsansätzen von der Idee über die Entwicklung von Prototypen bis zur Skizze von Umsetzungsstrategien.				
Skript	wird während der Vorlesung verteilt				
Literatur	wird während der Vorlesung verteilt				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Projektmanagement			gefördert	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation				gefördert
	Kooperation und Teamarbeit				gefördert
	Kundenorientierung				gefördert
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme				gefördert
	Sensibilität für Vielfalt				gefördert
	Verhandlung				gefördert
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken				gefördert
	Kritisches Denken				gefördert
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert
<b>701-0034-17L</b>	<b>Integration der Praktika ■</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>C. E. Pohl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierende integrieren das in den unterschiedlichen integrierten Praktika erworbene Wissen, indem sie es auf ein konkretes Umweltproblem und dessen Bearbeitung anwenden.				
Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage: i) ihr in den integrierten Praktika erworbenes Wissen der Mess- und Analysemethoden bezüglich Relevanz zur Bearbeitung eines konkreten Umweltproblems zu beurteilen. ii) die relevanten Methoden der Praktika so zu kombinieren, dass sie die Bearbeitung des Umweltproblems unterstützen. iii) die Analyse im Austausch mit anderen Studierenden durchzuführen und als Gruppe verständlich zu präsentieren. iv) kritisch zu reflektieren, wo die Grenzen der Methoden bezüglich Problemanalyse und -lösung liegen.				
Inhalt	Im Zentrum dieser Rahmenveranstaltung steht die Integration des in den verschiedenen Praktika erworbenen Wissens zu Mess- und Analysemethoden. Die Integration erfolgt in drei Schritten: 1) Zu Beginn des Semesters werden die Studierenden in das Thema «Integration» und den Arbeitsauftrag eingeführt. Die Studierenden werden in 6-7-er-Gruppen eingeteilt, so dass in jeder Gruppe alle Praktika vertreten sind. Jede Gruppe erarbeitet die Struktur eines Faktenblatts, mit welchem sie die erlernten Methoden und Analysetechniken aus den Praktika dokumentieren. 2) Während des Semesters füllen die Studierenden für jedes der besuchten Praktika pro Gruppe ein Faktenblatt gemäss erarbeiteter Struktur aus. 3) Am ersten Montag nach Abschluss des Semesters bekommen die Gruppen den Auftrag, ein konkreteres Umweltproblem zu bearbeiten. Sie nutzen die Faktenblätter, um die für das Problem relevanten Methoden auszusuchen und diese so zu kombinieren, dass das Problem näher an eine Lösung gebracht wird. Die Gruppen stellen ihre Ergebnisse auf originelle Weise vor. Während des Semesters bieten die Dozierenden und Tutorierenden Sprechstunden an.				
Skript	Die Arbeitsmaterialien werden während des Kurses zur Verfügung gestellt.				
Literatur	-				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Belegen von drei Integrierten Praktika im Semester ist Voraussetzung für den Kurs.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-0034-19L</b>	<b>Integrated Practical: Antibiotic-Resistance in Soil Microbial Communities ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>Y.-T. N. Yu</b>

*Students with known allergy to antibiotics should contact the course coordinator before taking the course*

Kurzbeschreibung	Students will gain a practical appreciation for how common antibiotic-resistant bacteria are in local environments and skills in quantifying their frequency and diversity.				
Lernziel	Students will - gain knowledge of how antibiotics work and the molecular mechanisms of drug resistance, - learn how to isolate microbial samples from soil and analyze the frequency of antibiotic resistant colonies, - compare resistance frequencies across sample sites, - record quantitative variation of diversity in resistant species within and across sample sites, - present their results and compose a scientific report of their findings.				
Inhalt	Increasing detection of multidrug-resistant bacteria in recent years has raised alarm regarding the role of antibiotic use in human medicine and animal husbandry in promoting the spread of antibiotic-resistance genes. Antibiotics, whether produced by natural organisms or released into the environment from human use, can greatly influence the biodiversity of microbial communities. In this course, we will analyze the frequency and diversity of culturable antibiotic-resistant bacteria within soil communities in and near Zurich both at sites proximate to heavy human activity and at relatively undisturbed woodland sites.				
Literatur	Provided in classroom				
Voraussetzungen / Besonderes	701-0220-00L Basic Practical in Microbiology or equivalent lab course				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	geprüft		
Kritisches Denken	gefördert				
Integrität und Arbeitsethik	gefördert				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert				
<b>701-0034-21L</b>	<b>Integrated Practical: Fieldecology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Ghazoul</b> , Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Students learn about ecology and the scientific method by designing and implementing their own ecological research project. Working in small groups, they generate hypotheses, design experiments, collect and analyse data, and interpret and present the results, thereby encompassing the entire research process. In so doing, they will also learn about ecological principles and ideas.				
Lernziel	To explore the scientific method, from start to finish, through ecological hypothesis testing.				
Inhalt	Students will work in small groups to design and implement a small research study to test an ecological idea, and to report the results of the study to the peer group. The course begins by a whole-class discussion of key ecological concepts and principles, and how these are expressed as patterns and processes in the natural world. Using this foundation, students will form small groups, each of which will develop their own ecological ideas, and turn these ideas into testable hypotheses. The groups will then be tasked with the design of experiments or sampling protocols by which to test hypothesis, with due consideration of statistical design, replication (and feasibility), and taking account of the range of variables that need to be considered. Based on this research design, students will collect data in the field, which will then be analysed statistically, and the outcomes interpreted. Derived conclusions will be set in the context of ecological theory and the wider literature. The research outcomes will be communicated through a presentation given to the class. Finally, the whole class will reflect, share and discuss what they have learned from three perspectives: ecological ideas, research design and science implementation, and group work. One mentor will be assigned to each group, providing support and guidance throughout the process. Learning outcomes On completing the course students will be able to: 1. Develop ecological ideas derived from theory, and turn them into testable hypotheses. 2. Design experiments or sampling procedures 3. Consider appropriate statistical design and analytical procedures 4. Collect field-based data 5. Analyse data quantitatively to evaluate the validity of the hypotheses 6. Derive conclusions in the context of ecological theory 7. Communicate scientific results to a peer-group				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>701-0034-22L</b>	<b>Integrated Practical: Python in Geosciences</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Hauser, D. S. Folini</b>
Kurzbeschreibung	Data analysis is indispensable for a wide range of tasks in science and industries. Python is a wide spread language for these and other tasks. The students learn to use, adapt, and write clean and re-usable python code tailored to their specific needs at different examples from geoscience, collaborating in small teams of two to three people. They present their solution at the end of the course.				
Lernziel	In this course, students will learn to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• handle and visualize geoscience data (geoscience specific data formats, maps in python)</li> <li>• work with python on their laptops (install and manage python, use web to help yourself)</li> <li>• write quality code (clean coding, documentation, reusable functions)</li> <li>• collaborate on code (joint projects, adaptation of existing code)</li> <li>• use scripting for reliable and efficient data processing (python)</li> </ul>				
Inhalt	Students work on one concrete project for the duration of the practica. A selection of projects is offered. For each project, skeleton python code is provided, which the students complete and augment. Ideally, students work in teams of two or three to familiarize themselves with how joint code development projects work. This includes aspects like clean and documented code. All projects include some graphics component, and especially geographical maps, as visualizing data is of key relevance for understanding and communicating. Apart from that, different projects will come from different practical applications and thus highlight different aspects of python. At the end of the practica, all projects will be presented, along with the challenges that occurred and how they were tackled. As our goal is that students learn to work with python on their own, using their own laptop and the internet for tackling problems is highly encouraged but not mandatory. Compute resources and assistance are provided. No script is provided.				
Literatur	Instructions and literature will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of python (e.g. 'Einsatz von Informatikmitteln', 252-0839-00 or equivalent). Bring your own laptop – or contact organizers if you do not own a laptop				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0034-23L</b>	<b>Integriertes Praktikum: Karbonatchemie in aquatischen Systemen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>L. Winkel, A. Nghiem, A. Stenke</b>
Kurzbeschreibung	Warum ist der pH-Wert von aquatischen Systemen von Interesse? Welche Faktoren bestimmen den pH-Wert von Gewässern? Dieses Praktikum vermittelt eine theoretische und praktische Einführung in das faszinierende Gebiet der Karbonatchemie in natürlichen Gewässern. Der Kurs verbindet Feldmessungen mit der statistischer Auswertung eigenständig erhobener Datensätze.				
Lernziel	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten einen Überblick über das wissenschaftliche Arbeiten im Feld («best practice»)</li> <li>• lernen gebräuchliche Methoden zur Erhebung chemischer Messwerte in Gewässern</li> <li>• lernen einfache statistische Werkzeuge zur Datenanalyse zu benutzen</li> <li>• verstehen die Prinzipien der Karbonatchemie in Gewässern und deren Bedeutung</li> <li>• sammeln Erfahrungen mit der Variabilität von Umweltsystemen</li> </ul>				
Inhalt	Das Praktikum gibt eine Einführung in die wichtigsten chemischen Prozesse in aquatischen Systemen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Karbonatsystem, welches eine wichtige Rolle bei der Regulierung des pH-Wertes spielt. Hierbei werden wir verschiedene Süswassersysteme wie Flüsse, Seen, Grundwasser usw. genauer unter die Lupe nehmen, um deren typischen pH-Werte und die zugrunde liegende Chemie besser zu verstehen. Des Weiteren werden wir die Bedeutung des pH-Werts beleuchten: Aufgrund seines Einflusses auf vielerlei chemische und biologische Prozesse wird der pH-Wert auch als "Master Variable" bezeichnet. <p>Folgenden Fragen werden wir nachgehen: Welche Faktoren bestimmen den pH-Wert dieser aquatischen Systeme? Warum ist deren Kenntnis von Bedeutung? Warum unterscheiden sich die pH-Werte verschiedener Systeme, oder auch nicht? Wie werden die relevanten Grössen gemessen? Wie werten wir die Daten am besten aus?</p> <p>Im ersten Teil des Praktikums werden wir einige grundlegende Prinzipien der aquatischen Chemie diskutieren. Danach folgt eine Einführung in die akkurate Anwendung unterschiedlicher Messinstrumente. Dazu führen wir Messungen an verschiedenen Wassersystemen rund um Dübendorf durch. Im zweiten Teil werden einfache graphische und statistische Methoden zur grundlegenden Datenanalyse vermittelt und damit die eigenen Messdaten ausgewertet. Im letzten Teil werden wir unsere Messungen und die neu gewonnenen Erkenntnisse mit Datensätzen von anderen aquatischen Systemen und auf anderen Zeitskalen vergleichen.</p>				
Literatur	Ergänzende Literatur wird den Studierenden im Verlauf des Praktikums zur Verfügung gestellt.				
<b>701-0035-00L</b>	<b>Integriertes Praktikum: Umweltbeobachtungen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Henneberger</b>
Kurzbeschreibung	Beobachtungsnetze - die Kombinationen einzelner Messgeräte - stehen bei der Erfassung von quantitativen Umweltdaten an erster Stelle. Die Strukturen und Eigenheiten realer Beobachtungsnetze werden vermittelt. Bei der Bearbeitung praktischer Probleme lernt man in einzelnen Versuchen verschiedene Typen von Beobachtungsnetzen kennen; Fragen zur Datenqualität und Datenverfügbarkeit werden diskutiert.				
Lernziel	Vertraut werden mit bestehenden Messnetzen für Umweltbeobachtungen. Einblick in die Mess- und Interpretationsproblematik von multi-dimensionalen Feldern von atmosphärenphysikalischen, atmosphärenchemischen und geophysikalischen Parametern.				
Inhalt	Beobachtungsnetze für atmosphärenphysikalische, atmosphärenchemische, geophysikalische, hydrologische und klimatologische Messgrössen auf verschiedenen Skalen (synoptisch: 1000 km; mesoskalig: 100 km und mikroskalig: 100 m). Kombination von Bodenmesswerten und Fernerkundungsgrössen (Satelliten, Radar). Lösen von Interpolationsproblemen in multi-dimensionalen Feldern von Messgrössen. Beurteilung der Repräsentativität von Stützwerten, d.h. der einzelnen Messwerte in einem Beobachtungsnetz.				
Skript	Die Praktikumsanleitung wird jedes Jahr neu herausgegeben. Sie enthält neben den aktuellen Fragestellungen für die einzelnen Versuche theoretische Grundlagen zu Beobachtungsnetzen und Hinweise für die Abfassung wissenschaftlicher Berichte. Die Anleitung kann als pdf von der Praktikumswebseite heruntergeladen werden.				
Literatur	Siehe Literaturverzeichnis in der Praktikumsanleitung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>701-0034-24L</b>	<b>Integrated Practical: Understanding Complexity through Systems Approaches</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>G. Vaccario, A. Giger Dray, Noch nicht bekannt</b>
Kurzbeschreibung	The course focuses on developing system dynamic models for socio-technical transitions. With the practical case of upscaling the use of wood for construction, students will interact with stakeholders of the wood supply chain and model 1) their relations, 2) emerging non-linear dynamics (e.g., feedbacks and tipping points), and 3) trade-offs between economic, societal, and environmental benefits.				
Lernziel	In this course, students will: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Understand the theory of system dynamics modelling.</li> <li>● Learn about the wood supply chain (from forest management to its use in construction) and its different stakeholders (such as forest owners, communities benefitting from the forest services, public institutions, sawmills, and construction companies).</li> <li>● Learn to identify and model problems that require a cross-domain perspective, i.e., that are composed of economic, societal and environmental aspects.</li> <li>● Develop SDMs and evaluate their utility.</li> </ul>				
Inhalt	SDMs allow for capturing the non-linear relations among the elements of a system, identifying feedback loops, and making projections about the development of a system. It also allows modeling the relation of tangible assets (e.g., the product flows between two locations) to less tangible ones (e.g., preferences of economic actors in a product or its need). They are also a valuable tool to match both qualitative and quantitative understanding of a system. <p>Students will be introduced to the concepts behind SDMs in general, illustrated through the case of the wood supply chain. This supply chain is highly complex and touches the interests of very different stakeholders. These stakeholders are, for example, economic actors such as forest managers, sawmill owners, and construction companies. These stakeholders have different interests, interact with each other, and create a complex system whose properties cannot be understood by considering its elements separately.</p> <p>The student will develop a system dynamic model (SDM) for the wood supply chain. With this model and the associated system understanding, students will identify problems arising from upscaling wood production for the construction sector and evaluate solutions. The students will be divided into three groups of four, and each group will be assigned a problem to focus on. This means they will iteratively refine the model presented during the first lecture. To do this, they will be introduced to programs (e.g., Kumu or Vensim) and methods to formalize and analyze SDMs. Moreover, they will have to integrate knowledge from publicly available resources, experts, and stakeholders into SDMs. This process will also allow them to learn about the participatory process in modeling a system and identifying problems. Finally, the students will present their models and compare them across groups. By this, they will develop the ability to evaluate SDMs and their usage.</p>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Churkina, G., &amp; Organschi, A. (2022). Will a Transition to Timber Construction Cool the Climate?. Sustainability, 14(7), 4271</li> <li>• Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C.P.O. et al. Buildings as a global carbon sink. Nat Sustain 3, 269–276 (2020).</li> <li>• Bertalanffy, L. V. (1968). General system theory: Foundations, development, applications. G. Braziller.</li> <li>• Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. Research policy, 33(6-7), 897-920.</li> <li>• Xie, S.H., Kurz, W.A. &amp; McFarlane, P.N. Inward- versus outward-focused bioeconomy strategies for British Columbia's forest products industry: a harvested wood products carbon storage and emission perspective. Carbon Balance Manage 16, 30 (2021).</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ► Sozial- und Geisteswissenschaften

### ►► SG-PT Pflichtteil

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0729-00L</b>	<b>Methoden der empirischen Sozialforschung</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Stauffacher, M. Marti, T. Tröndle</b>
Kurzbeschreibung	Ziel dieser Veranstaltung ist es, methodische Prinzipien sozialwissenschaftlicher Forschung zu vermitteln und somit zu einer kritischen Reflexion von sozialwissenschaftlichen Erkenntnissen anzuregen. Die Veranstaltung gibt einen Einblick in die konkrete Vorgehensweise und die Methoden leitfadengestützter Interviewtechniken sowie der Fragebogenforschung.				
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung von methodengestütztem Vorgehen in der Sozialwissenschaft beschreiben.</li> <li>- Grundprinzipien sozialwissenschaftlichen Forschens erklären.</li> <li>- Berichte in den Medien zu Resultaten sozialwissenschaftlicher Forschung kritisch lesen.</li> <li>- kleinere Interviews und Fragebogenerhebungen durchführen.</li> </ul>				
Inhalt	Alle Teilnehmenden verpflichten sich zur aktiven Mitarbeit in Form von drei Übungen (leitfadengestütztes Interview, Erstellung von Fragebogen, Erhebung und Auswertung von Fragebogen). <p>Inhaltsübersicht:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Wozu empirische (Sozial-)Forschung?</li> <li>(2) Der Forschungsablauf im Überblick, verknüpfen von qualitativen und quantitativen Methoden</li> <li>(3) Leitfadengestützte Interviews: erstellen Leitfaden, Durchführung und Auswertung</li> <li>(4) Fragebogen: Hypothesen erarbeiten, Fragebogen erstellen, Durchführung, Daten auswerten, und Resultate darstellen</li> </ol>				
Skript	Die Dozierenden arbeiten mit Folien, die als Handout abgegeben werden.				
Literatur	Zur ergänzenden Begleitlektüre kann folgendes Buch empfohlen werden: Bryman, A. (2012, 4th edition). Social research methods. New York: Oxford University Press.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>851-0712-00L</b>	<b>Introduction au Droit public</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Nicole</b>
---------------------	-------------------------------------	----------	-------------	-----------	------------------

Kurzbeschreibung	Le cours de droit public porte notamment sur les bases du droit constitutionnel et sur les principales notions de droit administratif général. Le droit administratif spécial est brièvement abordé, avec un accent mis sur le droit de l'aménagement du territoire et des constructions. Les examens peuvent être présentés en français ou en italien.
Lernziel	Enseignement des principes du droit, en particulier du droit privé et du droit public. Introduction au droit.
Inhalt	Le cours de droit civil porte notamment sur le droit des obligations (droit des contrats et responsabilité civile) et sur les droits réels (propriété, gages et servitudes). De plus, il est donné un bref aperçu du droit de la procédure et de l'exécution forcée. Le cours de droit public traite du droit constitutionnel et du droit administratif, avec un accent particulier sur le droit des constructions et de l'aménagement du territoire, ainsi que sur le droit de l'environnement.
Literatur	Editions officielles des lois fédérales, en langue française ou italienne, disponibles auprès de la plupart des librairies.

Sont indispensables:

- en hiver: le Code civil et le Code des obligations;
- en été: la Constitution fédérale et la loi fédérale sur l'aménagement du territoire ainsi que la loi fédérale sur la protection de l'environnement.

Sont conseillés:

- Nef, Urs Ch.: Le droit des obligations à l'usage des ingénieurs et des architectes, trad. Bovay, J., éd. Payot, Lausanne 1992
- Scyboz, G. et Gilliéron, P.-R., éd.: Edition annotée du Code civil et du Code des obligations, Payot, Lausanne 1999
- Boillod, J.-P.: Manuel de droit, éd Slatkine, Genève 1999
- Biasio, G./Foglia, A.: Introduzione ai codici di diritto privato svizzero, ed. Giappichelli, Torino 1999

Voraussetzungen / Besonderes: Le cours de droit civil et le cours de droit public sont l'équivalent des cours "Rechtslehre" et "Baurecht" en langue allemande et des exercices y relatifs.

Les examens peuvent se faire en français ou en italien. Le candidat qui désire être interrogé en langue italienne le précisera lors de l'inscription et avertira les examinateurs par écrit un mois au plus tard avant l'examen.

851-0738-04L	Umweltrecht	W	2 KP	2V	B. Schibli
Kurzbeschreibung	Das Umweltrecht regelt den Schutz des Menschen und seiner Umwelt wie z.B. Tiere, Pflanzen, Lebensräume, Boden, Gewässer und Luft. Es spielt bei staatlichen wie auch privaten Vorhaben eine zunehmende Rolle. Die Vorlesung vermittelt anhand von konkreten Beispielen einen Gesamtüberblick über das schweizerische Umweltrecht. Mittels Falllösungen und Gruppenarbeiten werden einzelne Themen vertieft.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden können die Rechtserlasse des Umweltrechts in einem konkreten Fall anwenden.</li> <li>- Die Studierenden können erklären, wann die Grundprinzipien und die besonderen Instrumente des Umweltrechts zur Anwendung kommen und welche Konsequenzen sie für ein konkretes Vorhaben haben können.</li> <li>- Die Studierenden können die grössten Schwachstellen des Umweltrechts und den damit zusammenhängenden rechtlichen Handlungsbedarf erläutern.</li> <li>- Die Studierenden können ihre Aufgaben und Kompetenzen als Umweltnaturwissenschaftler im Vergleich zu denjenigen der Juristen beschreiben.</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ►► Wahlfächer

*Diese Wahlfächer können bereits ab HS22 gewählt werden, Ab HS23 wird es nur noch diese Struktur geben.*

## ►►► Geisteswissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0712-00L	Naturbeziehungen in aussereuropäischen Gesellschaften	W	2 KP	2V	T. Haller Merten
Kurzbeschreibung	Das Naturverständnis von aussereuropäischen Gesellschaften wird vorgestellt. "Natur" gilt für viele Ethnien in Afrika, Asien und Lateinamerika als belebte Mitwelt von Geistern und Göttern. Diese Sichtweise wird aus naturwissenschaftlicher Logik als irrational bezeichnet. Welche Auswirkungen hat die religiöse Wahrnehmung aber auf die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen?				
Lernziel	In dieser Veranstaltung soll den Studierenden eine Einführung in die Weltansicht aussereuropäischer Völker aus ethnologischer Sicht gegeben werden. Insbesondere geht es darum aufzuzeigen, wie solche Völker das wahrnehmen, was wir als "Natur" oder "Umwelt" bezeichnen. Teilaspekte von Strategien der Ressourcennutzung sollen so besser verstanden werden und zu einem kritischen Verständnis des Verhaltens von Gruppen und Individuen in aussereuropäischen Gesellschaften in konkreten, praxisrelevanten Situationen der partizipativen Zusammenarbeit in der nachhaltigen Ressourcennutzung führen.				
Inhalt	Die Studierenden werden dabei mit Vorstellungen und Ideologien von Natur konfrontiert, die sich nicht mit unserer Logik physisch-chemischer und biologischer Abläufe in der "Natur" decken, und die wir somit als "irrational" empfinden. Wir werden uns mit verschiedenen Konzepten aus dem Bereich der Religions-Ethnologie beschäftigen, die sich insbesondere im Bereich Magie, Hexerei und Orakelbefragung mit der "Rationalität" solcher Umweltvorstellungen auseinandersetzen. Seit der Beschäftigung mit der Ökosystemtheorie durch Roy Rappaport erhielt diese "wilde Denken" eine neue Funktion (Rappaport 1971, 1979). Es wurde in Zusammenhang eines gesamten Ökosystems analysiert, zu dessen Erhaltung und zu dessen Fließgleichgewicht es diene. Diese Sichtweise, obwohl heftig kritisiert, ist von Bedeutung, weil mit der ökologischen Krise man in der industrialisierte Welt Ausschau nach neuen Konzepten hält. Diese werden teilweise in den uns fremden Bildern aussereuropäischer Völker von der "heiligen Natur" gesehen, welche uns als Lehre dienen und zu nachhaltiger Ressourcennutzung führen könnte. Zudem erscheinen die Umwelt-Bilder und Weltansichten dieser Gesellschaften (heute oftmals indigene Völker genannt) auf der praktischen Ebene als gelebter Naturschutz, den es insbesondere für die Konservierung von Biodiversität zu erhalten gilt. Heilige Orte sollen nun auch für den Schutz von beispielsweise Nationalparks oder Biosphärenreservaten dienen. In diesem Zusammenhang ist ein genauer Blick von Nöten, denn Fehlanalysen sind in diesem Bereich fatal und eine unkritische Instrumentalisierung magischer Weltansichten kontraproduktiv. Wo jedoch religiöse Weltansichten der Natur eine im Sinne der Nachhaltigkeit positive Rolle spielen können, ist der Bereich der Institutionen für das Ressourcenmanagement. Dieser Begriff wird hier im Sinne des Neuen Institutionalismus verwendet: Institutionen sind demnach Regeln, Werte und Normen, die das Handeln der Individuen beeinflussen und eine gewisse Sicherheit bezüglich dem erwarteten Verhalten der anderen Individuen einer Gemeinschaft bieten und dabei die sogenannten Transaktionskosten (Informationsbeschaffung bezüglich dem Verhalten anderer Akteure, Überwachung und Sanktionierung) reduzieren (North 1990, Ostrom 1990, Ensminger 1992). Dieser aus der Ökonomie beeinflusste Ansatz weist meines Erachtens interessante Elemente bezüglich der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen auf, was sich bei der Nutzung von Kollektivressourcen (Com				
Skript	Zur Veranstaltung gibt es kein Skript, aber es wird rechtzeitig ein Ordner mit der relevanten Literatur bereitgestellt. Am Thema Interessierte Studierende können sich bereits in folgenden zwei Büchern ins Thema einlesen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berkes, Fikret. 1999. Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management. Philadelphia: Taylor and Francis.</li> <li>- Haller, Tobias. 2001. Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen: Umweltpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen Nord-Kameruns. Studien zur Sozialanthropologie. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.</li> </ul>				

Literatur	<p>Becker, Dustin, C. and Elinor Ostrom, 1995. Human Ecology and Resource Sustainability: The Importance of Institutional Diversity. <i>Annu. Rev. Ecol. Syst.</i> 1995. No. 26:113-33.</p> <p>Berkes, Fikret. 1999. <i>Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management</i>. Philadelphia: Taylor and Francis.</p> <p>Dangwal, Parmesh. 1998. Van Gujjars at Apex of National Park Management. <i>Indigenous Affairs</i> No.4:24-31.</p> <p>Diener, Paul and Robkin, Eugene E. 1978. Ecology, Evolution, and the Search for Cultural Origins: The Question of Islamic Pig Prohibition. In: <i>Current Anthropology</i> 19, No.3():493-540.</p> <p>Diener, Paul, Nonini, Donald and Robkin, Eugene E. 1977/78. The Dialectics of the Sacred Cow: Ecological Adaptation versus Political Appropriation in the Origins of Indias Cattle Complex. In: <i>Dialectical Anthropology</i> (Amsterdam) 3: 221-241.</p> <p>Evans-Pritchard, Edward E. 1978. Hexerei, Magie und Orakel bei den Zande. Frankfurt am Main: Suhrkamp.</p> <p>Evans-Pritchard, Edward und Mayer Fortes. 1983. Afrikanische politische Systeme, in: Kramer, F. und Siegrist, Ch. eds. <i>Gesellschaften ohne Staat</i>. Frankfurt a. Main: Syndikat: 150-174.</p> <p>Fairhead, James und Leach, Melissa. 1996. <i>Misreading the African Landscape. Society and ecology in a forest-savanna mosaic</i>. Cambridge: Cambridge University Press.</p> <p>Freed, Stanley A. and Freed, Ruth, S. 1981. Sacred Cows and Water Buffalo in India: The Uses of Ethnography. In: <i>Current Anthropology</i> 22, No.5: 483-502.</p> <p>Haller, Tobias. 1995. Raub der Seelenschatten in Nord-Kamerun. Krankheit bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen. In: Keller, Frank-Beat (Hg.). <i>Krank warum? Vorstellung der Völker, Heiler und Mediziner</i>, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung. Ostfildern: Cantz Verlag. pp.302-306.</p> <p>Haller, Tobias. 2000. Bodendegradierung und Ernährungskrise bei den Ouldeme und Platha. Umwelt- und Ernährungsprobleme bei zwei Feldbauerngruppen in den Mandarabergen Nord-Kameruns: Eine Folge der Adaptation an Monetarisierung und Wandel traditioneller institutioneller Rahmenbedingungen. In: <i>Zeitschrift für Ethnologie</i> 124 (1999): 335-354.</p> <p>Haller, Tobias. 2001. <i>Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen: Umweltpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen Nord-Kameruns</i>. Studien zur Sozialanthropologie. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.</p> <p>Haller, Tobias. 2002a. Spiel gegen Risiken in der Natur, In: Giordano et al (Hrsg.). <i>Ordnung, Risiko und Gefährdung</i>. Reader des Blockseminars der Schweizerischen</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung beginnt in einem ersten Teil mit einer Reihe von Vorlesungen und wird in einem zweiten Teil mit Lesen und Diskutieren von Texten (Kurzvorträge von den Studierenden) fortgesetzt (nähere Erläuterungen und Programm am Anfang der Veranstaltung).

<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Inhalt	<p>Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteufeln die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermaßen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung.</p> <p>Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.</p>				
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kupper, P. (2021). <i>Umweltgeschichte</i>, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.</li> <li>- Radkau, J. (2011). <i>Die Ära der Ökologie</i>, München: Beck.</li> <li>- McNeill, J.R. (2003). <i>Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert</i>, Frankfurt a. M.: Campus.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		

### ►►► Sozialwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0704-00L	<b>Political Ecology: from Critique to Transformation (University of Zurich)</b> <i>No enrolment to this course at ETH Zurich. Book the corresponding module directly at UZH as an incoming student.</i> <i>UZH Module Code: 07SMGEO425</i>  <i>Mind the enrolment deadlines at UZH:</i> <a href="https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html">https://www.uzh.ch/cmsssl/en/studies/application/deadlines.html</a>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>3S</b>	Uni-Dozierende
Kurzbeschreibung	The course will be run as an intensive seminar: lectures and close reading of canonical texts will be complemented by discussions and smaller exercises. It will illustrate practical applications of theoretical concepts through case studies and offer students the option to apply course concepts in a service-learning project. It will guide students through the process of writing a seminar paper.				
Lernziel	<p>Upon completion of the seminar, students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- have reflected upon the complex and conflictual relations that govern access to and control over nature and natural resources</li> <li>- have critically assessed the existing debates on these topics and can apply them to case studies</li> <li>- have worked on the formulation of a consistent argument in their seminar paper</li> <li>- have practiced scholarly skills, such as scientific writing, presentations and debating in class.</li> </ul>				

### ►►► Management

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-1038-00L	<b>Sustainability Start-Up Seminar</b> <i>Number of participants limited to 30.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. H. Sägesser</b>

Kurzbeschreibung	Participants are lead through a venturing process inspired by Lean and Design Thinking and social innovation methodologies. The course contains problem identification, idea generation and evaluation, team formation, and the development of one entrepreneurial idea per team. Starting points for entrepreneurial ideas are the climate crisis and biodiversity loss.
Lernziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Students have experienced and know how to take the first steps towards co-creating a venture and potentially company</li> <li>2. Students reflect deeply on sustainability issues (with a focus on climate change &amp; biodiversity) and can formulate a problem statement</li> <li>3. Students believe in their ability to bring change to the world with their own ideas</li> <li>4. Students are able to apply entrepreneurial practices such as e.g. the lean startup approach</li> <li>5. Students have built a first network and know how to proceed and who to approach in case they would like to take their ventures further.</li> </ol>
Inhalt	<p>This course is aimed at people with a keen interest to address sustainability issues (with a focus on climate crisis and biodiversity loss) in collaborative and co-creative ways, with a curious mindset, and potentially first ideas for entrepreneurial action!</p> <p>The seminar consists of a mix of lectures, workshops, individual working sessions, teamwork, and student presentations/pitches. This class is taught by a reflective practitioner of entrepreneurial action for societal transformation. Real-world climate entrepreneurs and experts from the Swiss start-up and sustainability community will be invited to support individual sessions.</p> <p>All course content is based on latest international entrepreneurship practices and contains continuous processes of self- and world making.</p> <p>The seminar starts with an introduction to sustainability (with a special focus on climate change &amp; biodiversity), social innovation and entrepreneurship. Students are asked to self-select into an area of their interest in which they will develop entrepreneurial ideas throughout the course.</p> <p>The first part of the course then focuses on deeply understanding sustainability problems within the area of interest. Through workshops and self-study, students will identify key design challenges, generate ideas, as well as provide systematic and constructive feedback to their peers.</p> <p>In the second part of the course, students will form teams around their generated ideas. In these teams they will develop a business model and, following the lean start-up process, conduct real-life testing, as well as pivoting of these business models.</p> <p>In the final part of the course, students present their insights gained from the lean start-up process, as well as pitch their entrepreneurial ideas and business models to an expert jury. The course will conclude with a session that provides students with a network and resources to further pursue their entrepreneurial journey.</p>
Skript	All material used will be made available to the participants via moodle.
Literatur	No pre-reading required.
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisite: Interest in sustainability, entrepreneurship, collaboration and readiness to open up, share and reflect deeply.</p> <p>Notes:  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. It is not required that participants already have an idea for entrepreneurial action at the beginning of the course.</li> <li>2. Focus is on entrepreneurial action which can take many forms. Eg. startup, SME, campaign, intrapreneurial action, non-profit, ...</li> <li>2. No legal entities (e.g. GmbH, Association, AG) need to be founded for this course.</li> </ol> </p> <p>Target participants: PhD students, Msc students and MAS students from all departments. The number of participants is limited to max.24.</p> <p>Waiting list: After subscribing you will be added to the waiting list. The lecturer will contact you a few weeks before the start of the seminar to confirm your interest and to ensure a good mixture of study backgrounds, only then you're accepted to the course.</p>

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
		Analytische Kompetenzen	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
		Kommunikation	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
Kreatives Denken		geprüft	
Kritisches Denken		geprüft	
Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>751-1101-10L</b>	<b>Finanz- und Rechnungswesen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Buchhaltung und Kostenkalkulation verstehen				
Lernziel	Buchhaltung und Kostenkalkulation verstehen und anwenden können				
Inhalt	Die Bestandteile der Finanzbuchhaltung, die Bilanz und die Erfolgsrechnung, werden schrittweise erklärt und zur doppelten Buchhaltung zusammengeführt. Weiter bilden die Mitflussrechnung und die Kennzahlenanalyse inhaltliche Schwerpunkte. Schliesslich werden die beiden Bereiche der Betriebsbuchhaltung, die Kostenkalkulation und die Kosten-/Leistungsrechnung (Deckungsbeitrag und Vollkostenrechnung) erläutert. Die Übungen machen rund ein Drittel der Vorlesung aus.				
Skript	steht zur Verfügung				
Literatur	Meyer, C., 2012, Betriebswirtschaftliches Rechnungswesen, 3. Überarbeitete Auflage, Schulthess, Zürich.				

▶▶▶ **Wirtschaftswissenschaften**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0758-00L</b>	<b>Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Grundlagen, zentralen Fragestellungen, Analysen der Ökologischen Ökonomik kennen. Im Zentrum steht dabei das Thema Wirtschaftswachstum. Welche Positionen hat die Ökologische Ökonomik dazu? Mit welchen Theorien und Konzepten begründet sie dies insgesamt und in einzelnen ökonomischen Teilbereichen (z.B. Ressourcenverbrauch, Konsum, Arbeitsmarkt, Unternehmen)?				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen und zentralen Fragestellungen der Ökologischen Ökonomik (ÖÖ): z.B. 'pre-analytic vision', Gegenstandsbereich, Entstehung ÖÖ, Beiträge involvierter Disziplinen wie Ökologie oder Politologie, ökologisch-ökonomische Analyse von Themen wie Arbeitsmarkt, Konsum oder Geld. Kritische Analyse von Wachstum und Kennenlernen von Ansätzen zur Reduktion von Wachstumswängen.				
Inhalt	Was ist Ökologische Ökonomik, was sind die Themen? Gegenstand und Grundlagen der Ökologischen Ö., Ressourcenverbrauch, seine Entwicklung und Messung Messung wirtschaftlicher Leistung und Wohlfahrt, Wirtschaftswachstum, Wachstumskritik und Postwachstumsgesellschaft, Wachstumswänge in Bereichen wie Konsum, Geld, Unternehmen, Arbeitsmarkt; Ansatzpunkte für Wachstumsunabhängigkeit und Postwachstumsgesellschaft				
Skript	Kein Skript. Folien und Texte werden vorgängig zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Spash, C. L., Ed. (2017). The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Abingdon, Routledge.  Seidl, I. /Zahrnt A. (2010). Postwachstumsgesellschaft. Konzepte für die Zukunft, Marburg, Metropolis  Seidl, I. /Zahrnt A. (2019). Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft, Marburg, Metropolis  Ausgewählte wissenschaftliche Artikel werden je 1 Woche vor Vorlesung zur Verfügung gestellt				
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch einer Vorlesung zu Umweltökonomie oder anderweitige Grundkenntnisse in Ökonomie (z.B. Matura) vorteilhaft				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-0764-00L</b>	<b>Kritische Auseinandersetzung mit dem ökonomischen W Wachstumsparadigma</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>I. Seidl</b>	
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird je Veranstaltung ein wissenschaftlicher Artikel gelesen und diskutiert und vorgängig vorbereitet. Die Texte beschäftigen sich eingehend und kritisch mit Wirtschaftswachstum und der Umweltthematik.				
Lernziel	Vertiefte Kenntnis der ökologischen Ökonomik, der ökonomisch-ökologischen Wachstumskritik, der energetisch-materiellen Implikationen von Wachstum, der Konsumkritik und wachstumskritischen Denktraditionen. Lesen und Reflexion wissenschaftlicher Texte.				
Inhalt	Wachstumstheorie, Wachstumsparadigma, Wachstumskritik, Energie, Entropie/Energie, Neoklassik versus Ökologische Ökonomik, Konsumtheorien und Konsumerismus.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnahme am Kurs: 701-0758-00L Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik (parallele oder frühere Teilnahme) oder gute ökologisch-ökonomische oder umweltökonomische Grundkenntnisse				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>363-0532-00L</b>	<b>Ökonomische Theorie der Nachhaltigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit; Modelle des neoklassischen und des endogenen Wachstums; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitution und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve; Nachhaltigkeitspolitik				
Lernziel	Die Studierenden sollen ein wissenschaftliches Verständnis für die Implikationen nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf das langfristige Wachstum von Volkswirtschaften entwickeln. Es soll herausgearbeitet werden, inwieweit das Potential für ein nachhaltiges Wachstum von Substitutionsmöglichkeiten, technologischem Fortschritt und umweltpolitischen Eingriffen des Staates abhängig ist. Nach einem erfolgreichen Abschluss dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage: 1. die Ursachen der langfristigen Entwicklung von Wirtschaften zu verstehen 2. den Einfluss von natürlichen Ressourcen und von Umweltverschmutzung auf die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu analysieren 3. die Rolle der Politik für die Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele zweckmässig einzuordnen.				
Inhalt	Die Studierenden werden zunächst mit unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen nachhaltiger Entwicklung vertraut gemacht. Aufbauend auf dieser Grundlage werden Bedingungen für nachhaltiges Wachstum bei Umweltverschmutzung und knappen natürlichen Ressourcen näher beleuchtet. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle von Substitutionsmöglichkeiten und technischem Fortschritt für die Ueberwindung von Ressourcenknappheit. Auswirkungen von Umweltexternalitäten werden in Bezug auf mögliche Ansatzpunkte für wirtschafts- und umweltpolitische Eingriffe des Staates betrachtet. Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsoptimismus vs. pessimismus; Einführung in Modelle neoklassischen und endogenen Wachstums; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitutionelastizität und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve: Grundkonzept, theoretische Elemente, empirische Resultate; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen, Hartwick-Regel, Konsumententwicklung bei zinsabhängigem Sparen, ressourcensparender technischer Fortschritt.				
Skript	Die Folien zur Veranstaltung werden vorlesungsbegleitend über Internet zugänglich gemacht.				



- Literatur Bretschger, F. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.
- Bretschger, L. (2004), Wachstumstheorie, Oldenbourg, 3. Auflage, München.
- Bretschger, L. (2018), Greening Economy, Graying Society, CER-ETH Press, ETH Zurich.
- Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray and M. Common (2011), Natural Resource and Environmental Economics, Longman, 4th ed., Essex.
- Neumayer, E. (2003), Weak and Strong Sustainability, 2nd ed., Cheltenham: Edward Elgar.

Weitere Literaturangaben in der Vorlesung

### ►► Anrechenbare Sprachkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0832-10L	<b>Advanced English for Academic Purposes (C1-C2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	W	2 KP	2G	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	This course is designed for Bachelor's and Master's students from all disciplines who wish to improve their English from C1 towards C2 level and train their language skills at mastery level. Selected academic English features are included to add value to the course to meet standard entrance requirements by leading universities and colleges worldwide.				
Lernziel	Participants should already have reached C1 level (advanced) as defined in the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR). The course is also open to participants whose level is above C1.				
	The course aims to train and develop linguistic skills at mastery level, with a focus on formal and informal academic lexis, on listening and oral communication skills, and on increasing fluency, accuracy, and complexity of spoken language. Students will work on writing well-structured descriptive texts and argumentative essays, with the aim of fulfilling the language requirements for study at an English-speaking university or following university Master's courses held in English.				

### ► Besonders empfohlene naturwissenschaftliche und technische Wahlfächer

#### ►► Für die Systemvertiefung Atmosphäre und Klima

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0106-00L	<b>Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III</b>	W	3 KP	2G	M. A. Sprenger
Kurzbeschreibung	Ausgewählte mathematische Themen und Konzepte, die allenfalls schon in den Vorlesungen Mathematik I-III eingeführt worden sind, werden im Sinne einer Vorbereitung auf spätere Spezialvorlesungen anhand von Beispielen aus der Praxis verknüpft, illustriert, vertraut gemacht und vor allem angewandt. Es wird bei Gelegenheit auch neuer Stoff behandelt.				
Lernziel	Das Ziel besteht darin, auf spätere Spezialvorlesungen vorzubereiten. Die Studierenden sollen vertrauter gemacht werden mit dem schon behandelten mathematischen Stoff, den mathematischen Konzepten und vor allem mit deren Anwendungs- und Interpretationsmöglichkeiten.				
Inhalt	Es werden Beispiele aus der Praxis zu folgenden Themen behandelt: Gewöhnliche Differentialgleichungen; Eigenwertproblem der linearen Algebra; Lineare und nichtlineare Differentialgleichungssysteme; Partielle Differentialgleichungen (Diffusionsgleichung, Transportgleichung, Wellengleichung)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
402-0048-00L	<b>Fortgeschrittene Physik für Umwelt- und ErdwissenschaftlerInnen</b>	W	6 KP	4V+2U	M. Christl
Kurzbeschreibung	Grundkonzepte der Quanten- und Kernphysik ausgerichtet auf umwelt- und erdwissenschaftliche Fragestellungen				
Lernziel	Diese Vorlesung ist eine Einführung in die sogenannte "Moderne Physik". Die Grundlagen der Quanten- und Kernphysik werden vermittelt und allgemeine Lösungsansätze für quantenmechanische und kernphysikalische Probleme werden erarbeitet. Die Fähigkeit zur eigenständigen Lösung einfacher Problemstellungen aus den behandelten Themengebieten wird erreicht. Besonderer Wert wird auf das Verständnis experimenteller Methoden zur Beobachtung der behandelten physikalischen Phänomene gelegt.				
Inhalt	Quantenphysik: Grundlagen der Quantenmechanik: Planck'sche Strahlung mit Bezug zum Strahlungshaushalt und Klima der Erde, Photoeffekt, Materiewellen, Unschärferelation, Schrödingergleichung, Kastenpotential, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator. Atom- und Molekülphysik: Wasserstoffatom, Energiezustände, Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung, molekulare Schwingungszustände, Laser. Kernphysik: Aufbau des Atomkerns (Kernmodelle, Kernkräfte), Radioaktivität (Zerfallsarten), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Nachweis von radioaktiver Strahlung, Strahlenwirkung und Strahlendosis, Kernspaltung und -Fusion, natürliche und künstliche Radioaktivität in der Umwelt, Radioisotope als natürliche Tracer.				
Skript	In der Vorlesung wird Skript verteilt. Dazu werden zu speziellen Themen weitere Unterlagen ausgegeben.				
Literatur	- H. Haken, H. C. Wolf: Atom- und Quantenphysik, 8. Aufl. (Springer, 2004) - K. Bethge, G. Walter, B. Wiedemann: Kernphysik, 2. Aufl. (Springer, 2001)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ►► Für die Systemvertiefung Biogeochemie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
752-1300-00L	Introduction to Toxicology	W	3 KP	2V	S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined.				
	This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			geprüft gefördert

### ►► Für die Systemvertiefung Umweltbiologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0360-00L	Systematische Biologie: Pflanzen ■	W	5 KP	2V+3P	A. Guggisberg
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet einen Überblick über die Diversität der Farn- und Blütenpflanzen. Es werden die Grundlagen der Systematik vermittelt unter Berücksichtigung von morphologischen, phylogenetischen und ökologischen Aspekten. Bei den Pflanzenarten liegt der Schwerpunkt auf der Flora der Schweiz, aber auch Beispiele mit pharmazeutischer Relevanz und Nutzpflanzen werden einbezogen.				
Lernziel	Die Studierenden kennen: - die Grundlagen der Pflanzensystematik - die wichtigsten übergeordneten Pflanzengruppen anhand morphologischer Merkmale und ihrer Biologie - 32 ausgewählte Familien der Blütenpflanzen - 200 ausgewählte Arten und deren Ökologie, mit speziellem Fokus auf die Flora der Schweiz - Beispiele von Arznei- und Nutzpflanzen - die wichtigsten Standorteigenschaften und Vegetationstypen des Tieflandes.				
Inhalt	Die Vorlesung verleiht einen Überblick über Moose, Farne, Gymnospermen und Angiospermen. Ausgewählte Familien der Angiospermen werden ausführlich behandelt. Weitere Themen sind Grundlagen der Pflanzensystematik, Generationswechsel, phylogenetische Stammbäume, morphologische Begriffe, sowie Lebensweise und Ökologie der Pflanzen. Anhand ausgewählter Beispiele wird auf die Bedeutung der Pflanzen als Arznei-, Zeiger- und Nutzpflanzen eingegangen. Zudem wird eine Übersicht über Standorteigenschaften und Vegetation des Tieflandes in der Schweiz gegeben.				
	Im praktischen Teil lernen die Studierenden Merkmale von Blütenpflanzen zu analysieren und üben das Bestimmen von Pflanzenarten. Auf Exkursionen werden Artkenntnisse vermittelt und ein Einblick gegeben in Flora und Vegetation ausgewählter Standorte im Schweizer Mittelland.				
Skript	Hilfreiche Kursunterlagen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Baltisberger et al., Systematische Botanik: Einheimische Farn- und Samenpflanzen. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (4. Aufl. 2013). Hess et al., Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Springer, Basel (7. Aufl. 2015). Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5</a>  Stützel, Botanische Bestimmungsübungen. UTB, Ulmer Verlag (3. Aufl. 2015). Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790">https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790</a>  Baltisberger et al. 2019: weBot. Internetapplikation. Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://www.webot.ethz.ch/">https://www.webot.ethz.ch/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Für Studierende der Pharmazeutischen Wissenschaften BSc obligatorisch, für Studierende Umweltnaturwissenschaften BSc mit Vertiefungen in Wald und Landschaft oder Umweltbiologie besonders empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung			gefördert gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert

227-0398-10L	Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II	W	3 KP	2G	M. Wyss
--------------	--	---	------	----	---------

Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs
Skript	Lecture notes and handouts
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014

<b>551-0448-00L</b>	<b>Zoologie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>O. Y. Martin, M. Greeff</b>
	<i>Biologie Studierende, die das Biologie Lehrdiplom planen zu absolvieren, können den Kurs 551-0448-00 Zoologie als Blockkurs (6KP) an das BSc Biologie Studium anrechnen lassen. Keine Anmeldung über die website "mybiportal" notwendig. Die Belegung kann direkt unter "myStudies" vorgenommen werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Vorlesung: Überblick über die Diversität im Tierreich. Für die wichtigsten Gruppen werden phylogenetische, morphologische und ökologische Aspekte behandelt. Besondere Schwerpunkte sind Arthropoden und Wirbeltiere (inkl. Faunistik der Schweiz).				
Lernziel	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen (Ergänzung zur Vorlesung); Kennenlernen grundlegender Methoden. Vorlesung: Übersicht über die systematische Gliederung des Tierreiches und die Charakteristika der wichtigsten Tiergruppen, grundlegende tierische Baupläne.				
Inhalt	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen; Kennenlernen grundlegender Methoden: Herstellen einfacher Präparate, Sezieren, Mikroskopieren, Zeichnen, Protokollieren. Vorlesung: Überblick über die wichtigsten Gruppen des Tierreichs (Animalia): Baupläne, charakteristische Merkmale, Lebensweise, systematische Gliederung, Beispiele. Schwerpunkte bilden einerseits die Arthropoden (Gliederfüsser) als bei weitem artenreichstem Tierstamm und andererseits die Wirbeltiere inklusive Faunistik der Schweiz.				
Skript	Praktikum: Makro- und mikroskopische Untersuchung von tierähnlichen Einzellern (Protozoa), ausgewählten Wirbellosen (speziell Insekten) und Wirbeltieren: äusserer und innerer Körperbau, Organsysteme; Verhalten: Fortbewegung, Nahrungsaufnahme; Fortpflanzung. Skripte können von Moodle heruntergeladen werden, und zusätzliche Arbeitsblätter (v.a. für Praktikum) werden abgegeben.				
Literatur	Weitere Literatur nicht nötig, im Skript gibt es für Interessierte eine Liste mit weiterführender Literatur.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Für die Systemvertiefung Wald und Landschaft

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0360-00L</b>	<b>Systematische Biologie: Pflanzen ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+3P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet einen Überblick über die Diversität der Farn- und Blütenpflanzen. Es werden die Grundlagen der Systematik vermittelt unter Berücksichtigung von morphologischen, phylogenetischen und ökologischen Aspekten. Bei den Pflanzenarten liegt der Schwerpunkt auf der Flora der Schweiz, aber auch Beispiele mit pharmazeutischer Relevanz und Nutzpflanzen werden einbezogen.				
Lernziel	Die Studierenden kennen: - die Grundlagen der Pflanzensystematik - die wichtigsten übergeordneten Pflanzengruppen anhand morphologischer Merkmale und ihrer Biologie - 32 ausgewählte Familien der Blütenpflanzen - 200 ausgewählte Arten und deren Ökologie, mit speziellem Fokus auf die Flora der Schweiz - Beispiele von Arznei- und Nutzpflanzen - die wichtigsten Standorteigenschaften und Vegetationstypen des Tieflandes.				
Inhalt	Die Vorlesung verleiht einen Überblick über Moose, Farne, Gymnospermen und Angiospermen. Ausgewählte Familien der Angiospermen werden ausführlich behandelt. Weitere Themen sind Grundlagen der Pflanzensystematik, Generationswechsel, phylogenetische Stammbäume, morphologische Begriffe, sowie Lebensweise und Ökologie der Pflanzen. Anhand ausgewählter Beispiele wird auf die Bedeutung der Pflanzen als Arznei-, Zeiger- und Nutzpflanzen eingegangen. Zudem wird eine Übersicht über Standorteigenschaften und Vegetation des Tieflandes in der Schweiz gegeben.  Im praktischen Teil lernen die Studierenden Merkmale von Blütenpflanzen zu analysieren und üben das Bestimmen von Pflanzenarten. Auf Exkursionen werden Artenkenntnisse vermittelt und ein Einblick gegeben in Flora und Vegetation ausgewählter Standorte im Schweizer Mittelland.				
Skript	Hilfreiche Kursunterlagen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				

Literatur	Baltisberger et al., Systematische Botanik: Einheimische Farn- und Samenpflanzen. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (4. Aufl. 2013).		
	Hess et al., Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Springer, Basel (7. Aufl. 2015).		
	Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5</a>		
	Stützel, Botanische Bestimmungsübungen. UTB, Ulmer Verlag (3. Aufl. 2015).		
	Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790">https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790</a>		
	Baltisberger et al. 2019: weBot. Internetapplikation.		
	Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://www.webot.ethz.ch/">https://www.webot.ethz.ch/</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Für Studierende der Pharmazeutischen Wissenschaften BSc obligatorisch, für Studierende Umweltnaturwissenschaften BSc mit Vertiefungen in Wald und Landschaft oder Umweltbiologie besonders empfohlen.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert

## ► Naturwissenschaftliche und technische Wahlfächer

### ►► Agrarökologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1342-00L</b>	<b>Agriculture and Water Quality</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. H. Stamm, E. Frossard, H. Singer</b>
Kurzbeschreibung	Linking scientific basics of different disciplines (agronomy, soil science, aquatic chemistry) with practical questions in the context of real-world problems of diffuse pollution due to agricultural production.				
Lernziel	This course discusses the application of scientific understanding in the context of real-world situations of diffuse pollution caused by agricultural production. It aims at understanding the relevant processes, analysing diffuse pollution and developing mitigation strategies starting from legal requirements regarding water quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversity of diffuse agrochemical pollution</li> <li>- Agronomic background on the use of agrochemicals</li> <li>- Transport of agrochemicals from soils to water bodies</li> <li>- Development of legal requirements for water quality</li> <li>- Monitoring strategies in water bodies</li> <li>- Mitigation strategies</li> <li>- Relevant spatial and temporal scales</li> <li>- Exercises including all major topics</li> <li>- 1 field excursion</li> <li>- 2 - 3 external guest speakers</li> </ul>				
Skript	Handouts will be provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some exercises require R ( <a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a> ) and a laptop during the class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-0014-00L</b>	<b>Agrarökonomie im World Food System</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E.-M. Meemken</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung widmet sich den grossen sozialen und umweltbezogenen Herausforderungen in globalen Ernährungssystemen. Wir vermitteln einen Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse sowie Konzepte und Theorien, um Problemursachen und politische Handlungsoptionen zu beleuchten. Fallstudien aus verschiedenen Regionen werden herangezogen, um Studierenden Einblicke in Forschungsmethoden zu geben.				
Lernziel	Der Kurs hat das Ziel, dass sich Studierende kritisch und unter Nutzung von grundlegenden Konzepten und Theorien mit Fragen auseinandersetzen, die in der Wissenschaft und besonders agrarökonomischen Forschung sowie in dem öffentlichen und politischen Diskurs diskutiert werden. Nach erfolgreichem Abschluss können Studierende die Hauptaussagen agrarökonomischer Forschungsartikel verstehen und einordnen sowie Erkenntnisse und Konzepte auch zur kritischen Einordnung von z.B. Medienbeiträgen heranziehen.				
Inhalt	Verschiedene Themen werden behandelt. Hier ist ein Kurzüberblick mit Beispielen: Armut und ländliche Entwicklung, die "wahren" Kosten von Lebensmitteln, Nachhaltigkeitsstandards, Arbeit in der Landwirtschaft, internationaler Agrarhandel, Gender in Ernährungssystemen, Ernte- und Nahrungsmittelverluste, Ressourcenkonflikte und Landwirtschaft in Krisenregionen, Landnutzung, und Klimawandelanpassung.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden im Laufe des Semesters zur Verfügung gestellt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>751-0280-00L</b>	<b>Kulturpflanzen im World Food System</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Walter, A. Lüscher</b>
Kurzbeschreibung	Kulturpflanzen im World Food System stellt ausgewählte Kulturpflanzen im Kontext verschiedener Nutzungssysteme der Schweiz und der Tropen dar und zeigt gegenseitige Beziehungen auf. Am Beispiel dieser Pflanzen werden allgemeine Prinzipien des Anbaus und der Bedeutung im World Food System dargestellt.				

Lernziel	Die Lehrveranstaltung zielt darauf ab, unter den Studierenden das Verständnis zu fördern für die Herkunft unserer Nahrungsmittel und für die Grundlagen, Möglichkeiten und Einschränkungen bei deren Erzeugung. Am Beispiel ausgewählter Kulturpflanzen stärkt sie die Fähigkeit der Studierenden, Nutzungssysteme zu analysieren und Anbausysteme von Kulturpflanzen als Ausdruck ökologischer und ökonomisch-politischer Rahmenbedingungen zu verstehen.		
	Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage:		
	a) Die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen der Schweiz zu erkennen.		
	b) Nutzungssysteme im weltweiten Kontext und ihre Beziehungen untereinander zu analysieren.		
	c) Anbausysteme von Kulturpflanzen und ihre Bedeutung im Ernährungssystem als Ausdruck ökologischer und betrieblicher Rahmenbedingungen zu verstehen		
	d) Auswirkungen des Marktes (Inland, Export) und ökologisch-politischer Rahmenbedingungen auf Anbausystem und -intensität einiger ausgewählter Kulturpflanzen zu erfassen		
Inhalt	Die Veranstaltung gliedert sich in zwei Abschnitte, die von Dozierenden aus dem jeweiligen Fachgebiet unterrichtet werden.		
	Im ersten Abschnitt von acht oder neun Doppelstunden werden vor allem zentrale Kulturpflanzen der Schweiz und angrenzender Länder behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei auf Weizen gelegt. Für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen werden zentrale Aspekte der Produktion, aber auch der Nutzung und Qualitätskriterien der Produkte vorgestellt. Auch Weiterentwicklungsmöglichkeiten für Anbau und Entwicklung neuer Sorten sowie Forschungsfelder werden angesprochen. Ferner werden ausgewählte tropische Nutzpflanzen in für sie typischen Nutzungssystemen dargestellt. Bei allen Kulturpflanzen werden folgende Themen in unterschiedlicher Intensität behandelt: Ihre Bedeutung im Ernährungssystem, daraus gewonnene Produkte, Botanik, Oekophysiologie, Anbautechnik, Züchtung sowie ernährungsphysiologische Aspekte.		
	Im zweiten Abschnitt werden die Bedeutung der Wiesen und Weiden als Landnutzungsform und das Leitbild des Schweizerischen Futterbaus vorgestellt. Morphologische Eigenschaften und Ansprüche der wichtigsten Gräser- und Leguminosenarten zur Raufutterproduktion im gemässigten Klima werden dargestellt. Darauf aufbauend wird beispielhaft die Bewirtschaftung intensiv und extensiv genutzter Wiesen behandelt und aufgezeigt wie sich diese unterschiedliche Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung und die Leistungen der Wiese auswirkt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken	gefördert gefördert

751-4002-00L	Graslandssysteme	W	2 KP	2G	N. Buchmann
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit und ihre Besonderheiten vorgestellt. Vorkommen, Artenzusammensetzung, Böden, Management und Erträge werden ebenso angesprochen wie der Einfluss von Feuer, invasiven Arten oder Übernutzung. Die Nutzung von existierenden Datensätzen wird thematisiert.				
Lernziel	Die Studierenden werden wichtige Graslandssysteme und ihre ökologischen Besonderheiten auf globalem Massstab kennen, fähig sein, verschiedenartige Einflüsse auf Erträge und Stoffumsätze in Graslandssystemen verschiedener Klimate grob abzuschätzen und zu bewerten, und in der Lage sein, selbstständig mit Fachliteratur und bereits vorhandenen Datensätzen zu arbeiten, in der Gruppe ein Forschungsprojekt zu planen und eine Vorstudie zu machen sowie diese im Plenum zu präsentieren.				
Inhalt	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit betrachtet und ihre Besonderheiten, v. a. in der Artenzusammensetzung, den Stoffumsätzen und ihrer Bewirtschaftung, im Vergleich zu Schweizer Grasländern erarbeitet. Faktoren wie Feuer, invasive Arten, Übernutzung, Extensivierung und Intensivierung werden besprochen. Auswirkungen von globalem Wandel, d. h., Änderungen im Klima und in der Landnutzung, auf Grasländer und ihre Erträge sowie Auswirkungen internationaler Verträge (Kyoto-Protokoll, Biodiversitätskonvention, Desertifikationskonvention) werden diskutiert.				
Skript	Handouts stehen online.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs basiert auf den Kursen "Öko- und Ertragsphysiologie" und "Crop Science: Teil Futterbau". Er bildet die Basis für den ebenfalls systemorientierten Kurs "Biogeochemistry and Sustainable Management" im Master.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft geprüft gefördert geprüft

751-4107-01L	Einführung in den Acker- und Futterbau	W	2 KP	2V	A. Walter, N. Buchmann, A. Lüscher, W. Richner
Kurzbeschreibung	<p><i>Diese Veranstaltung ist ein Teil der umfangreicheren Lehrveranstaltung 751-4107-00 Pflanzenbau und NUR für Studierende im Nebenfach oder Minor gedacht.</i></p> <p><i>Diese LE kann nur von Studierende besucht werden, die NICHT im BSc Agrarwissenschaften eingeschrieben sind.</i></p> <p>In dieser Vorlesung werden die Grundlagen des nachhaltigen Ackerbaus und Futterbaus behandelt.</p>				

Lernziel	Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse und Bewirtschaftungsmethoden des Acker- und Futterbaus in der Schweiz und in Mitteleuropa. Die Studierenden können den Einfluss von Umweltfaktoren und Bewirtschaftung nicht nur auf Einzelpflanzen, sondern auch auf Wiesen- und Weidebestände und auf ihre Erträge beurteilen. Sie verstehen die Relevanz von Fruchtfolgemaßnahmen und können Empfehlungen zur Etablierung von Landbewirtschaftungsmethoden geben. Den Studierenden sind nachhaltige, klimaneutrale und die Biodiversität erhaltende oder fördernde Bewirtschaftungsmassnahmen bekannt, und sie verstehen den Wert einer artenreichen Vegetation für die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Sie können sowohl mit praxisnaher als auch mit wissenschaftlicher Literatur dieses Fachgebietes umgehen und die darin enthaltene Information analysieren, kritisch reflektieren und ihre Meinung dazu angemessen schriftlich auf Deutsch zum Ausdruck bringen.		
Inhalt	Die Vorlesung ist in zwei inhaltliche Abschnitte untergliedert: Ackerbau und Futterbau. Diese Abschnitte werden durch unterschiedliche Dozierende unterrichtet. Durch Literaturarbeit werden die Inhalte vertieft. Zudem werden Verbindungen zwischen den einzelnen Aspekten aufgezeigt. Der Teil 'Ackerbau' befasst sich mit grundlegenden Schritten des ackerbaulichen Feldmanagements wie Bodenbearbeitung, Aussaat und Pflanzenpflege. Einwirkungen auf die Bodenstruktur, unterschiedliche Bearbeitungsmassnahmen für unterschiedliche Kulturen sowie Unterschiede in der Intensität des Eingriffes im Vergleich einer konventionellen und einer bodenschonenden Bearbeitung (z.B. Direktsaat) werden erklärt. Ebenso werden die wichtigsten Unterschiede konventioneller, integrierter und biologischer Produktion angesprochen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Etablierung von Fruchtfolgen unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten. Die Vorlesung bezieht sowohl wissenschaftliche Literatur als auch anwendungsnahe Publikationen ein; letztere werden mit den Studierenden im Hinblick auf acker- und futterbauliche Anwendung intensiver diskutiert. Im Teil 'Futterbau' werden die verschiedenen Typen des Futterbaus und die wichtigsten Mischungen, aber auch natürliche Pflanzengemeinschaften in Mitteleuropa vorgestellt (Bestandesbeurteilung). Basierend auf der Ökophysiologie von Einzelpflanzen wird die Ökophysiologie von Pflanzenbeständen erarbeitet. Es werden verschiedene Arten der Bewirtschaftung vorgestellt (z. B. Bestandeslenkung durch Düngung, Beweidung, Schnittermine, etc.) und ihre Auswirkungen auf die Bestandeszusammensetzung und auf die Erträge diskutiert. Feedback-Mechanismen zwischen Umwelt und Futterbausystemen werden angesprochen. Die Rolle von Biodiversität von Graslandssystemen wird thematisiert.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kundenorientierung	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken	gefördert geprüft

<b>751-5000-00L</b>	<b>Sustainable Agroecosystems I ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Six, K. Benabderrazik, M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	Welche Faktoren, Prozesse und Interaktionen beeinflussen die Funktionsfähigkeit von Agrarökosystemen? In dieser Lehrveranstaltung mit integrierter Übung und Exkursion werden landwirtschaftliche Verfahren im Hinblick auf eine Förderung der Ressourceneffizienz analysiert, wobei die Verringerung negativer Umweltwirkungen und die Sicherung der sozio-ökonomischen Tragfähigkeit berücksichtigt wird.				
Lernziel	Die Studierenden setzen sich kritisch mit Konzepten der nachhaltigen Landwirtschaft, Agrarökosystemen und Agrarökologie auseinander.				
Inhalt	The course will address a wide range of agricultural and food systems topics in both temperate and tropical contexts, from the diversity of farming system, to climate smart agriculture to sustainable assessment. A wide variety of case studies will be presented, and complemented with a farm visit during the semester. Along the semester, the class is integrating practical exercises within a greenhouse.				
Literatur	Gliessman, S.R., Méndez, V.E., Izzo, V.M., & Engles, E.W. (2022). Agroecology: Leading the Transformation to a Just and Sustainable Food System (4th ed.). CRC Press. <a href="https://doi.org/10.1201/9781003304043">https://doi.org/10.1201/9781003304043</a>				
	Wezel, A., Herren, B.G., Kerr, R.B. et al. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. Agron. Sustain. Dev. 40, 40 (2020). <a href="https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z">https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die integrierten Übungen ermöglichen es den Studierenden das erworbene Wissen in einem mehrmonatigen Gewächshausexperiment zu erproben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		

## ►► Biomedizin

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0614-00L</b>	<b>Allergie und Umwelt</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Schmid-Grendelmeier</b>
Kurzbeschreibung	Allergien sind ausgesprochen häufig und am Zunehmen. In diesem Kurs sollen Klinik und Pathophysiologie von allergischen Erkrankungen wie Pollinose, Asthma und Ekzeme sowie deren Abklärung und Behandlung vorgestellt werden. Die mannigfaltigen Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen wie Luftqualität, Klima, Ernährung und Auftreten von Allergien werden diskutiert.				
Lernziel	Kenntnis der Grundlagen der allergischen Erkrankungen bei Menschen, insbesondere der sogenannten Atopien. Kenntnis der Umweltallergene und der möglichen Mechanismen, welche für die Zunahme der allergischen Reaktionen verantwortlich sind. Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen individueller genetischer Prädisposition, Umweltallergenen und anderen Umweltfaktoren wie Luftschadstoffen.				
Inhalt	Grundtypen der allergischen Erkrankungen. Begriff von Atopien und Pseudoallergien. Pathophysiologie IgE-vermittelter Reaktionen inkl. Mechanismen der IgE-Regulation. Epidemiologische Daten über die Zunahme der Allergien als Umweltkrankheiten Nr. 1 und Gründe für ihre Zunahme. Besprechung der wichtigsten inhalativen und nutritiven Allergene wie Pollen, Hausstaubmilben, Pilzsporen, Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusätze.				
Skript	Merkblätter resp Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				

Literatur	Axel Trautmann und Jörg Kleine-Tebbe: Allergie-Diagnose/Allergie-Therapie Thieme-Verlag, 2. Auflage (2013) ISBN 978-3-13-142181-4
	Merkblätter www.ck-care.ch https://www.ck-care.ch/de/merkblaetter
	Teaching Kurzvideos https://www.ck-care.ch/online-campus
Voraussetzungen / Besonderes	http://eduf.com.br/the-allergy-handbook-a-doctors-guide-to-successful-treatment_2019_printable_file.pdf Grundkenntnisse der Immunologie (T- und B-Lymphozyten, Antikörper-Reaktion) Interesse an klinischen Beschwerden und Zusammenhang Umwelt-Immunsystem
	Möglichkeit zur Masterarbeit im translationalen klinischen Bereich

<b>227-0398-10L</b>	<b>Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	This course offers an introduction into the structure and function of the human body, and how these are interlinked. The visualization of anatomy is also supported by 3D-animation. Medical imaging modalities such as Computed Tomography and Magnetic Resonance imaging will be discussed in passing.				
Lernziel	Students will be able to identify and enumerate important anatomical structures to describe basic physiological processes of the human body to use a 3d animation database/software to use 'anatomical language' to retrieve anatomical structures to understand basic medical terminology				
Inhalt	Digestive system, nutrition and digestion Thermal balance and thermoregulation Kidneys and urinary system Endocrine system and hormones Reproductive System Basic anatomy of neck, face and cranium Basics of neurophysiology and neuroanatomy Sensory organs				
Skript	Lecture notes and handouts				
Literatur	Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology; Thieme 2008 Faller A., Schuenke M. The Human Body; Thieme 2004 Netter F. Atlas of human anatomy; Elsevier 2014				

<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined. This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	

## ►► Bodenwissenschaften

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0362-00L</b>	<b>Böden und Vegetation der Alpen (Exkursion)</b> <i>Diese Exkursion (max. 24 Plätze) gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Boden- und Wasserchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl, L. Winkel) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Widmer, R. Kretzschmar</b>
Kurzbeschreibung	Die Exkursion in die Region Davos veranschaulicht, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen von Alpenpflanzen beeinflussen. Beim Besuch zahlreicher Standorte auf unterschiedlichem Muttergestein in der subalpinen und alpinen Stufe wird der Zusammenhang zwischen den klimatischen Bedingungen, der Bodenentwicklung und der Vegetation erkennbar.				

Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Gestein, Relief, Klima und Vegetation die Bodenbildungsprozesse und resultierende Bodeneigenschaften (z.B. Nährstoffe, Wasser) in den Alpen beeinflussen. - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe. - kennen charakteristische Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen.				
Inhalt	4-tägige Exkursion (Sonntag, 2.-Mittwoch, 5. Juli 2023) in der Region Davos mit Begehung von Standorten auf verschiedenen Ausgangsgesteinen (Dolomit, Gneis/Glimmerschiefer, Amphibolit, Serpentin) in der subalpinen und alpinen Stufe. Aufbau, Entwicklung und Eigenschaften der Böden, sowie deren Auswirkungen auf die Pflanzen; charakteristische Pflanzenarten und -gesellschaften auf den unterschiedlichen Böden.				
Skript	Ein Exkursionsführer wird abgegeben.				
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Exkursion gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Bodenchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar). Falls gleichwertige Voraussetzungen (z.B. von anderen Hochschulen) vorliegen, muss eine Teilnahme zuvor mit den Dozenten abgesprochen werden.				
	<b>Besonderes</b> Die Lehrveranstaltung umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 2. bis 5. Juli 2023 statt. Die Reisekosten werden von der ETH Zürich übernommen; die Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen Beitrag an die Unterkunftskosten; die restlichen Kosten (Unterkunft inkl. Vollpension und Exkursionsführer) von 250 Fr. müssen von den Teilnehmenden übernommen werden. Die Exkursionen finden in den Bergen statt. Die Teilnehmenden müssen deshalb geländegängig sein, auch in steilem Gelände. Bei Bedenken bitten wir um rechtzeitige Kontaktaufnahme, damit wir die Situation vorgängig analysieren und besprechen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-0518-00L</b>	<b>Bodenressourcen und Global Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. Dötterl, K. Meusburger Di Bella</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in Bedeutung, Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und der Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. Wir behandeln hierbei die Thematik mit Beispielen aus dem globalen, europäischen und Schweizer Kontext.				
Lernziel	Verständnis der - globale Rahmenbedingungen unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden  - Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für Bodenressourcen  - Folgen des Klima- und Landnutzungswandels auf die Entwicklung von Bodenressourcen  - Kompetenzen zu Prozessverständnis, Systemverständnis sowie Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung werden gelehrt und geprüft.				
Inhalt	Trotz ihrer zahlreichen Funktionen und ihrer Rolle bei der Bewertung von Ökosystem-Dienstleistungen sind Böden und deren Vielfalt oft kein zentrales Thema, wenn es um die Entwicklung nachhaltiger Landnutzungskonzepte geht. Zwar werden in vielen Disziplinen Böden als Schnittstelle zwischen belebter und unbelebter Natur wahrgenommen. Allzu oft werden Bodenprozesse dabei aber nur stark vereinfacht für Nutzungskonzepte oder Modellierungen von Umwelt- und Agrarsystemen einbezogen. Diese Vereinfachung entspricht nicht der grossen, globalen Vielfalt an Böden. Sie unterscheiden sich oftmals stark in Bezug auf ihre Resilienz gegen Belastungen und ihre Fähigkeit, sich von diesen zu erholen. Auch in der breiten Bevölkerung ist die Wahrnehmung der Bedeutung von Böden als Grundlage unserer Ökosysteme bestenfalls diffus. So werden zwar Massnahmen zum lokalen Bodenschutz und zur Renaturierung von naturnahen Ökosystemen breit unterstützt, aber im Geldbeutel und beim Konsumverhalten soll sich möglichst wenig ändern. Verschiebungseffekte und intensivere Nutzung von Böden und Ökosystemressourcen in Ländern des globalen Südens sind die Folge.  Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Bedeutung, die Problemstellungen und Konzepte des Themas Bodenentwicklung und in die Nutzung von Bodenressourcen in einer Welt im Wandel. So geht die Vorlesung auch auf folgende aktuelle Themen ein: Was sind die Folgen unterschiedlicher Konflikte (z.B. russischer Überfall auf die Ukraine) für die Bodengesundheit und Nahrungsproduktion der betroffenen Region für den Weltmarkt? Was sind die Folgen des Klimawandels für die Kohlenstoffspeicherung in Schweizer Bergböden? Oder: Wie wirkt sich die massive Abholzung und Bodendegradation auf Nährstoffkreisläufe in tropischen Böden aus? Die Vorlesung richtet sich an Studierende höherer Semester im Bachelorstudiengang Umweltnatur-, Agrar- und Umweltingenieurwissenschaften sowie an Studierende früher Semester in den gleichlautenden Masterprogrammen. Sie gibt einen Überblick zu den globalen Rahmenbedingungen, unter denen Böden sich entwickeln und genutzt werden. Zudem beleuchtet sie das Einwirken des Menschen auf unterschiedliche Bodentypen und wie dieses die Böden verändert. Gelehrt werden dabei vor allem Kompetenzen zum Prozess- und Systemverständnis sowie zur Datenanalyse und Interpretation in der bodenkundlichen Forschung.  Indirekte Eingriffe wie die Auswirkungen des Klimawandels (Klimaerwärmung, Permafrost oder Trockenstress) werden dabei ebenso behandelt wie direkte Eingriffe durch die Landnutzung (Erosion, chemische Belastungen oder Zerstörung von Böden). Thematisiert werden auch Bodenfunktionen und Bodenbildung, Unterschiede in der regionalen und globalen Bodenentwicklung, Eingriffe in den Wasser- und Luftaushalt von Böden, Formen von Bodenbelastung sowie regionale und globale Abschätzungen der Belastungen von Böden. Im Zentrum stehen dabei stets die Folgen und Probleme der Nutzung von Böden und die daraus entstehenden Belastungen und Gefahren für biogeochemische (Nährstoff)Kreisläufe, für den Landschaftswasserkreislauf und die Einschränkung von Bodenfunktionen durch Bodendegradation.  Neben diesen Schwerpunkten im Bereich Bodendegradation und Bodenentwicklung gibt die Vorlesung auch Einblicke in Methoden der regenerativen Landwirtschaft, der Bodenverbesserung und Sanierung von schadstoffbelasteten Böden. Zuletzt beleuchtet die Vorlesung planerische und gesetzliche Umsetzung des Bodenschutzes mit Beispielen aus unterschiedlichen Klima- und Bodennutzungszonen um den Studierenden einen Einblick in die spätere berufliche Praxis der angehenden Umwelt- und Agrarwissenschaftler zu geben.				
Skript	Unterlagen werden zum Download bereitgestellt. Nach jeder Session werden aktuelle wissenschaftliche Artikel zur Nachbereitung empfohlen.				



Literatur	Lehrbücher zum nachschlagen:		
	- Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde, 17th ed., Springer, Heidelberg, 2016.		
	- Brady N.C. and Weil, R.R. The Nature and Properties of Soils. 14th ed., Prentice Hall, 2007.		
	- Press & Siever: Allgemeine Geologie, 7th ed., Springer, Heidelberg, 2016		
	- Mason/Burt - Physical Geography -5th edition, Oxford, 2015		
Voraussetzungen / Besonderes	Interesse an physischer Geographie und Bodenentwicklung. Grundkenntnisse Chemie, Biologie, Geologie. Vorherige Teilnahme an der Vorlesung "Pedosphere" (701- 0501-00L) ist sehr empfohlen. Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung werden vorausgesetzt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft

<b>701-0524-00L</b>	<b>Bodenbiologie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. W. Frey, A. Frossard</b>
Kurzbeschreibung	Dem Bodenleben kommt eine Schlüsselrolle bei den natürlichen Bodenfunktionen zu. Im Zentrum des Kurses steht das Thema: Anthropogene Auswirkungen wie Bewirtschaftung, Landnutzungsänderung und Klimawandel auf die Biodiversität im Boden.				
Lernziel	Grundkenntnis der Strukturen und Funktionen der Biozöosen im Boden. Verständnis von Konzepten, die erlauben, die biologisch katalysierten Prozesse im Boden qualitativ und quantitativ zu erfassen. Hier gehen wir folgenden Fragen nach: Wie beeinflussen Umweltfaktoren die Bodenorganismen? Wie lassen sie sich untersuchen und wie werden sie beeinflusst? Welche ökosystemaren Funktionen werden von Bodenorganismen ausgeführt? Was sind wichtige mikrobielle Prozesse im Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf? Der ganze Lerninhalt wird mit Gruppenarbeiten verfeinert.				
Inhalt	Struktur des Biotops Boden: Chemische, physikalische und biologische Faktoren Kopplung Boden-Wasser-Luft. Struktur der Biozöosen im Boden. Interaktionen Bodenfauna-Umwelt und Bodenmikroorganismen-Umwelt. Stoffkreisläufe und biologisch katalysierte Prozesse im Boden. Evaluation von bodenbiologischen Methoden.				
Skript	Skript und Übungsaufgaben werden abgegeben.				
Literatur	Relevante Literatur wird im Verlaufe der Vorlesung vorgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlagen der Bodenphysik, Bodenchemie, Zoologie und Mikrobiologie.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft

## ►► Methoden der statistischen Datenanalyse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>252-0842-00L</b>	<b>Programmieren und Problemlösen</b> <i>Belegungsfrist: 16.02.2024</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. Komm, M. Dahinden, M. Wettstein</b>
Kurzbeschreibung	Informatikkonzepte und deren Umsetzung in Python.				
Lernziel	Die Ziele der Lehrveranstaltung sind einerseits das Programmieren in Python zu vertiefen und andererseits Informatikkonzepte kennenzulernen, die im Algorithmen-Design Anwendung finden. Hierbei liegt der Fokus auf dem algorithmischen Denken, also der Fähigkeit, Probleme systematisch mit Hilfe von entwickelten Algorithmen zu lösen. Es werden verschiedene Strategien für das Problemlösen vorgestellt, theoretisch analysiert und praktisch in Python umgesetzt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis ist in dieser Lehrveranstaltung zentral.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetition von grundlegenden Programmierkonzepten wie Variablen, Listen, Kontrollstrukturen und Schleifen</li> <li>- Einlesen und darstellen von Daten</li> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Sortieren und Suchen</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Rekursion</li> <li>- Graph-Algorithmen</li> </ul>				
Skript	Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=21917</a> Vorlesungswebseite: <a href="https://courses.csedu.inf.ethz.ch/pp1-2024/">https://courses.csedu.inf.ethz.ch/pp1-2024/</a>				
Literatur	Die ausführlichen Folien werden auf der Vorlesungshomepage zum Herunterladen bereitgestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Empfehlung: - Grundlagen der Informatik (252-0852-00) oder - Anwendungsnahes Programmieren mit Python (252-0840-02)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>401-0102-00L</b>	<b>Applied Multivariate Statistics</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Sigrist</b>
Kurzbeschreibung	Multivariate statistics analyzes data on several random variables simultaneously. This course introduces the basic concepts and provides an overview of classical and modern methods of multivariate statistics including visualization, dimension reduction, supervised and unsupervised learning for multivariate data. An emphasis is on applications and solving problems with the statistical software R.				
Lernziel	After the course, you are able to: - describe the various methods and the concepts behind them - identify adequate methods for a given statistical problem - use the statistical software R to efficiently apply these methods - interpret the output of these methods				
Inhalt	Visualization, multivariate outliers, the multivariate normal distribution, dimension reduction, principal component analysis, multidimensional scaling, factor analysis, cluster analysis, classification, multivariate tests and multiple testing				
Skript	None				
Literatur	1) "An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R" (2011) by Everitt and Hothorn 2) "An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R" (2013) by Gareth, Witten, Hastie and Tibshirani				
Voraussetzungen / Besonderes	Electronic versions (pdf) of both books can be downloaded for free from the ETH library. This course is targeted at students with a non-math background.  Requirements: =====				
	1) Introductory course in statistics (min: t-test, regression; ideal: conditional probability, multiple regression) 2) Good understanding of R (if you don't know R, it is recommended that you study chapters 1,2,3,4, and 5 of "Introductory Statistics with R" from Peter Dalgaard, which is freely available online from the ETH library)				
	An alternative course with more emphasis on theory is 401-6102-00L "Multivariate Statistics" (only every second year).				
	401-0102-00L and 401-6102-00L are mutually exclusive. You can register for only one of these two courses.				

<b>401-6624-11L</b>	<b>Applied Time Series</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Dettling</b>
Kurzbeschreibung	The course starts with an introduction to time series analysis (examples, goal, mathematical notation). In the following, descriptive techniques, modeling and prediction as well as advanced topics will be covered.				
Lernziel	Getting to know the mathematical properties of time series, as well as the requirements, descriptive techniques, models, advanced methods and software that are necessary such that the student can independently run an applied time series analysis.				
Inhalt	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				
Skript	A script will be available.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course starts with an introduction to time series analysis that comprises of examples and goals. We continue with notation and descriptive analysis of time series. A major part of the course will be dedicated to modeling and forecasting of time series using the flexible class of ARMA models. More advanced topics that will be covered in the following are time series regression, time series classification and spectral analysis.				

## ►► Ökologie und Naturschutz

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0303-00L</b>	<b>Waldvegetation und Waldstandorte</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	<b>M. Ibrahim</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt eine systematische Übersicht über die Waldvegetation der Schweiz, deren Standortverhältnisse sowie die Methoden der Vegetationserfassung.				
Lernziel	* Erwerb einer Übersicht über wichtige Typen von Pflanzengemeinschaften und ihre Standortverhältnisse (in geographischer und ökologischer Hinsicht) der Waldvegetation der Schweiz.  * Einordnen einzelner Standortstypen bezüglich ihrer Ökologie, Nutzung und Schutzwürdigkeit.  * Kennenlernen wichtiger Zeigerpflanzen der Waldvegetation.  * Wechselwirkungen zwischen Standorten und Pflanzengemeinschaften bestimmen die Erscheinung und Funktion von Ökosystemen. Deren Ursachen verstehen und deren Bedeutung für die Praxis (Wald- und Landschaftsmanagement, Naturschutz) beurteilen können.  * Faktoren kennen lernen, die für das Vorkommen bestimmter Standortstypen entscheidend sind, und wie diese Faktoren die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften beeinflussen.  * Kennenlernen von Methoden für die Erhebung, Auswertung und Darstellung von Vegetationsdaten und kritische Würdigung deren Aussagewerte.				
Inhalt	Eine systematische Übersicht über die Waldvegetation der Schweiz und deren Standortverhältnisse wird aufgezeigt. Wichtige Standortstypen, deren charakteristische Pflanzenzusammensetzung, ausschlaggebende Faktoren und Bewirtschaftungshinweise werden vermittelt. Besprochen werden zudem grundlegende Konzepte und Methoden der Vegetationskunde, Probleme der Datenerhebung und verschiedene Ansätze der Datenauswertung.				
Skript	Die Vorlesungsunterlagen und der Zugang zum E-Learning-Programm werden unter <a href="http://www.fe.ethz.ch/studium/lehrrmaterialien/bachelor">www.fe.ethz.ch/studium/lehrrmaterialien/bachelor</a> zur Verfügung gestellt.				
Literatur	BAFU (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald: <a href="http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00732">http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00732</a> Ellenberg, H. (1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen 5.Aufl. Ulmer, Stuttgart. Frehner et al. (2020) NaIS-LFI – Zuordnung der LFI-Stichprobenpunkte zu Waldgesellschaften. Erläuternder Schlussbericht. Ott E., Frehner M., Frey, H.U., Lüscher, P. (1997) Gebirgsnadelwälder. Haupt, Bern. Steiger P., (2010) Wälder der Schweiz 4.Aufl. Ott Thun				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lehrveranstaltung ist Voraussetzung für das Verständnis des Praktikums "Wald und Landschaft - Teil Standortkunde" und baut auf den Inhalten der Vorlesungen Dendrologie und Waldökologie auf.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert

<b>701-0310-00L</b>	<b>Naturschutz und Naturschutzbiologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>F. Knaus</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung setzen sich die Studierenden mit biologisch-ökologischen Konzepten, philosophischen Grundlagen und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten des Naturschutzes auseinander. Anhand konkreter Beispiele werden sie sich unterschiedlicher Betrachtungsweisen und Wertvorstellungen im Zusammenhang mit naturschützerischen Aktivitäten bewusst.				

Lernziel	Studierende dieser Vorlesung können: - die zeitliche Entwicklung und den aktuellen Zustand der Biodiversität nachvollziehen und mögliche weitere Entwicklungen abschätzen - die ökonomischen, rechtlichen, politischen und philosophischen Grundlagen des Naturschutzes darlegen - verschiedene Möglichkeiten aufzeigen, wie Naturschutz in der Praxis umgesetzt werden kann - normative Elemente im Naturschutz identifizieren und kritisch hinterfragen - ein Naturschutzprojekt von A-Z analysieren und evaluieren		
Inhalt	Die Vorlesung deckt folgende Inhalte ab: - Beschreiben und analysieren des historischen, aktuellen und zukünftigen menschlichen Einflusses auf die Biodiversität. - Erkunden unterschiedlicher Ansätze des Naturschutzes und deren Umsetzungsinstrumente wie Arten- und Lebensraumschutz, Vertragsnaturschutz, Renaturierungen, Natur- und Nationalparks. - Betrachten von ethisch-moralischen, gesetzlichen, ökonomischen, praktischen und anderen Beweggründen für den Naturschutz. - Kennenlernen von relevanten Theorien rund um den Naturschutz, z.B. Verletzlichkeit von kleinen Populationen, Ecosystem Services, Biodiversität, etc. - Kennenlernen von praktischen Beispielen auf Exkursionen, selbständiges analysieren und bewerten von konkreten Naturschutzprojekten.		
Skript	Kein Skript		
Literatur	Küster H. 1999: Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. Beck, München, Germany. 424p. Piechocki R. 2010: Landschaft, Heimat, Wildnis. Schutz der Natur - aber welcher und warum? Beck'sche Reihe, Beck, München, Germany. 266p. Primack R.B. 2008: A primer of Conservation Biology. Fourth Edition. Sinauer Associates, Sunderland MA, USA. 349p.		
Voraussetzungen / Besonderes	Kenntnisse aus den folgenden LV sind vorausgesetzt: - Allgemeine Biologie I - Allgemeine Biologie II - Biologie III: Ökologie - Biologie IV: Diversität der Pflanzen und Tiere		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft geprüft gefördert

<b>701-0314-00L</b>	<b>Pflanzendiversität: kollin/montan</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>R. Berndt</b>
	<i>Voraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an der LV 701-0360-00L (Systematische Biologie: Pflanzen) oder vergleichbare Kenntnisse (nach Absprache mit dem Dozenten).</i> <i>Das Anmeldeformular muss bis 1.3.2024 zurückgeschickt werden. Nicht bestätigte Plätze werden an Studierende auf der Warteliste vergeben.</i>				
Kurzbeschreibung	Der Blockkurs "Pflanzendiversität" (Kursteil kollin/montan) widmet sich der Vegetation und Flora der kollinen und montanen Höhenstufe im Wallis. Während einer fünftägigen Exkursion nach Visp lernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die wichtigsten Vegetationseinheiten und deren standörtliche Besonderheiten kennen und vertiefen ihre Artenkenntnis.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Vegetationstypen, ihrer Pflanzenarten und ökologischen Bedingungen in der kollinen und montanen Stufe des Wallis. Vertiefung taxonomischer und pflanzenmorphologischer Kenntnisse.				
Inhalt	Das Praktikum gibt eine Einführung in die Pflanzenwelt der kollinen und montanen Stufe des Wallis. Auf fünf Tagesexkursionen lernen die Studierenden die aussergewöhnliche Artenvielfalt und botanische Besonderheiten der wichtigsten Lebensräume im Gebiet kennen. Schwerpunkte: Erweiterung der Arten- und Familienkenntnis und Vertiefung der Kenntnisse in Blütenbiologie und Pflanzenmorphologie. Abhängigkeit der Vegetation von den herrschenden Standortbedingungen; Anpassungen der Pflanzen an ihren Standort. Entstehung und Veränderung der Kulturlandschaft.				
Skript	Die Studierenden erhalten ein Skript, um sich vorgängig auf die Exkursion vorzubereiten. Die Inhalte des Skripts sind Teil des Prüfungsstoffes.				
Literatur	- Stützel T. 2021. Botanische Bestimmungsübungen (4. Aufl.). UTB, Ulmer Verlag.  - Hess H.E., Landolt E., Hirzel R. & Baltisberger M. 2015: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. 7., aktualisierte und überarbeitete Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Inhalte der einführenden Vorlesung zur Systematischen Botanik (LV 701 0360 00L) sowie der zugehörigen Exkursionen und Übungen werden als bekannt vorausgesetzt. Studierende anderer Universitäten nehmen bitte Kontakt mit dem Dozenten auf.  Es wird erwartet, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den grundlegenden Umgang mit einer Bestimmungsflora beherrschen (Hess et al. 2015. Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz) und mit der notwendigen botanischen Terminologie vertraut sind (z. B. Stützel 2021).  Programm: 11.-15.6.: Exkursion im Wallis (Standort Visp) 18.6. (9-11 Uhr vorm.): Prüfung (Raum wird noch bekannt gegeben).				
	Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt und verlaufen z. T. auf rauen und steilen Wegen. Sie erfordern deshalb Geländegängigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und an Wetter und Terrain angepasste Ausrüstung. Feste Bergschuhe sind Pflicht!  Kosten: Voraussichtlich CHF 250.- für Unterkunft im Doppelzimmer mit Vollverpflegung; inkl. Reisekosten.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert		

<b>701-0314-01L</b>	<b>Pflanzendiversität: subalpin/alpin</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
	<p>Voraussetzung: Teilnahme und bestandene Prüfung an der LV 701-0360-00L (Systematische Biologie: Pflanzen) oder vergleichbare Kenntnisse (nach Absprache mit der Dozierenden). Das Anmeldeformular muss bis 01.03.2024 eingereicht werden. Nicht bestätigte Plätze werden an Studierenden auf der Warteliste vergeben.</p>				
Kurzbeschreibung	Im Kurs beschäftigen wir uns mit der Flora und Vegetation der Nordalpen von der hochmontanen bis in die untere alpine Stufe. Den Studierenden wird eine Mischung von individuellen Aktivitäten und geführten Exkursionen im Rahmen eines Geländepraktikums angeboten, um ihre Artenkenntnis zu vertiefen und wichtige Vegetationseinheiten und deren standörtliche Besonderheiten kennen zu lernen.				
Lernziel	Kennenlernen der wichtigsten Vegetationstypen, deren Pflanzenarten und ökologischen Bedingungen in den nördlichen Randalpen. Vertiefung taxonomischer und pflanzenmorphologischer Kenntnisse und Erwerb von Bestimmungspraxis mit einer wissenschaftlichen Bestimmungsflora.				
Inhalt	<p>Dieses Praktikum gibt eine Einführung in die Pflanzenwelt der nördlichen Randalpen. Die Studierenden lernen nicht nur die Artenvielfalt der Alpen kennen, sondern auch die Besonderheiten der jeweiligen Standorte. Sie sollen zum einen ihre Artenkenntnis vertiefen, zum anderen lernen, unter welchen Bedingungen die Pflanzen an ihren Standorten leben und wie sie mit diesen Bedingungen zurechtkommen.</p> <p>Folgende Themen werden in diesem Kurs angesprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimatische und geologische Gliederung der Alpen</li> <li>- Auswirkung der lokalen Standortbedingungen auf die Vegetation verschiedenen Höhenstufen</li> <li>- Anpassungen der Pflanzen an unterschiedliche alpine Standorte</li> <li>- Charakteristische Vegetationstypen der subalpinen und alpinen Stufe (z.B. subalpiner Nadelwald, Hochstaudenfluren und Grünerlengebüsche, alpine Rasen- und Schuttfuren, Grauerlen-Auenwald, sowie Hoch- und Flachmoore) und deren ökologischen Bedingungen</li> <li>- Interaktion von Pflanzen mit ihrer Umwelt: Beispiele aus der Blüten-, Fortpflanzungs- und Verbreitungsbiologie.</li> </ul>				
Skript	Ein Skript wird via Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baltisberger M., Nyffeler R. &amp; Widmer A. 2013: Systematische Botanik. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. v/d/f Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.</li> <li>- Stützel T. 2015. Botanische Bestimmungsübungen (3. Aufl.). UTB, Ulmer Verlag.</li> <li>- Hess H.E., Landolt E., Hirzel R. &amp; Baltisberger M. 2015: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. 7., aktualisierte und überarbeitete Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Am Praktikum können nur Studierende teilnehmen, die die einführenden Vorlesungen zur Systematischen Botanik sowie die zugehörigen Exkursionen und Übungen erfolgreich absolviert haben (siehe LV 701-0360-00L Systematische Biologie: Pflanzen). Wir erwarten ferner, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den grundlegenden Umgang mit einer Bestimmungsflora (Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz) beherrschen und mit der dazu notwendigen pflanzenmorphologischen Terminologie vertraut sind.</p> <p>Studierende anderer Universitäten nehmen bitte Kontakt mit den Dozierenden auf.</p> <p>Die LV findet wie folgt zwischen So. 23.06. und Sa. 29.06. statt:  - So. 23.06. bis Do. 27.06.: ausgewählte Exkursionen im Kandertal/BE, Lötschental/VS und Entlebuch/LU inkl. 3 Übernachtungen in Kandersteg/BE  - Fr. 28.06: Ruhetag  - Sa. 29.06 (9-12 Uhr): Bestimmungstest und Prüfung am ETH Zentrum</p> <p>Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt. Sie erfordert deshalb Geländegängigkeit und angepasste Ausrüstung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Feste Bergschuhe sind Pflicht!</p> <p>Kosten: Die ETH Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen substanziellen finanziellen Beitrag an die Exkursionskosten. Der Beitrag der Studierenden beträgt CHF 200.- (inkl. Transport, Unterkunft &amp; Vollverpflegung).</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
<b>701-0316-00L</b>	<b>Gehölzpflanzen Mitteleuropas</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Rudow</b>
Kurzbeschreibung	Bäume und Sträucher sind wesentliche Strukturelemente von Wald und Landschaft und Gestalter wichtiger Ökosystemprozesse. Aufbauend auf den Kurs Einführung in die Dendrologie im Herbstsemester vermittelt die Lehrveranstaltung eine breite Übersicht über die gesamte Gehölzflora Mitteleuropas sowie vertiefte Kenntnisse zur Artbestimmung, Ökologie und Nutzung einer grossen Palette ausgewählter Arten.				
Lernziel	Fundierte Kenntnis der in Mitteleuropa einheimischen Gehölzarten. Fähigkeit der Artbestimmung sowie Beschreibung und Erklärung charakteristischer morphologischer, physiologischer und ökologischer Eigenschaften ausgewählter Artengruppen und Arten. Gezielte Beobachtungen an Gehölzen in der Natur und differenzierte Betrachtungsweise des Ökosystems Wald.				
Inhalt	Erweiterung der Grundlagen und Artenkenntnisse anhand konkreter Anschauung und praktischen Übungen im Unterrichtsraum sowie auf den Exkursionen (aufbauend auf Kurs Einführung in die Dendrologie, Dendrologie I). Schwerpunkte bilden die Vermittlung von Artenkenntnissen zu 160 ausgewählten einheimischen und eingeführten Gehölzarten Mitteleuropas sowie das vertiefte Verständnis der Lebensweise und der ökologischen Eigenschaften (Physiologie, Autökologie, Synökologie, Standort) der 80 häufigsten Gehölzarten im Hinblick auf wesentliche Aspekte und aktuelle Fragen der Wald-Landschaft-Thematik.				
Skript	Rudow, A., 2024: Gehölzpflanzen Mitteleuropas - Folien. Rudow, A., 2024: Dendrologie II - Bestimmungshilfe für 160 einheimische und eingeführte Gehölzarten. Rudow, A., 2024: Dendrologie II - Ökologische Eigenschaften von 80 häufigen einheimischen und eingeführten Gehölzarten.				
Literatur	Aas, G., Rudow, A., 2022: Bäume und Sträucher. Bestimmung wild wachsender Gehölze Mitteleuropas vorrangig nach vegetativen Merkmalen. Steiger, P., 2016: Esche, Espe oder Erle? Pflanzenporträts aller wild wachsenden Gehölze Mitteleuropas. (eine umfassende Literaturübersicht wird während der Lehrveranstaltung gegeben)				

Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung baut auf den Kurs 701-0266-00L Einführung in die Dendrologie (Dendrologie I) auf. Entsprechende Vorkenntnisse werden vorausgesetzt. Zusätzlich zum indoor Kurs gibt es obligatorische Exkursionen und Übungen im Wald und in botanischen Sammlungen (Zürich, Aargau, Alpenraum). Wetterfeste Kleidung wird vorausgesetzt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		
<b>701-0322-00L</b>	<b>Praxisseminar Naturschutz</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>R. Holderegger, A. L. Bergamini</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar treffen sich Studierende mit Fachleuten aus der Naturschutzpraxis und bearbeiten aktuelle Themen. Der Input erfolgt durch Referate der Fachleute, teilweise folgt eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Konzepten und Problemen der Praxis durch die Studierenden.				
Lernziel	Ziel des Seminars ist es, Studierende mit Fachleuten aus der Naturschutzpraxis in Kontakt zu bringen und aktuelle Probleme des Naturschutzes in der Schweiz zu bearbeiten.				
Inhalt	Das Seminar besteht aus verschiedenen Blöcken, von denen jeder ein anderes Thema des praktischen Naturschutzes behandelt. Jeder Block besteht aus einem Referat, teilweise gefolgt von einer Vertiefung mit Gruppenarbeiten und Diskussionen. Die eingeladenen Fachleute aus der Praxis arbeiten in der eidgenössischen Verwaltung, bei Kantonen, Ökobüros, NGOs oder Forschungsanstalten. Zusätzlich findet eine kurze Exkursion statt.				
Skript	Kein Skript. Es werden verschiedene Materialien zu Verfügung gestellt.				
Literatur	Kein Lehrbuch.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der zusätzliche Aufwand für die Studentierenden ausserhalb der eigentlichen Unterrichtszeit beträgt ca. 4 x 2 Stunden. Die Leistungsbeurteilung anhand verschiedener Aktivitäten der Studierenden während des Seminars ist integraler Bestandteil des Seminars.				
	Unterrichtsform: Dieses Praxisseminar lebt von der aktiven Teilnahme der Studierenden! Es besteht aus Inputreferaten, Fragerunden, Gruppenarbeiten, Präsentationen, Diskussionen und einer kurzen Exkursion.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		
<b>701-0324-00L</b>	<b>Tropical Forest Ecosystems and Society</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Ghazoul, A. Giger Dray, Noch nicht bekannt</b>
Kurzbeschreibung	Tropical rain forests, the world's most biodiverse habits, suffer from habitat loss, fragmentation, and climate change. Their continued degradation will impact future climate, global biodiversity, and livelihoods of billions of people. We will explore the structure, dynamics, and ecological functions of rain forests to provide the scientific foundation for their conservation and restoration.				
Lernziel	Tropical rain forests, the world's most biodiverse habits, suffer from habitat loss, fragmentation, and climate change. Their continued degradation will impact future climate, global biodiversity, and livelihoods of billions of people. We will explore the structure, dynamics, and ecological functions of rain forests to provide the scientific foundation for their conservation and restoration. The course learning objectives include: 1. Defining rain forests – exploring the variety of rain forest types across the world. 2. Understand the species and habitat diversity of tropical rain forests across the globe. 3. Evaluate different explanations for the immense species richness of tropical rainforests. 4. Explore how species, functional groups, and the abiotic environment interact to determine rain forest structure and function. 5. Recognize and understand the complexity of threats facing rain forests, and their implications for species diversity and ecosystem services. 6. Explore and evaluate conservation and landscape management strategies in tropical forest biomes. A primary objective of the course is to encourage students to use basic ecological knowledge to infer conclusions and evaluate strategies that address more applied environmental challenges.				
Inhalt	The course will first address the fundamental ecological processes underlying tropical rain forest form, diversity and function. The variety of different rain forests will be explored, including an assessment of how biotic and abiotic factors determine rain forest form and diversity. The species richness and patterns of species distribution in rain forests will be explored using palaeontological, biogeographical, evolutionary, and ecological principles. Ecological theories for the immense species richness of tropical forests will be compared and evaluated. Building upon this foundation, issues of more applied relevance will be introduced, including threats to rain forests and their biodiversity, and strategies for biodiversity conservation and forest restoration. This will gradually be developed to incorporate increasingly broader and global considerations that are highly relevant to tropical rain forests including their importance for global carbon balance and as the source of many forest products and ecosystem services.				
Skript	The course will include reading material from a textbook, and relevant literature will be provided in advance of the class sessions. Case studies will also be used for class discussions and evaluation, and these will be provided in advance of each session.				
Literatur	Ghazoul, J and Sheil, DS (2010) Tropical rain forest ecology, diversity and conservation. Oxford University Press. Current papers selected from the recent literature will be provided.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0360-00L</b>	<b>Systematische Biologie: Pflanzen ■</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2V+3P</b>	<b>A. Guggisberg</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung bietet einen Überblick über die Diversität der Farn- und Blütenpflanzen. Es werden die Grundlagen der Systematik vermittelt unter Berücksichtigung von morphologischen, phylogenetischen und ökologischen Aspekten. Bei den Pflanzenarten liegt der Schwerpunkt auf der Flora der Schweiz, aber auch Beispiele mit pharmazeutischer Relevanz und Nutzpflanzen werden einbezogen.				
Lernziel	Die Studierenden kennen: - die Grundlagen der Pflanzensystematik - die wichtigsten übergeordneten Pflanzengruppen anhand morphologischer Merkmale und ihrer Biologie - 32 ausgewählte Familien der Blütenpflanzen - 200 ausgewählte Arten und deren Ökologie, mit speziellem Fokus auf die Flora der Schweiz - Beispiele von Arznei- und Nutzpflanzen - die wichtigsten Standorteigenschaften und Vegetationstypen des Tieflandes.				
Inhalt	Die Vorlesung verleiht einen Überblick über Moose, Farne, Gymnospermen und Angiospermen. Ausgewählte Familien der Angiospermen werden ausführlich behandelt. Weitere Themen sind Grundlagen der Pflanzensystematik, Generationswechsel, phylogenetische Stammbäume, morphologische Begriffe, sowie Lebensweise und Ökologie der Pflanzen. Anhand ausgewählter Beispiele wird auf die Bedeutung der Pflanzen als Arznei-, Zeiger- und Nutzpflanzen eingegangen. Zudem wird eine Übersicht über Standorteigenschaften und Vegetation des Tieflandes in der Schweiz gegeben.  Im praktischen Teil lernen die Studierenden Merkmale von Blütenpflanzen zu analysieren und üben das Bestimmen von Pflanzenarten. Auf Exkursionen werden Artenkenntnisse vermittelt und ein Einblick gegeben in Flora und Vegetation ausgewählter Standorte im Schweizer Mittelland.				
Skript	Hilfreiche Kursunterlagen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Baltisberger et al., Systematische Botanik: Einheimische Farn- und Samenpflanzen. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (4. Aufl. 2013). Hess et al., Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Springer, Basel (7. Aufl. 2015). Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-0348-0896-5</a>  Stützel, Botanische Bestimmungsübungen. UTB, Ulmer Verlag (3. Aufl. 2015). Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790">https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838587790</a>  Baltisberger et al. 2019: weBot. Internetapplikation. Für Studierende frei zugänglich unter <a href="https://www.webot.ethz.ch/">https://www.webot.ethz.ch/</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Für Studierende der Pharmazeutischen Wissenschaften BSc obligatorisch, für Studierende Umweltnaturwissenschaften BSc mit Vertiefungen in Wald und Landschaft oder Umweltbiologie besonders empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
<b>701-0362-00L</b>	<b>Böden und Vegetation der Alpen (Exkursion)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Widmer, R. Kretzschmar</b>
Kurzbeschreibung	<i>Diese Exkursion (max. 24 Plätze) gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Boden- und Wasserchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl, L. Winkel) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar).</i>				
Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Gestein, Relief, Klima und Vegetation die Bodenbildungsprozesse und resultierende Bodeneigenschaften (z.B. Nährstoffe, Wasser) in den Alpen beeinflussen. - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe. - kennen charakteristische Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen.				
Inhalt	4-tägige Exkursion (Sonntag, 2.-Mittwoch, 5. Juli 2023) in der Region Davos mit Begehung von Standorten auf verschiedenen Ausgangsgesteinen (Dolomit, Gneis/Glimmerschiefer, Amphibolit, Serpentin) in der subalpinen und alpinen Stufe. Aufbau, Entwicklung und Eigenschaften der Böden, sowie deren Auswirkungen auf die Pflanzen; charakteristische Pflanzenarten und -gesellschaften auf den unterschiedlichen Böden.				
Skript	Ein Exkursionsführer wird abgegeben.				
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				

Voraussetzungen / Besonderes	Diese Exkursion gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Bodenchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar). Falls gleichwertige Voraussetzungen (z.B. von anderen Hochschulen) vorliegen, muss eine Teilnahme zuvor mit den Dozenten abgesprochen werden.				
	<p>Besonderes</p> <p>Die Lehrveranstaltung umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 2. bis 5. Juli 2023 statt. Die Reisekosten werden von der ETH Zürich übernommen; die Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen Beitrag an die Unterkunftskosten; die restlichen Kosten (Unterkunft inkl. Vollpension und Exkursionsführer) von 250 Fr. müssen von den Teilnehmenden übernommen werden.</p> <p>Die Exkursionen finden in den Bergen statt. Die Teilnehmenden müssen deshalb geländegängig sein, auch in steilem Gelände. Bei Bedenken bitten wir um rechtzeitige Kontaktaufnahme, damit wir die Situation vorgängig analysieren und besprechen können.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-0364-00L</b>	<b>Flora und Vegetation der Alpen</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Widmer</b>
	<i>Zur dieser Vorlesung gehört eine 4-tägige Exkursion (max. 24 Plätze) nach Davos. Für eine Teilnahme an der Exkursion muss die Lehrveranstaltung «Böden und Vegetation der Alpen» (Nr. 701-0362-00) separat belegt werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die Flora und Vegetation der Alpen. Dazu gehören die klimatischen Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen, die Herkunft der Alpenpflanzen, Diversitätszentren, ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen, sowie charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Höhenstufen und Bodentypen.				
Lernziel	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen.</li> <li>- kennen charakteristische Pflanzenarten der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen</li> <li>- sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe.</li> </ul>				
Inhalt	Klimatische Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen in den Alpen; Herkunft und Verbreitungsmuster; Diversitätszentren; ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen; Höhenstufen; charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen (Dolomit, saures und basisches Silikat, Serpentin).				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.				
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Solide Grundkenntnisse in systematischer Botanik und erfolgreiche Absolvierung der Lehrveranstaltung "Systematische Biologie: Pflanzen" (Nr. 701-0360-00). Im Weiteren ist die vorgängige Teilnahme am Blockkurs "Pflanzendiversität" (Nr. 701-2314-00L), resp. der beiden Einzelkurse "Pflanzendiversität: kollin / montan" (701-0314-00L) und "Pflanzendiversität: subalpin / alpin" (701-0314-01L), empfohlen.				
	<p>Besonderes:</p> <p>Zu dieser Vorlesung gehört der Kurs "Böden und Vegetation der Alpen" (Nr. 701-0362-00). Dieser umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 1. bis 4. Juli 2024 statt.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-1638-00L</b>	<b>Mountain Forest Ecology (Field Course)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Rigling, P. Bebi, A. Bottero, F. Krumm</b>
Kurzbeschreibung	Der Feldkurs bietet einen Einblick in das Gebiet Gebirgswaldökologie und Management von Gebirgswäldern. Die Studierenden lernen in einer Gruppe anhand einer selbst ausgearbeiteten Fragestellung ein Projekt durchzuführen.				
Lernziel	Die Teilnehmenden bekommen einen Überblick über wichtige walddynamische Prozesse und Muster in Gebirgswäldern. Sie erhalten Einblick in die Forschung zu den Themen Gebirgswaldökologie und Management von Gebirgswäldern. Sie lernen Forschungsziele zu definieren, Hypothesen zu formulieren und ein Forschungsgesuch auszuarbeiten. In einer Gruppe lernen die Studierenden ein kleines Forschungsprojekt vorzubereiten, durchzuführen und die Forschungsergebnisse zu präsentieren.				
Inhalt	Während eines Besuches des SLF (Institut für Schnee- und Lawinenforschung) erhalten wir einen Einblick in die Bedeutung des Schnees für die Landschaft Davos. Auf einer kurzen Exkursion mit dem Förster lernen wir verschiedene Aspekte des Managements von Gebirgswäldern kennen. Während einer weiteren, ganztägigen Exkursion im Gebiet des Dischma - Stillberg (Davos) und anhand von Präsentationen erhalten die Teilnehmenden einen Überblick über wichtige walddynamische Prozesse und Muster in Gebirgswäldern sowie zum Einfluss von Störungen (Lawinen, Insektenepidemien, Windwurf, Feuer). Die Teilnehmenden erhalten Einblick in aktuelle Forschungsprojekte in der Gebirgswaldökologie. Es wird aufgezeigt, wo Wissenslücken vorhanden sind, und wie Forschungshypothesen formuliert und Themen für Forschungsfragen definiert werden. In kleinen Gruppen werden die Teilnehmenden ein kurzes Gesuch für ein Forschungsprojekt vorbereiten, das während der Woche durchgeführt wird. Dozenten werden die Gruppenarbeiten betreuen. Am letzten Tag werden die Teilnehmenden die Resultate präsentieren.				
Skript	Zu gegebener Zeit können aktuelle Informationen und Kursmaterial vom Moodle Server heruntergeladen werden.				
	Vor dem Kurs werden eine Einführung zu Klima, Boden und Vegetation der Alpen aus Landolt (2003) sowie ein Exkursionsführer abgegeben.				
Literatur	Siehe "Skript".				

Voraussetzungen / Besonderes Der Feldkurs findet vom 10. Juni 2024 (Montag) bis 15. Juni 2024 (Samstag) statt.

Zusätzlich zu den Studierenden der ETH Zürich werden auch Studierende der Universität Freiburg (Deutschland) sowie des AgroParisTech in Nancy (Frankreich) dabei sein. Von jeder der drei Institutionen können maximal 7 Studierende akzeptiert werden ("first come first serve"), freie Plätze werden mit Studierenden der anderen Institutionen aufgefüllt. Die Anmeldung ist verbindlich.

Der Kurs wird in Englisch gehalten und findet in der Nähe von Davos (Schweiz) statt. Wir werden im Shima (Anfangs Dischmatal) übernachten. Die Kosten für jede/n Studierende/n (inklusive Unterkunft in 2-er Zimmer, Frühstück und Abendessen) betragen voraussichtlich 225 Fr und sollten während der Feldwoche bezahlt werden. Die restlichen Kosten werden von der ETH übernommen.

Leistungskontrolle: Für 60 Stunden Gesamtaufwand (2 Kreditpunkte) muss jede/r Studierende/r  
 - die Informationsveranstaltung besuchen (1 Stunde; Termin wird später angekündigt);  
 - vor dem Kurs eine Einführung zu Klima, Boden und Vegetation der Alpen sowie den Exkursionsführer lesen (Aufwand 5 Stunden);  
 - aktiv am Kurs teilnehmen, inklusive Präsentation am letzten Tag (46 Stunden);  
 - im Anschluss an den Kurs noch einen kurzen Bericht über das Forschungsprojekt schreiben (8 Stunden).

Koordination: Der Kurs wird koordiniert von der Professur Waldökologie der ETHZ, gemeinsam mit der Eidg. Forschungsanstalt WSL bzw. vom WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung (SLF), der Professur für Waldwachstum und Dendroökologie der Universität Freiburg und von der ENGREF (École nationale du génie rural, des eaux et des forêts) des AgroParisTech.

Zielgruppe: Der Kurs ist offen für interessierte Bachelorstudierende im 3. Studienjahr, auf Anfrage auch für Masterstudierende.

Obligatorische Voraussetzungen: Besuch der Lehrveranstaltung "Waldökologie" (701-0561-00) und/oder "Praktikum Wald und Landschaft" (701-0560-00), oder vergleichbarer Kurs an einer anderen Uni.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>551-0448-00L</b>	<b>Zoologie</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>O. Y. Martin, M. Greeff</b>
	<i>Biologie Studierende, die das Biologie Lehrdiplom planen zu absolvieren, können den Kurs 551-0448-00 Zoologie als Blockkurs (6KP) an das BSc Biologie Studium anrechnen lassen.</i>				
	<i>Keine Anmeldung über die website "mybioportal" notwendig. Die Belegung kann direkt unter "myStudies" vorgenommen werden.</i>				
Kurzbeschreibung	Vorlesung: Überblick über die Diversität im Tierreich. Für die wichtigsten Gruppen werden phylogenetische, morphologische und ökologische Aspekte behandelt. Besondere Schwerpunkte sind Arthropoden und Wirbeltiere (inkl. Faunistik der Schweiz).				
Lernziel	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen (Ergänzung zur Vorlesung); Kennenlernen grundlegender Methoden. Vorlesung: Übersicht über die systematische Gliederung des Tierreiches und die Charakteristika der wichtigsten Tiergruppen, grundlegende tierische Baupläne.				
Inhalt	Praktikum: Kenntnis der Merkmale ausgewählter Tiergruppen; Kennenlernen grundlegender Methoden: Herstellen einfacher Präparate, Sezieren, Mikroskopieren, Zeichnen, Protokollieren. Vorlesung: Überblick über die wichtigsten Gruppen des Tierreiches (Animalia): Baupläne, charakteristische Merkmale, Lebensweise, systematische Gliederung, Beispiele. Schwerpunkte bilden einerseits die Arthropoden (Gliederfüsser) als bei weitem artenreichstem Tierstamm und andererseits die Wirbeltiere inklusive Faunistik der Schweiz.				
Skript	Praktikum: Makro- und mikroskopische Untersuchung von tierähnlichen Einzellern (Protozoa), ausgewählten Wirbellosen (speziell Insekten) und Wirbeltieren: äusserer und innerer Körperbau, Organsysteme; Verhalten: Fortbewegung, Nahrungsaufnahme; Fortpflanzung. Skripte können von Moodle heruntergeladen werden, und zusätzliche Arbeitsblätter (v.a. für Praktikum) werden abgegeben.				
Literatur	Weitere Literatur nicht nötig, im Skript gibt es für Interessierte eine Liste mit weiterführender Literatur.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
	Kritisches Denken	gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			

## ►► Umweltchemie/Ökotoxikologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0206-00L</b>	<b>Ausgewählte Kapitel der Physikalischen Chemie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Funck</b>
Kurzbeschreibung	1. Kinetik komplexer Reaktionssysteme 2. Thermodynamik von Mehrphasen-Mehrstoff-Systemen: Verteilung zwischen Phasen, kolligative Eigenschaften von Lösungen, Koexistenzbedingungen mehrerer Phasen, Gibbssche Phasenregel, Phasendiagramme 3. Phasengrenzflächen: Oberflächenspannung, Grenzflächenkonzentration, Adsorption, Kolloide				



Lernziel	Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die in der Lehrveranstaltung behandelten Prinzipien zur Lösung physikalisch-chemischer Probleme anzuwenden</li> <li>• physikalisch-chemische Phänomene mathematisch zu modellieren und die entsprechenden Modelle zu lösen</li> <li>• die Annahmen, auf die sich solche Modellierungen stützen, zu analysieren und kritisch zu hinterfragen</li> <li>• die Größenordnung und Genauigkeit der für ein System relevanten Variablen einzuschätzen</li> <li>• diese Kompetenzen auf konkrete Fragestellungen anzuwenden</li> </ul>		
Inhalt	1. Kinetik komplexer Reaktionssysteme: Vorgelagertes Gleichgewicht, Bodenstein-Näherung, Enzymkinetik 2. Thermodynamik von Mehrphasen-Mehrstoff-Systemen: Chemisches Potential, Standardzustände und Aktivitäten, Verteilung zwischen Phasen, kolligative Eigenschaften von Lösungen, Koexistenzbedingungen mehrerer Phasen, Gibbssche Phasenregel, Phasendiagramme reiner Stoffe und binärer Gemische 3. Phasengrenzflächen: Oberflächenspannung, Grenzflächenkonzentration, Adsorption an Festkörperoberflächen, Stabilität von Kolloiden		
Skript	Ein Skript ist im Vorlesungs-Moodle erhältlich		
Literatur	- Wedler, G., Freund, H.-J., Lehr- und Arbeitsbuch Physikalische Chemie, 7. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2018 - Atkins, P., de Paula, J., Keeler, J., Physical Chemistry, 12th edition, Oxford University Press, 2022 - Shaw, D.J., Introduction to Colloid and Surface Chemistry, 4th ed., Butterworth-Heinemann 1992		
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagenwissen aus „Chemie I + II“ (insbesondere Kinetik und Thermodynamik) Sicherer Umgang mit elementarer Differential- und Integralrechnung		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken	gefördert gefördert

<b>551-1420-00L</b>	<b>Molecular Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Santelia</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with (i) Structure and replication of DNA, transcription, RNA processing, translation, mutation and DNA repair, stability and variability of genomes, regulation of gene activities. (ii) Modern molecular methods by which these processes are examined. (iii) Practical applications in genetic engineering, plant breeding and food biotechnology.				
Lernziel	At the end of this course, students are able to (i) Define technical terms of molecular biology and apply them to biological phenomena. (ii) Understand the structure and function of the genetic material as well as the processes of its natural and artificial change. (iii) Describe standard methods of molecular biology and explain their applications.				
Literatur	"Molecular Biology, Principles of Genome Function", Second Edition (2014), Oxford N. Craig, O. Cohen-Fix, R. Green, C. Greider, G. Storz, C. Wolberger				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert		

<b>752-1300-00L</b>	<b>Introduction to Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. J. Sturla, J. Folz, K. Schirmer, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to how chemical properties and biological interactions govern the disposition and influences of toxicants.				
Lernziel	The objectives are for the student to establish a framework for examining adverse effects resulting from exposures to toxicants by understanding key mechanisms that give rise to toxic responses and disease processes.				
Inhalt	In the course "Introduction to Toxicology", the competencies of process understanding, system understanding, concept development, data analysis & interpretation and measurement methods are taught, applied and examined. This course will introduce mechanisms governing the chemical disposition and biological influences of toxicants. The course is geared toward advanced bachelors students in food science, environmental science, and related disciplines, such as chemistry, biology and pharmaceutical sciences. Examples of topics include: dose-response relationships and risk assessment, absorption, transport, and biotransformation of xenobiotic chemicals; Carcinogenesis; DNA damage, repair, and mutation; Immunotoxicity; Neurotoxicity; and modern toxicity testing strategies. These fundamental concepts in Mechanistic Toxicology will be integrated with examples of toxicants relevant to food, drugs and the environment.				
Literatur	Casarett & Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. Seventh Edition. Editor: Curtis D. Klaassen, 2008, McGraw-Hill. (available on-line)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of organic chemistry and biochemistry is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft gefördert		

## ►► Umweltphysik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0106-00L</b>	<b>Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. A. Sprenger</b>
Kurzbeschreibung	Ausgewählte mathematische Themen und Konzepte, die allenfalls schon in den Vorlesungen Mathematik I-III eingeführt worden sind, werden im Sinne einer Vorbereitung auf spätere Spezialvorlesungen anhand von Beispielen aus der Praxis verknüpft, illustriert, vertraut gemacht und vor allem angewandt. Es wird bei Gelegenheit auch neuer Stoff behandelt.				
Lernziel	Das Ziel besteht darin, auf spätere Spezialvorlesungen vorzubereiten. Die Studierenden sollen vertrauter gemacht werden mit dem schon behandelten mathematischen Stoff, den mathematischen Konzepten und vor allem mit deren Anwendungs- und Interpretationsmöglichkeiten.				
Inhalt	Es werden Beispiele aus der Praxis zu folgenden Themen behandelt: Gewöhnliche Differentialgleichungen; Eigenwertproblem der linearen Algebra; Lineare und nichtlineare Differentialgleichungssysteme; Partielle Differentialgleichungen (Diffusionsgleichung, Transportgleichung, Wellengleichung)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert
<b>701-0234-00L</b>	<b>Messmethoden in der Atmosphärenchemie</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>
		<b>1V</b>	<b>U. Krieger</b>
Kurzbeschreibung	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt: Überwachung der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, Remote Sensing, Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen.		
Lernziel	Lernziel: Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre, Kriterien für die Wahl der optimalen Methode. Kenntnis verschiedener Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen.		
Inhalt	Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre und erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode für eine gegebene Fragestellung. Kenntnis der verschiedenen Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen sowie von ausgewählten Messinstrumenten.		
Literatur	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt und theoretisch analysiert, die in atmosphärenchemischen Messungen Verwendung finden: Geräte zur Überwachung im Rahmen der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, "remote sensing", Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen zu atmosphärischen Fragestellungen.		
Voraussetzungen / Besonderes	B. J. Finnlason-Pitts, J. N. Pitts, "Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere", Academic Press, San Diego, 2000		
	Methodenvorlesung zu den Praktika 701-0460-00 und 701-1230-00. Die Kontaktzeiten in diesen Praktika sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesung möglich ist.		
	Voraussetzungen: Atmosphärenphysik I und II		
<b>701-1236-00L</b>	<b>Messmethoden in der Meteorologie und Klimaforschung</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>
		<b>1V</b>	<b>M. Hirschi, D. Michel, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, technischen und theoretischen Grundlagen zur Messung physikalischer Größen in der Atmosphäre. Zusätzlich werden Überlegungen zur Planung von Messkampagnen und zur Datenauswertung diskutiert.		
Lernziel	Lernziele der Veranstaltung sind: - Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre unter schwierigen Umweltbedingungen - Kennenlernen verschiedener Messmethoden - Erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode bei gegebener Fragestellung - Finden der optimalen Beobachtungsstrategie bezüglich der Wahl des Instrumentes, Beobachtungshäufigkeit, Genauigkeit etc.		
Inhalt	Probleme der Zeitreihenanalyse, Abtasttheorem, Zeitkonstanten und Abtastrate. Theoretische Analyse der verschiedenen Sensoren für Temperatur, Feuchte, Wind und Druck. Diskussion störender Einflüsse auf Messinstrumente, Funktionsweise aktiver und passiver Fernerkundungssysteme. Prinzip der Messung von turbulenten Flüssen (z.B. Wärmefluss) mittels Eddy-Korrelation. Beschreibung der technischen Ausführung von Sensoren und komplexer Messsysteme (Radiosonden, automatische Wetterstationen, Radar, Windprofiler). Demonstration von Instrumenten.		
Skript	Studierende können eine Kopie der Vorlesung als PDF-Datei herunterladen.		
Literatur	- Ermeis, Stefan: Measurement Methods in Atmospheric Sciences, In situ and remote. Bornträger 2010, ISBN 978-3-443-01066-9 - Brock, F. V. and S. J. Richardson: Meteorological Measurement Systems, Oxford University Press 2001, ISBN 0-19-513451-6 - Thomas P. DeFelice: An Introduction to Meteorological Instrumentation and Measurement. Prentice-Hall 2000, 229 p., ISBN 0-13-243270-6 - Fritschen, L.J., Gay L.W.: Environmental Instrumentation, 216 p., Springer, New York 1979. - Lenschow, D.H. (ed.): Probing the Atmospheric Boundary Layer, 269 p., American Meteorological Society, Boston MA 1986. - Meteorological Office (publ.): Handbook of Meteorological Instruments, 8 vols., Her Majesty's Stationery Office, London 1980. - Wang, J.Y., Felton, C.M.M.: Instruments for Physical Environmental measurements, 2 vol., 801 p., Kendall/Hunt Publ. Comp., Dubuque Iowa 1975/76.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung konzentriert sich auf die physikalischen atmosphärischen Größen, während sich die Vorlesung 701-0234-00 mit den chemischen Größen beschäftigt. Die beiden Vorlesungen sind komplementär, zusammen vermitteln sie die instrumentellen Grundlagen zum Praktikum 701-0460-00. Die Kontaktzeiten in diesem Praktikum sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesungen möglich ist.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
<b>102-0455-10L</b>	<b>Groundwater I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>
		<b>4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, M. Willmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung ist eine Einführung zu quantitativen Strömungs- und Stofftransportproblemen im Grundwasser.		
Lernziel	In dem Fach "Groundwater I" werden die Prozessverständnis gelehrt, angewandt und geprüft. Des Weiteren werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und angewandt, die Vorstufen zur Grundwassermodellierung sind. Zusätzlich werden Messmethoden gelehrt, sowie die Datenanalyse & Interpretation angewandt.		
Inhalt	Verstehen grundlegender Konzepte von Strömungs- und Stofftransportprozesse in Grundwasserleitern. Formulierung und Lösung von praktischen Strömungs- und Transportproblemen. Eigenschaften von porösen und geklüfteten Aquiferen, Darcy-Gesetz, Strömungsgleichung, Stromfunktion, Interpretation von Pumpversuchen, Transportprozesse, Transportgleichung, analytische Lösungen für Transport, numerische Methoden, die finite Differenzen Methode, Altlastensanierung in Grundwasserleitern, Fallstudien.		
Skript	Skript und Aufgabensammlung werden ausgegeben.		
Literatur	J. Bear, Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 1979 K. de Ridder, Untersuchung und Anwendung von Pumpversuchen, Verl. R. Müller, Köln, 1970 P.A. Domenico, F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, J. Wilson & Sons, New York, 1990 R.A. Freeze, J.A. Cherry, Groundwater, Prentice-Hall, New Jersey, 1979 W. Kinzelbach, R. Rausch, Grundwassermodellierung, Gebrüder Bornträger, Stuttgart, 1995		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung ist eine Einführung zu quantitativen Strömungs- und Stofftransportproblemen im Grundwasser.		
<b>402-0048-00L</b>	<b>Fortgeschrittene Physik für Umwelt- und ErdwissenschaftlerInnen</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>
		<b>4V+2U</b>	<b>M. Christl</b>
Kurzbeschreibung	Grundkonzepte der Quanten- und Kernphysik ausgerichtet auf umwelt- und erdwissenschaftliche Fragestellungen		
Lernziel	Diese Vorlesung ist eine Einführung in die sogenannte "Moderne Physik". Die Grundlagen der Quanten- und Kernphysik werden vermittelt und allgemeine Lösungsansätze für quantenmechanische und kernphysikalische Probleme werden erarbeitet. Die Fähigkeit zur eigenständigen Lösung einfacher Problemstellungen aus den behandelten Themengebieten wird erreicht. Besonderer Wert wird auf das Verständnis experimenteller Methoden zur Beobachtung der behandelten physikalischen Phänomene gelegt.		

Inhalt	Quantenphysik: Grundlagen der Quantenmechanik: Planck'sche Strahlung mit Bezug zum Strahlungshaushalt und Klima der Erde, Photoeffekt, Materiewellen, Unschärferelation, Schrödingergleichung, Kastenpotential, Tunneleffekt, Harmonischer Oszillator. Atom- und Molekülphysik: Wasserstoffatom, Energiezustände, Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung, molekulare Schwingungszustände, Laser. Kernphysik: Aufbau des Atomkerns (Kernmodelle, Kernkräfte), Radioaktivität (Zerfallsarten), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Nachweis von radioaktiver Strahlung, Strahlenwirkung und Strahlendosis, Kernspaltung und -Fusion, natürliche und künstliche Radioaktivität in der Umwelt, Radioisotope als natürliche Tracer.		
Skript	In der Vorlesung wird Skript verteilt. Dazu werden zu speziellen Themen weitere Unterlagen ausgegeben.		
Literatur	- H. Haken, H. C. Wolf: Atom- und Quantenphysik, 8. Aufl. (Springer, 2004) - K. Bethge, G. Walter, B. Wiedemann: Kernphysik, 2. Aufl. (Springer, 2001)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Umweltplanung

103-0414-10L *Verkehr GZ ist Voraussetzung für den Master Raumentwicklung und Infrastruktursysteme und sollte nach Möglichkeit im Bachelor erfolgreich abgeschlossen werden.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0953-00L</b>	<b>GIS Fallstudie</b> <i>Voraussetzung: Teilnahme an der Lehrveranstaltung 701-0951-00L "GIST - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien" im HS oder eine gleichwertige Vorbildung.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2A</b>	<b>M. A. M. Niederhuber</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung vertieft die praktische Anwendung von Geographischen Informationssystemen im Rahmen von selbständigen Fallstudien (Projektarbeiten) in Kleingruppen. Die Studierenden erarbeiten eine Projektplanung, konzipieren einen Analyseablauf, führen eine mehrstufige räumliche Analyse zu einer Umweltfragestellung durch und präsentieren ihre Ergebnisse im Plenum.				
Lernziel	Die Studierenden ... - vertiefen ausgewählte theoretische und praktische Fertigkeiten des GIST-Basiskurses an einem konkreten Fall; - sind in der Lage sich in eine komplexe räumliche Fragestellung selbstständig einzuarbeiten; - können die für die Umsetzung notwendigen Daten- und Prozessmodelle erstellen; - können ein Projekt von der Planung bis zur Präsentation selbstständig managen und durchführen; - lernen mit Forschern aus der Praxis zusammenzuarbeiten.				
Inhalt	Die Studierenden führen eine praxis- oder wissenschaftlichorientierte GIS-Analyse durch und präsentieren am Ende ihre Ergebnisse einem Fachpublikum.				
Skript	kein Skript				
Voraussetzungen / Besonderes	Einführungskurs "GIST - Einführung in die Räumlichen Informationswissenschaften und Technologien" oder gleichwertige Vorkenntnisse.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
<b>101-0414-00L</b>	<b>Verkehrsplanung (Verkehr I)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Meyer de Freitas, L. Ballo, A. Erath Rusterholtz</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung stellt die wesentlichen Konzepte der Verkehrsplanung vor und erläutert in Theorie und Praxis deren wesentliche Ansätze und Verfahren.				
Lernziel	Die Vorlesung gibt den Studenten die grundlegenden Werkzeuge und Theorien der Verkehrsplanung an die Hand.				
Inhalt	Grundlegende Zusammenhänge zwischen Verkehr, Raum und Wirtschaftsentwicklung; Grundbegriffe; Messung und Beobachtung des Verkehrsverhaltens; die Methoden des Vier-Stufen-Ansatzes; Kosten-Nutzen-Analyse.				
Literatur	Ortuzar, J. de D. and L. Willumsen (2011) Modelling Transport, Wiley, Chichester.				
<b>101-0416-10L</b>	<b>Road Transport Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Kouvelas</b>
Kurzbeschreibung	The course covers road transportation technologies, network design, traffic flow theory, operations of private and public transport, management and control of intelligent transportation systems.				
Lernziel	This course gives the students an overview of topics involved in road transport systems and provides the background for Masters degree study.				
Skript	The lecture notes and additional handouts will be provided during the lectures.				
<b>102-0214-02L</b>	<b>Siedlungswasserwirtschaft GZ</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>E. Morgenroth, M. Maurer</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigung, Behandlung von Klärschlamm)				
Lernziel	Die Vorlesung vermittelt eine Einführung und einen Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigung, Behandlung von Klärschlamm) und und Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den entsprechenden technischen und natürlichen Systemen. Es werden einfache Modelle für Berechnungen und die Dimensionierung vorgestellt.				
	Die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis, Modellierung, Konzeptentwicklung und Datenanalyse & Interpretation werden gelehrt, angewandt und geprüft.				

Inhalt	Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft als Ganzes Einführung in die Systemanalyse Charakterisierung und Beurteilung von Wasser Wasserbedarf und Abwasseranfall, Schmutzstoffanfall Wasserbeschaffung, Wasseraufbereitung, Wasserversorgung Siedlungsentwässerung, Regenwasserbehandlung Abwasserreinigung, Nährstoffelimination, Behandlung von Klärschlamm Planung in der Siedlungswasserwirtschaft				
Skript	Gujer, W.: Siedlungswasserwirtschaft, 3. Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg 2007 Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Vorlesung ist Voraussetzung für die Vertiefungsvorlesungen in der Siedlungswasserwirtschaft.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft gefördert		
<b>102-0516-01L</b>	<b>Umweltverträglichkeitsprüfung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Riva</b>
Kurzbeschreibung	Schwerpunkt sind Verfahren, Ablauf und Inhalt der Umweltverträglichkeitsprüfung sowie gesetzliche Grundlagen und Methoden zur Erarbeitung eines UV-Berichtes. Mittels Exkursionen und Fallbeispielen wird ein vertiefter Einblick in die UVP ermöglicht. Am Beispiel eines Projektes werden Methoden zur Wirkungsabschätzung und der Ablauf einer UVP nachvollzogen und kritisch beurteilt.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis des Zusammenhangs von Raumplanung und Umweltschutz</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung der zentralen Instrumente und Planungsabläufe zur Abschätzung der Umweltfolgen und -risiken von Vorhaben</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung von quantitativen Methoden zur Abschätzung der Umweltfolgen und -risiken von Vorhaben</li> <li>- Wissen über den Ablauf und Inhalt einer UVP</li> <li>- Fähigkeit zur kritischen Beurteilung von Umweltverträglichkeitsprüfungen</li> </ul>				
Inhalt	In dem Fach "Umweltverträglichkeitsprüfung" werden die Kompetenzen Prozessverständnis, Systemverständnis und Konzeptentwicklung angewandt und Systemverständnis auch geprüft. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nominaler und funktionaler Umweltschutz in der Schweiz</li> <li>- Instrumente des Umweltschutzes</li> <li>- Abstimmungsbedarf zwischen Umweltschutz und Raumplanung</li> <li>- Umweltschutz und Umweltverträglichkeitsprüfung</li> <li>- gesetzliche Grundlagen der UVP</li> <li>- Verfahrensablauf der UVP</li> <li>- Inhalt der UVP</li> <li>- Inhalt und Aufbau des UVB</li> <li>- Anwendung der Wirkungsanalyse</li> <li>- Monitoring und Controlling</li> <li>- Ausblick bezüglich Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung</li> <li>- Exkursionen zu UVP-pflichtigen Vorhaben</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bundesamt für Umwelt 2009: UVP-Handbuch. Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Umwelt-Vollzug Nr. 0923, Bern. 156 S.</li> <li>- Leitfäden zur UVP (werden in der Vorlesung bekannt gegeben)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Zusatzinformation zum Prüfungsmodus: kein Taschenrechner erlaubt				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Verhandlung	geprüft geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert		
<b>103-0357-00L</b>	<b>Umweltplanung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schwaab, F. E. Walther</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden Instrumente, Methoden und Verfahren der Landschafts- und Umweltplanung erarbeitet. Mittels Exkursionen wird deren praktische Umsetzung veranschaulicht.				
Lernziel	Kenntnis über die verschiedenen Instrumente und Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der Umweltplanung. Kenntnis der vielfältigen Wechselbeziehungen der Instrumente.				
	In dem Fach "Umweltplanung" werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und geprüft.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forstliche Planung</li> <li>- Inventare</li> <li>- Eingriff und Ausgleich</li> <li>- ökologische Vernetzung / Infrastruktur</li> <li>- Agrarpolitik</li> <li>- Landschaftsentwicklungskonzept</li> <li>- Landschaftskonzeptionen</li> <li>- Parke</li> <li>- Landschaftskonzept</li> <li>- Gewässerraum</li> </ul>				
	Hinweis: Mehrere nicht-obligatorische Exkursionen sind Teil der Lehrveranstaltung. Es wird empfohlen, an diesen teilzunehmen um das vertiefte Verständnis der verschiedenen Themenbereiche zu verbessern.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>103-0414-10L</b>	<b>Verkehr GZ</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Corman, N. Garrick, A. Kouvelas, J. Lordieck</b>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Einführung in die Grundbegriffe des Verkehrswesens</li> <li>-Bildung des Verständnisses der Wechselwirkung zwischen Flächennutzung und Verkehr</li> <li>-Einführung in die Dynamik der Systeme von den täglichen bis zu den historischen Mustern</li> </ul>				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Einführung in die Grundbegriffe des Verkehrswesens</li> <li>-Bildung des Verständnisses der Wechselwirkung zwischen Flächennutzung und Verkehr</li> <li>-Einführung in die Dynamik der Systeme von den täglichen bis zu den historischen Mustern</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Erreichbarkeit</li> <li>-Gleichgewichte in Netzen</li> <li>-Grundlegende Verhaltensmodelle</li> <li>-Verkehrsfluss und seine Steuerung</li> <li>-Fahrdynamik Schiene und Strasse</li> <li>-Verkehrsmittel und ihre Angebotsstrukturen</li> <li>-Fahrplan</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ► Systemvertiefung

### ►► Atmosphäre und Klima

Die folgenden Lehrveranstaltungen werden als Vorbereitung für die Systemvertiefung Atmosphäre und Klima besonders empfohlen:

701-0106-00L Mathematik V: Angewandte Vertiefung von Mathematik I - III (FS)

402-0048-00L Fortgeschrittene Physik für Umwelt- und ErdwissenschaftlerInnen (FS)

Diese sollten bereits im zweiten Studienjahr erfolgreich abgeschlossen werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren.</li> <li>- die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären.</li> <li>- einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.</li> </ul>				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp.</li> <li>- Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.</li> </ul>				

Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				
<b>701-0460-00L</b>	<b>Praktikum Atmosphäre und Klima</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>14P</b>	<b>U. Krieger, R. Modini, A. Prévôt, R. Spirig</b>
Kurzbeschreibung	Das Praktikum bietet die Möglichkeit, atmosphärenphysikalische und -chemische Versuche im Rahmen eines Vollpraktikums durchzuführen. Hier bietet sich die Möglichkeit, experimentelle, instrumentelle, numerische und theoretische Aspekte der Atmosphärenwissenschaften kennenzulernen.				
Lernziel	Lernziel ist die erfolgreiche Durchführung interdisziplinärer Feldarbeiten innerhalb der Atmosphärenwissenschaften. Dazu werden die TeilnehmerInnen moderne Sondierungs- und Analysemethoden kennenlernen und üben, sowie Datensätze erheben und diese für konkrete Fragestellungen über den Zustand der Atmosphäre und die relevanten Prozesse ausgewertet. Durch die Zusammenarbeit über verschiedene Fachbereiche hinweg (Physik, Chemie, atmosphärische Dynamik und Transport) wird die interdisziplinäre Teamarbeit geübt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Als Voraussetzung für dieses Praktikum werden Kenntnisse der folgenden Kurse benötigt: - 701-0471-00 Atmosphärenchemie - 701-0473-00 Wettersysteme - 251-0840-01 Anwendungsnahes Programmieren mit Python Teilnehmer, die diese Kurse nicht belegt haben, müssen sich die erforderlichen Kenntnisse im Eigenstudium aneignen.  Als Begleitung zu diesem Praktikum wird der Besuch der folgenden Kurse sehr empfohlen: - 701-0234-00 Messmethoden in der Atmosphärenchemie - 701-1236-00 Messmethoden in der Meteorologie				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0909-00L</b>	<b>Seminar Umweltsysteme</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Carminati, L. Pellissier</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erarbeiten in Teams aufgrund einer vorgegebenen aktuellen Umweltthematik eine interdisziplinäre Fragestellung, recherchieren die zur Beantwortung nötige Literatur und erstellen daraus eine Übersicht der wissenschaftlichen Fakten. Auf dieser Basis erstellen sie anschliessend Informationsmaterial für ein nichtwissenschaftliches Publikum in einer ausgewählten Medienform.				
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu einer vorgegebenen interdisziplinären Umweltthematik eine Fragestellung entwickeln und dazu die aktuelle Forschungs-Literatur recherchieren und in einem Literaturverwaltungsprogramm ablegen</li> <li>• die für eine gegebene Fragestellung relevanten wissenschaftlichen Fakten in einer kollaborativen Vorgehensweise zusammenfassen</li> <li>• wissenschaftliche Fakten für eine gegebene Fragestellung in geeigneter Form für ein nicht wissenschaftliches Publikum aufbereiten und kommunizieren</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input zu Recherche und Schreiben in interdisziplinären Gruppen</li> <li>• Input von Spezialist:innen zu geeigneten Kommunikationsformen und Medien für ein nicht-wissenschaftliches Publikum ("Medienprodukt")</li> <li>• Review und Synthese der aktuellen Literatur zu einem vorgegebenen interdisziplinären Themenbereich ("Factsheet")</li> <li>• Arbeit in interdisziplinären Gruppen aus den Systemvertiefungen mit Work-in-Progress und Feedback-Diskussionen der wissenschaftlichen Factsheets und Medienprodukte</li> <li>• Meilensteine: Syntheseworkshop und Schlusspräsentation der Medienprodukte</li> </ul>				
Skript	Lehrmaterialien auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Seminar in der Systemvertiefung im 5.Semester oder gleichwertiges Literaturseminar besucht				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

## ►► Biogeochemie

Die folgenden Lehrveranstaltungen werden als Vorbereitung für die Systemvertiefung Biogeochemie besonders empfohlen:

- 701-0225-00L Organic Chemistry (HS)
- 752-0100-00L Biochemie (HS)
- 752-1300-00L Introduction to Toxicology (FS)

Diese sollten bereits im zweiten Studienjahr erfolgreich abgeschlossen werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0420-01L</b>	<b>Praktikum Biogeochemie</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>14P</b>	<b>L. Winkel, H. Bürgmann, D. Janssen, P. U. Lehmann Grunder, K. McNeill, M. H. Schroth, A. Voegelin</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen wichtige physikalische, mikrobiologische und chemische Methoden kennen und wenden diese zuerst an, um biogeochemische Prozesse und Schadstoffverhalten in Böden zu erfassen. Danach erweitern die Studierenden ihr experimentelles Können bei kinetischen Versuchen zum Schadstoffabbau im Labor und bei Feldversuchen zur Bestimmung von Prozessraten in einem Fließgewässer.				

Lernziel	Die Studierenden sammeln praktische Erfahrung mit physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Analysverfahren im Labor und im Feld. Sie lernen ihr theoretisches Wissen auf selber erhobene Analysedaten anzuwenden, hinterfragen diese kritisch und dokumentieren die Ergebnisse auf verständliche Weise.				
Skript	Methodenbeschreibungen werden abgegeben.				
<b>701-0426-00L</b>	<b>Modelling Aquatic Ecosystems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. I. Schuwirth</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about processes in aquatic ecosystems will be compiled to mathematical models of such systems. This integration of knowledge stimulates understanding across disciplines and makes it possible to evaluate hypotheses. The participants will be confronted with ecosystem models of increasing complexity und apply them practically based on an implementation in R.				
Lernziel	Students are able to				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- describe the most important biological, biochemical, chemical and physical processes in aquatic ecosystems in the form of mathematical models;</li> <li>- recognise and explain the interaction of processes in aquatic ecosystems and estimate the resulting behaviour of the entire system;</li> <li>- mathematically describe important sources of stochasticity and uncertainty in model predictions and quantify their influence on model results;</li> <li>- formulate models of aquatic ecosystems, implement them in a programming environment and use them to address problems in practice.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Basic concepts: Principles of modelling environmental systems, formulation of mass balance equations, formulation of transformation processes.</p> <p>Formulation of ecosystems processes: Physical processes (transport and mixing, sedimentation, gas exchange, detachment and resuspension), chemical processes (chemical equilibria, sorption), biological processes (primary production, respiration, death, consumption, mineralization, nitrification, hydrolysis, bacterial growth, colonization).</p> <p>Consideration of Stochasticity and Uncertainty Sources, description, and propagation of stochasticity and uncertainty</p> <p>Didactic models of aquatic ecosystems: Lake phytoplankton model, lake phyto- and zooplankton model, two box oxygen and phosphorus lake model, model of biogeochemical cycles in a lake, oxygen and nutrient household model of a river, benthic population model of a river.</p> <p>Research models of aquatic ecosystems: Research lake models, research river models.</p> <p>Exercises implementing and practicing the application of the didactic models using libraries of the program package for statistical computing and graphics R (<a href="http://www.r-project.org">http://www.r-project.org</a>).</p>				
Skript	<p>Manuscript in English <a href="http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/siam/lehre/modelling_aquatic_ecosystems/modaqecosys.pdf">http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/siam/lehre/modelling_aquatic_ecosystems/modaqecosys.pdf</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Ecology: Basic knowledge about structure and function of aquatic ecosystems. Mathematics: Basics of analysis, differential equations, linear algebra, and probability.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>701-0478-00L</b>	<b>Introduction to Physical Oceanography</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Münnich, N. Casacuberta Arola, G.-K. Plattner</b>
Kurzbeschreibung	The lecture gives an overview over physical properties, flows and transport phenomena in stratified water bodies (reservoirs, lakes and the oceans). The focus is on oceans, their currents and the role of the seas in the global climate system. Students completing the course are able to interpret basic flow equations and apply them to phenomema.				
Lernziel	Students are able to				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- apply the basic conservation principles of physics to various bodies of water.</li> <li>- explain the singularities of various natural flow systems.</li> <li>- apply closed solutions and simple evaluation procedures to characterise flow and transport.</li> <li>- present an overview of the mechanical flow properties of environmental flow systems.</li> <li>- describe the role of the oceans in the global climate system.</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review of governing equations (Navier-Stokes equation, Coriolis force, scaling)</li> <li>- Stratification and mixing (molecular diffusion, Reynolds decomposition, turbulent transport, turbulent closure, boundary layers)</li> <li>- Density-driven ocean currents (thermocline theory, deep water formation)</li> <li>- Wind-driven ocean currents (Ekman transport, Sverdrub ballance, westerly boundary currents)</li> <li>- Waves in Fluids (surface waves, internal waves, Rossby waves)</li> <li>- Oceans and climate (El Nino, Ice Ages)</li> </ul>				
Skript	In lieu of a script excerpts the course is accompanied by a Wiki about the topics of the lecture.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriptive Physical Oceanography: An Introduction (L. Talley, G. Pickard)</li> <li>- Atmosphere, Ocean and Climate Dynamics (J. Marshall, A. Plumb)</li> <li>- Ocean Circulation (Open University)</li> <li>- Waves, Tides &amp; Shallow-Water Processes (Open University)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	PDFs of the book by L. Talley and the Open University books can be obtained free of charge through ScienceDirect.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
		Problemlösung		geprüft	
<b>701-0524-00L</b>	<b>Bodenbiologie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. W. Frey, A. Frossard</b>

Kurzbeschreibung	Dem Bodenleben kommt eine Schlüsselrolle bei den natürlichen Bodenfunktionen zu. Im Zentrum des Kurses steht das Thema: Anthropogene Auswirkungen wie Bewirtschaftung, Landnutzungsänderung und Klimawandel auf die Biodiversität im Boden.		
Lernziel	Grundkenntnis der Strukturen und Funktionen der Biozönosen im Boden. Verständnis von Konzepten, die erlauben, die biologisch katalysierten Prozesse im Boden qualitativ und quantitativ zu erfassen. Hier gehen wir folgenden Fragen nach: Wie beeinflussen Umweltfaktoren die Bodenorganismen? Wie lassen sie sich untersuchen und wie werden sie beeinflusst? Welche ökosystemaren Funktionen werden von Bodenorganismen ausgeführt? Was sind wichtige mikrobielle Prozesse im Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf? Der ganze Lerninhalt wird mit Gruppenarbeiten verfeinert.		
Inhalt	Struktur des Biotops Boden: Chemische, physikalische und biologische Faktoren Kopplung Boden-Wasser-Luft. Struktur der Biozönosen im Boden. Interaktionen Bodenfauna-Umwelt und Bodenmikroorganismen-Umwelt. Stoffkreisläufe und biologisch katalysierte Prozesse im Boden. Evaluation von bodenbiologischen Methoden.		
Skript	Skript und Übungsaufgaben werden abgegeben.		
Literatur	Relevante Literatur wird im Verlaufe der Vorlesung vorgestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Grundlagen der Bodenphysik, Bodenchemie, Zoologie und Mikrobiologie.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>701-0909-00L</b>	<b>Seminar Umweltsysteme</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Carminati, L. Pellissier</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erarbeiten in Teams aufgrund einer vorgegebenen aktuellen Umweltthematik eine interdisziplinäre Fragestellung, recherchieren die zur Beantwortung nötige Literatur und erstellen daraus eine Übersicht der wissenschaftlichen Fakten. Auf dieser Basis erstellen sie anschliessend Informationsmaterial für ein nichtwissenschaftliches Publikum in einer ausgewählten Medienform.				
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu einer vorgegebenen interdisziplinären Umweltthematik eine Fragestellung entwickeln und dazu die aktuelle Forschungs-Literatur recherchieren und in einem Literaturverwaltungsprogramm ablegen</li> <li>• die für eine gegebene Fragestellung relevanten wissenschaftlichen Fakten in einer kollaborativen Vorgehensweise zusammenfassen</li> <li>• wissenschaftliche Fakten für eine gegebene Fragestellung in geeigneter Form für ein nicht wissenschaftliches Publikum aufbereiten und kommunizieren</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input zu Recherche und Schreiben in interdisziplinären Gruppen</li> <li>• Input von Spezialist:innen zu geeigneten Kommunikationsformen und Medien für ein nicht-wissenschaftliches Publikum ("Medienprodukt")</li> <li>• Review und Synthese der aktuellen Literatur zu einem vorgegebenen interdisziplinären Themenbereich ("Factsheet")</li> <li>• Arbeit in interdisziplinären Gruppen aus den Systemvertiefungen mit Work-in-Progress und Feedback-Diskussionen der wissenschaftlichen Factsheets und Medienprodukte</li> <li>• Meilensteine: Syntheseworkshop und Schlusspräsentation der Medienprodukte</li> </ul>				
Skript	Lehrmaterialien auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Seminar in der Systemvertiefung im 5.Semester oder gleichwertiges Literaturseminar besucht				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien			geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert gefördert

## ►► Mensch-Umwelt Systeme

Die folgenden Lehrveranstaltungen werden als Vorbereitung für die Systemvertiefung Mensch-Umwelt Systeme besonders empfohlen:

401-0625-01L Applied Analysis of Variance and Experimental Design

401-0649-00L Applied Statistical Regression

Diese sollten bereits im zweiten Studienjahr erfolgreich abgeschlossen werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0650-00L</b>	<b>Risikoanalyse und -management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Patt, L. Booth, D. N. Bresch</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs bietet den Studenten eine Einführung in die Prinzipien der quantitativen Risikoanalyse mit Bezug auf verschiedene Anwendungsbereiche, u.a. Wetter und Umwelt, Naturgefahren und toxische Substanzen. Die Teilnehmer des Kurses erhalten ebenfalls eine Übersicht über bereits existierende Praktiken des Risikomanagements, inklusiv Regulierungsansätze, Versicherung und Eventualfallplanung.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetenzen in der Anwendung von Methoden der quantitativen Risikoanalyse</li> <li>- Verständnis der gegenwärtigen Ansätze in Richtung Risikomanagement</li> <li>- Verständnis über die Wichtigkeit von Risiken und Unsicherheiten im Entscheidungs- und politischen Prozess</li> <li>- Fähigkeit Risikoinformationen klar und verständlich zu kommunizieren</li> </ul>				
Inhalt	Statistik für die Risikoanalyse; Monte Carlo Simulation; Toxikologie und Epidemiologie; Expositionsabschätzung; Fehlerbaumanalyse; Risiken im Entscheidungsprozess; Risikowahrnehmung und Kommunikation; Streuverlust und Versicherung; Eindämmung von Umweltschäden; Risiko- und Klimawandelpolitik.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			gefördert geprüft



<b>701-0660-00L</b>	<b>Praktikum Mensch-Umwelt Systeme ■</b>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>14P</b>	<b>J. W. McCaughey, D. N. Bresch, S. Hanger-Kopp, C. M. Kropf</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erarbeiten Forschungsprojekte zum Thema Klimawandelanpassung in welchen sie quantitative und qualitative Methoden zur Datensammlung und Analyse kombinieren und anwenden. Die Studierenden identifizieren politische, ökonomisch, und sozial tragbare Anpassungsmassnahmen und werden so auch die sozialen und ethischen Dimensionen der Klimarisikoanalyse und -anpassung bewerten.				
Lernziel	Die Studierenden können ein qualitatives und quantitatives Methodenset anwenden, um eine interdisziplinäre Forschungsfrage an der Schnittstelle von Mensch- und Umweltsystemen zu beantworten.				
Inhalt	Im Kern des Praktikums Mensch-Umwelt Systeme steht die Frage nach der technischen, wirtschaftlichen, und sozialen Mach- und Umsetzbarkeit von Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Die Stärkung speziell der Wetter- und Klimaresilienz ist bereits heute von eminenter Bedeutung – und wird in den kommenden Dekaden weiter zunehmen. Das Klima der Vergangenheit stellt aufgrund mannigfacher Veränderungen keine solide Basis für zukunftsgerichtete Entscheidungen mehr dar. Nie zuvor verfügten Gesellschaften über ein so breites Wissen der Prozesse, die ihre Zukunft gestalten und über derart umfassende Daten – inklusive Klimaprojektionen. Doch stehen wir, was die umfassende Nutzung dieser Informationen in Planungs- und Entscheidungsprozessen anbelangt, noch am Anfang. Zentrale Fragen für EntscheidungsträgerInnen und Gesellschaft lauten deshalb: 1) Was ist der mögliche Einfluss von Wetter und Klima heute und in den kommenden Dekaden? 2) Wie können wir mit diesen Chancen/Risiken vorausschauend umgehen, welche Massnahmen bieten sich an? 3) Welche Investitionen sind nötig – überwiegt der Nutzen im Vergleich zu den Kosten? 4) Fallen die Risiken überproportional auf bestimmte Gruppen, insbesondere solche, die möglicherweise bereits benachteiligt sind, und reduzieren die Anpassungsmassnahmen diese Ungleichheit? Zur interdisziplinären Bearbeitung dieser Fragen werden im Praktikum relevante qualitative und quantitative Methoden, deren Verknüpfung und kritische Diskussion erlernt. Zu diesen Methoden gehört die Economics of Climate Adaption (ECA, <a href="https://wcr.ethz.ch/research/casestudies.html">https://wcr.ethz.ch/research/casestudies.html</a> ) ein probabilistisches Risikomodell mit offenem Quellcode (CLIMADA, <a href="https://wcr.ethz.ch/forschung/climada.html">https://wcr.ethz.ch/forschung/climada.html</a> ), Multi-Kriterien-Analyse (MCA), und qualitative und quantitative Methoden um sozial gefährdete Gruppen zu identifizieren. Die Studierenden wählen und kombinieren qualitative und quantitative Methoden so, dass sie für ihre Forschungsfragen am besten geeignet sind. Diese Methodik bietet einen Rahmen für die Bewertung des Klimarisikos und die Bewertung von Anpassungsoptionen zusammen mit EntscheidungsträgerInnen und Gesellschaft, insbesondere unter Berücksichtigung diverser möglicher sozioökonomischer Entwicklungspfade und Klimaszenarien. Durch diese Übung und den Vergleich der Szenarien lernen die Studierenden Zusammenhänge und Wechselwirkungen kennen, und darüber hinaus gesellschaftliche Rahmenbedingungen in der Modellierung zu berücksichtigen. Die Studierenden reflektieren kritisch die Vor- und Nachteile solcher Einschätzungen, insbesondere in Bezug auf Werte, Ethik und sozialer Gerechtigkeit. Die Studierenden werden den gesamten Prozess in einem professionellen Projektbericht beschreiben und kritisch diskutieren.				
Literatur	Literaturangaben werden zu Beginn des Praktikums gegeben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0758-00L</b>	<b>Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Grundlagen, zentralen Fragestellungen, Analysen der Ökologischen Ökonomik kennen. Im Zentrum steht dabei das Thema Wirtschaftswachstum. Welche Positionen hat die Ökologische Ökonomik dazu? Mit welchen Theorien und Konzepten begründet sie dies insgesamt und in einzelnen ökonomischen Teilbereichen (z.B. Ressourcenverbrauch, Konsum, Arbeitsmarkt, Unternehmen)?				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen und zentralen Fragestellungen der Ökologischen Ökonomik (ÖÖ): z.B. 'pre-analytic vision', Gegenstandsbereich, Entstehung ÖÖ, Beiträge involvierter Disziplinen wie Ökologie oder Politologie, ökologisch-ökonomische Analyse von Themen wie Arbeitsmarkt, Konsum oder Geld. Kritische Analyse von Wachstum und Kennenlernen von Ansätzen zur Reduktion von Wachstumszwängen.				
Inhalt	Was ist Ökologische Ökonomik, was sind die Themen? Gegenstand und Grundlagen der Ökologischen Ö., Ressourcenverbrauch, seine Entwicklung und Messung Messung wirtschaftlicher Leistung und Wohlfahrt, Wirtschaftswachstum, Wachstumskritik und Postwachstumsgesellschaft, Wachstumszwänge in Bereichen wie Konsum, Geld, Unternehmen, Arbeitsmarkt; Ansatzpunkte für Wachstumsunabhängigkeit und Postwachstumsgesellschaft				
Skript	Kein Skript. Folien und Texte werden vorgängig zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Spash, C. L., Ed. (2017). The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Abingdon, Routledge.				
	Seidl, I. /Zahrnt A. (2010). Postwachstumsgesellschaft. Konzepte für die Zukunft, Marburg, Metropolis				
	Seidl, I. /Zahrnt A. (2019). Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft, Marburg, Metropolis				
	Ausgewählte wissenschaftliche Artikel werden je 1 Woche vor Vorlesung zur Verfügung gestellt				
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch einer Vorlesung zu Umweltökonomie oder anderweitige Grundkenntnisse in Ökonomie (z.B. Matura) vorteilhaft				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-0764-00L</b>	<b>Kritische Auseinandersetzung mit dem ökonomischen Wachstumsparadigma</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird je Veranstaltung ein wissenschaftlicher Artikel gelesen und diskutiert und vorgängig vorbereitet. Die Texte beschäftigen sich eingehend und kritisch mit Wirtschaftswachstum und der Umweltthematik.				

Lernziel	Vertiefte Kenntnis der ökologischen Ökonomik, der ökonomisch-ökologischen Wachstumskritik, der energetisch-materiellen Implikationen von Wachstum, der Konsumkritik und wachstumskritischen Denktraditionen. Lesen und Reflexion wissenschaftlicher Texte.		
Inhalt	Wachstumstheorie, Wachstumsparadigma, Wachstumskritik, Energie, Entropie/Energie, Neoklassik versus Ökologische Ökonomik, Konsumtheorien und Konsumerismus.		
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnahme am Kurs: 701-0758-00L Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik (parallele oder frühere Teilnahme) oder gute ökologisch-ökonomische oder umweltökonomische Grundkenntnisse		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteuern die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.				
Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>701-0791-01L</b>	<b>Umweltgeschichte - Seminar ■</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Die Lehrveranstaltung ist gekoppelt an die Vorlesung 701-0791-00 "Umweltgeschichte". Sie dient der Vertiefung ausgewählter Aspekte in Form von kurzen Essays, die durch die Studierenden weitgehend selbständig erarbeitet werden.				
Lernziel	Das Seminar dient der vertieften Auseinandersetzung des Mensch-Umwelt-Verhältnisses in historischer Perspektive mittels Erarbeitung eines eigenen Standpunkts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung ist der Besuch der Vorlesung 701-0791-00 "Umweltgeschichte"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

<b>701-0909-00L</b>	<b>Seminar Umweltsysteme</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Carminati, L. Pellissier</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erarbeiten in Teams aufgrund einer vorgegebenen aktuellen Umweltthematik eine interdisziplinäre Fragestellung, recherchieren die zur Beantwortung nötige Literatur und erstellen daraus eine Übersicht der wissenschaftlichen Fakten. Auf dieser Basis erstellen sie anschließend Informationsmaterial für ein nichtwissenschaftliches Publikum in einer ausgewählten Medienform.				
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu einer vorgegebenen interdisziplinären Umweltthematik eine Fragestellung entwickeln und dazu die aktuelle Forschungs-Literatur recherchieren und in einem Literaturverwaltungsprogramm ablegen</li> <li>• die für eine gegebene Fragestellung relevanten wissenschaftlichen Fakten in einer kollaborativen Vorgehensweise zusammenfassen</li> <li>• wissenschaftliche Fakten für eine gegebene Fragestellung in geeigneter Form für ein nicht wissenschaftliches Publikum aufbereiten und kommunizieren</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input zu Recherche und Schreiben in interdisziplinären Gruppen</li> <li>• Input von Spezialist:innen zu geeigneten Kommunikationsformen und Medien für ein nicht-wissenschaftliches Publikum ("Medienprodukt")</li> <li>• Review und Synthese der aktuellen Literatur zu einem vorgegebenen interdisziplinären Themenbereich ("Factsheet")</li> <li>• Arbeit in interdisziplinären Gruppen aus den Systemvertiefungen mit Work-in-Progress und Feedback-Diskussionen der wissenschaftlichen Factsheets und Medienprodukte</li> <li>• Meilensteine: Syntheseworkshop und Schlusspräsentation der Medienprodukte</li> </ul>				
Skript	Lehrmaterialien auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Seminar in der Systemvertiefung im 5.Semester oder gleichwertiges Literaturseminar besucht				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

## ►► Umweltbiologie

Die folgenden Lehrveranstaltungen werden als Vorbereitung für die Systemvertiefung Umweltbiologie besonders empfohlen:

227-0399-10L Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers I (HS)

551-0448-00L Zoologie (FS)

701-0360-00L Systematische Biologie: Pflanzen (FS)

227-0398-10L Physiology and Anatomy for Biomedical Engineers II (FS)

Diese sollten bereits im zweiten Studienjahr erfolgreich abgeschlossen werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0323-00L</b>	<b>Plant Ecology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Alexander, J. Hille Ris Lambers</b>
Kurzbeschreibung	This class focuses on ecological processes involved with plant life, mechanisms of plant adaptation, plant-animal and plant-soil interactions, plant strategies and implications for the structure and function of plant communities. The discussion of original research examples familiarises students with research questions and methods, and how to evaluate results and interpretations.				
Lernziel	After attending this course, you will be able to: 1. Use your understanding of plant ecological theory to interpret primary data (tables, graphs) from ecological studies. 2. Critically evaluate evidence and conclusions presented in ecological studies based on your understanding of plant ecological processes. 3. Apply your knowledge of plant ecology to make general predictions about major responses of plant communities to biotic and environmental perturbations. 4. Evaluate the main methodological approaches used to study ecological processes in plants, and decide when they should be applied to address a research question.				
Inhalt	Plant communities can be spectacularly diverse, which has long puzzled ecologists since all plants compete for the same few limiting resources. Plants also represent the matrix of ecological communities, and the structure and dynamics of plant populations drives the functioning of terrestrial ecosystems. This course provides insight into these broad themes by providing an introduction to the essential ecological processes involved with plant life. We use original research examples to discuss how ecological questions are studied and how results are interpreted. Specific topics include:  - Plant functional traits (e.g. leaf economics, phenology), and how they determine interactions between plants and their physical environment. - Plant life-history, and the different ecological strategies plants have developed to grow, survive and reproduce. - Intra- and interspecific competition as regulators of plant population dynamics and multispecies coexistence. - Interactions between plants and their friends (e.g. symbiotic fungi, pollinators) and enemies (e.g. herbivores, pathogens) above- and below-ground. - Plant functional types and rules in the assembly of plant communities.				
Skript	Handouts and further reading will be available electronically through the course Moodle at the beginning of the semester.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites - General knowledge of plant biology - Basic knowledge of plant systematics - General ecological concepts				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefordert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		
<b>701-0326-00L</b>	<b>Ecological and Evolutionary Applications</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Jokela</b>
Kurzbeschreibung	Application of ecological theory is relevant especially for habitat and ecosystem restoration, for management of endangered species, and for pest control and harvest management. Ecological applications are central for sustainable ecosystem management and expertise in this field is needed in various professions. Purpose of this course is to give an overview of the common applications and methods.				

Lernziel	<p><b>Knowledge:</b> Define ecological theory and its relevance to habitat and ecosystem restoration, endangered species management, pest control, and harvest management. Identify the professions where expertise in ecological applications is required.</p> <p><b>Comprehension:</b> Summarize ecological applications in habitat and ecosystem restoration, endangered species management, pest control, and harvest management. Explain the importance of sustainable ecosystem management across various professions.</p> <p><b>Application:</b> Learn examples of ecological theory used to develop restoration strategies and management plans. Design and implement pest control and harvest management strategies based on ecological approaches.</p> <p><b>Analysis:</b> Evaluate the effectiveness of ecological methods in restoration and management. Analyze ecological implications of management strategies and practices.</p> <p><b>Synthesis:</b> Synthesize ecological principles for integrated pest control, harvest management strategies and conservation management.</p> <p><b>Evaluation:</b> Critique ecological applications and methods, considering their strengths and limitations. Evaluate the ethical implications and sustainability of restoration and management efforts.</p>																								
Literatur	textbook: "Ecological Applications: toward a sustainable world" by Colin R. Townsend. Blackwell publishing.																								
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Kommunikation</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Soziale Kompetenzen</td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Sensibilität für Vielfalt</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	Entscheidungsfindung	geprüft	Problemlösung	geprüft	Projektmanagement	gefördert	Kommunikation	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert	Sensibilität für Vielfalt	geprüft	Kreatives Denken	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																							
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert																							
	Entscheidungsfindung	geprüft																							
	Problemlösung	geprüft																							
	Projektmanagement	gefördert																							
	Kommunikation	gefördert																							
Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																							
	Sensibilität für Vielfalt	geprüft																							
	Kreatives Denken	geprüft																							
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft																							
	<b>701-0330-00L</b>	<b>Evolutionäre Epidemiologie von Infektionskrankheiten</b> <b>W</b> <b>3 KP</b> <b>2V</b> <b>J. Koella</b>																							
Kurzbeschreibung	Die evolutionäre Epidemiologie von Infektionskrankheiten verbindet die evolutionäre Ökologie und Epidemiologie, um die Übertragung und Kontrolle von Parasiten und Infektionskrankheiten besser zu verstehen. Der Kurs führt ihre theoretischen und empirischen Grundlagen ein. Als Beispiel dient vor allem die Malaria; einige Konzepte werden mit anderen Parasiten von Menschen, Tieren und Pflanzen eingeführt.																								
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studierende erlangen eine Übersicht der Problemstellungen der evolutionären Epidemiologie</li> <li>- Studierende verstehen einfache epidemiologische und evolutionäre Modelle</li> <li>- Studierende erkennen wie die Epidemiologie von Parasiten durch evolutionäre Prozesse beeinflusst wird</li> <li>- Studierende können evolutionäre Ideen anwenden, um den Erfolg der Kontrollmassnahmen gegen Infektionskrankheiten zu verstehen</li> </ul>																								
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Übersicht von Parasiten mit Bedeutung für unsere Gesundheit oder die Erhaltung der Biodiversität</li> <li>2. Manipulation des Verhaltens durch Parasiten</li> <li>3. Evolution der Virulenz</li> <li>4. Evolution der Resistenz gegen Parasiteninfektion, und Koevolution von Parasiten und Wirten</li> <li>5. Grundlagen der theoretischen Epidemiologie</li> <li>6. Evolution und die Kontrolle von Infektionskrankheiten</li> <li>7. Parasiten in Ökosystemen</li> <li>8. Evolutionäre Entstehung von Infektionskrankheiten</li> </ol>																								
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert																					
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert																							
<b>701-0340-00L</b>	<b>Praktikum Umweltbiologie</b> <b>O</b> <b>7 KP</b> <b>14P</b> <b>C. Vorburger, M. Fischer, J. Hille Ris Lambers, J. Jokela</b>																								
Kurzbeschreibung	Im Systempraktikum entwickeln die Studierenden Forschungskompetenzen in Umweltbiologie. Sie führen kleine Forschungsprojekte in terrestrischer, mikrobieller und aquatischer Ökologie, ökologischer Genetik und Populationsbiologie durch. Sie werten die Ergebnisse statistisch aus und präsentieren sie mündlich und schriftlich.																								
Lernziel	Die Studierenden lernen, ökologische Forschungsarbeiten durchzuführen. Sie erwerben ein vertieftes Verständnis einiger aktueller Forschungsgebiete, und sie gewinnen praktische Erfahrung in der Untersuchung mehrerer Organismengruppen in verschiedenen Ökosystemen.																								
Inhalt	<p>Nach dem Kurs können die Teilnehmenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- genaue Forschungsfragen und testbare Hypothesen formulieren</li> <li>- Experimente planen und durchführen</li> <li>- geeignete Variablen messen (für die betreffenden Organismen und Hypothesen)</li> <li>- die Daten statistisch auswerten und aus den Ergebnissen Schlüsse ziehen</li> <li>- die Ergebnisse entsprechend den wissenschaftlichen Standards präsentieren</li> </ul> <p>Das Semester beginnt mit einer Einführung in Forschungsfragen und Hypothesen, Versuchsplanung und Datenauswertung.</p> <p>Während des Semesters führen die Studierenden kleine Forschungsarbeiten in aquatischer und terrestrischer Ökologie, mikrobieller Ökologie und ökologischer Genetik durch. Die Untersuchungen befassen sich mit spezifischen Forschungsfragen im Zusammenhang mit Kernthemen der Ökologie, zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressourcenaneignung und Ressourcennutzung</li> <li>- Konkurrenz, Beweidung, Prädation, Parasitismus</li> <li>- Populationsstruktur (Demographie, räumliche Muster)</li> <li>- Artenzusammensetzung und Artenvielfalt von Lebensgemeinschaften</li> <li>- Artbildung, Differenzierung und Hybridisierung</li> </ul> <p>Während des Feldkurses (eine ganze Woche nach Semesterende) führen die Studierenden ein eigenes Projekt in Populationsbiologie durch. Sie wählen das Thema, die Organismen und das System, das sie untersuchen wollen, und entwickeln ihre eigenen Forschungsfragen. Sie führen das Forschungsvorhaben aus und präsentieren ihre Ergebnisse mündlich und schriftlich.</p>																								
Voraussetzungen / Besonderes	Anwesenheitspflicht. Allfällige Abwesenheiten müssen kompensiert werden. Semesterleistungen: Mündliche und/oder schriftliche Präsentationen nach jedem Kursteil.																								

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik	gefördert gefördert gefördert gefördert		
<b>701-0909-00L</b>	<b>Seminar Umweltsysteme</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Carminati, L. Pellissier</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erarbeiten in Teams aufgrund einer vorgegebenen aktuellen Umweltthematik eine interdisziplinäre Fragestellung, recherchieren die zur Beantwortung nötige Literatur und erstellen daraus eine Übersicht der wissenschaftlichen Fakten. Auf dieser Basis erstellen sie anschließend Informationsmaterial für ein nichtwissenschaftliches Publikum in einer ausgewählten Medienform.				
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>zu einer vorgegebenen interdisziplinären Umweltthematik eine Fragestellung entwickeln und dazu die aktuelle Forschungs-Literatur recherchieren und in einem Literaturverwaltungsprogramm ablegen</li> <li>die für eine gegebene Fragestellung relevanten wissenschaftlichen Fakten in einer kollaborativen Vorgehensweise zusammenfassen</li> <li>wissenschaftliche Fakten für eine gegebene Fragestellung in geeigneter Form für ein nicht wissenschaftliches Publikum aufbereiten und kommunizieren</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Input zu Recherche und Schreiben in interdisziplinären Gruppen</li> <li>Input von Spezialist:innen zu geeigneten Kommunikationsformen und Medien für ein nicht-wissenschaftliches Publikum ("Medienprodukt")</li> <li>Review und Synthese der aktuellen Literatur zu einem vorgegebenen interdisziplinären Themenbereich ("Factsheet")</li> <li>Arbeit in interdisziplinären Gruppen aus den Systemvertiefungen mit Work-in-Progress und Feedback-Diskussionen der wissenschaftlichen Factsheets und Medienprodukte</li> <li>Meilensteine: Syntheseworkshop und Schlusspräsentation der Medienprodukte</li> </ul>				
Skript	Lehrmaterialien auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Seminar in der Systemvertiefung im 5.Semester oder gleichwertiges Literaturseminar besucht				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert		

## ►► Wald und Landschaft

Die folgenden Lehrveranstaltungen werden als Vorbereitung für die Systemvertiefung Wald und Landschaft besonders empfohlen:

701-0266-00L Einführung in die Dendrologie (HS)

701-0951-00L GIST - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien (HS)

551-0448-00L Zoologie (FS)

701-0360-00L Systematische Biologie: Pflanzen (FS)

Diese sollten bereits im zweiten Studienjahr erfolgreich abgeschlossen werden.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0560-00L</b>	<b>Praktikum Wald und Landschaft ■</b> <i>Wichtige Grundlage zu den Exkursionen "Standortkunde" ist die Vorlesung "Waldvegetation und Waldstandorte" deren Belegung dringend empfohlen wird.</i>	<b>O</b>	<b>7 KP</b>	<b>14P</b>	<b>H. Bugmann, A. Carminati, S. Dötterl, F. Fopp, V. Griess, M. Ibrahim, M. Lévesque, L. Walthert</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Praktikum lernen die Studierenden wichtige Feld- und Labormethoden der Wald- und Landschaftsforschung und -bewirtschaftung kennen und wenden sie im Rahmen von kleinen Projekten selbständig an. Das Praktikum besteht aus drei Teilen: Ökologie (Wald & Landschaft), Standortkunde und Landnutzung.				
Lernziel	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die wichtigsten Methoden der Feldforschung in ausgewählten Bereichen von Wald und Landschaft</li> <li>- können diese Methoden selbständig anwenden, um ein Projekt zu bearbeiten</li> <li>- können selber erhobene Daten korrekt interpretieren und für die Beantwortung angewandter Fragestellungen einsetzen</li> </ul>				
Skript	Skripte und weitere Unterrichtsmaterialien werden während den einzelnen Praktikumsteilen bereitgestellt. Für den Teil Standortkunde steht ein 240-seitiger Führer zur Verfügung (deutsch).				
Voraussetzungen / Besonderes	Für dieses Praktikum sind - neben den Kernfächern der Vertiefung "Wald und Landschaft" - Kenntnisse der folgenden Gebiete von Vorteil: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Standortkunde: Das Wahlfach "Waldvegetation und Waldstandorte" (6. Semester) ist Voraussetzung zum Verständnis der im Praktikumsteil Standortkunde gebotenen Inhalte.</li> <li>- Geographische Informationssysteme (z.B. Wahlfach "GIST – Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -Technologien", 5. Semester)</li> <li>- Bodenkunde (z.B. Integriertes Praktikum Boden, 4. Semester)</li> <li>- Gehölzdiversität (Wahlfächer "Einführung in die Dendrologie" und "Gehölzpflanzen Mitteleuropas")</li> <li>- Systematische Botanik (z.B. Biodiversitätsexkursionen Teil Pflanzen, 2. Semester)</li> </ul>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>701-0582-00L</b>	<b>Waldnutzungskonzepte</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Lévesque</b>
Kurzbeschreibung	Wald und Landschaft sind geprägt durch eine Vielzahl menschlicher Ansprüche. Ihr heutiger Zustand ist das Ergebnis historischer wie neuer Nutzungsformen und -konzepte. Für das tiefgreifende Verständnis solcher Systeme wie auch für die Entwicklung neuer, adaptiver Waldnutzungskonzepte (Ökosystemmanagement) sind grundlegende Kenntnisse der bisherigen Waldnutzungskonzepte notwendig.				
Lernziel	Die Studierenden haben einen Überblick über historische und moderne Formen von Waldnutzungskonzepten. Sie kennen deren wesentlichen Produkte und Funktionen. Sie verstehen die Auswirkungen dieser Nutzungskonzepte auf Wald und Landschaft. Sie sind fähig, die verschiedenen Nutzungskonzepte zu beurteilen, insbesondere in Bezug auf ihre ökonomische Effizienz sowie ihre Auswirkungen auf Ökosystemfunktionen und -strukturen, Habitatsqualität, Biodiversität und ökologische Konsequenzen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Historische Waldnutzungsformen, Erfahrungen, lessons learned</li> <li>- Produkte und Dienstleistungen des Waldes (früher, heute)</li> <li>- Einführung in Waldnutzungskonzepte (Dauerwald-, Schlagwald konzepte, historische Nutzungskonzepte, multifunktionale Nutzungskonzepte) und ihre Eignung für die Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen</li> <li>- Vor- und Nachteile der verschiedenen Nutzungskonzepte (Ökonomie, Ökologie, Wald- und Landschaftsfunktionen, Umwelt, Habitate, Biodiversität)</li> </ul>				
Skript	Kein Skript Abgabe der Vorlesungsfolien				
Literatur	Keine				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesungen werden auf Englisch gehalten. Das Lernmaterial ist auf Englisch und Deutsch verfügbar. Kenntnisse der englischen Sprache erforderlich.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>701-0909-00L</b>	<b>Seminar Umweltsysteme</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Carminati, L. Pellissier</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden erarbeiten in Teams aufgrund einer vorgegebenen aktuellen Umweltthematik eine interdisziplinäre Fragestellung, recherchieren die zur Beantwortung nötige Literatur und erstellen daraus eine Übersicht der wissenschaftlichen Fakten. Auf dieser Basis erstellen sie anschließend Informationsmaterial für ein nichtwissenschaftliches Publikum in einer ausgewählten Medienform.				
Lernziel	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu einer vorgegebenen interdisziplinären Umweltthematik eine Fragestellung entwickeln und dazu die aktuelle Forschungs-Literatur recherchieren und in einem Literaturverwaltungsprogramm ablegen</li> <li>• die für eine gegebene Fragestellung relevanten wissenschaftlichen Fakten in einer kollaborativen Vorgehensweise zusammenfassen</li> <li>• wissenschaftliche Fakten für eine gegebene Fragestellung in geeigneter Form für ein nicht wissenschaftliches Publikum aufbereiten und kommunizieren</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input zu Recherche und Schreiben in interdisziplinären Gruppen</li> <li>• Input von Spezialist:innen zu geeigneten Kommunikationsformen und Medien für ein nicht-wissenschaftliches Publikum ("Medienprodukt")</li> <li>• Review und Synthese der aktuellen Literatur zu einem vorgegebenen interdisziplinären Themenbereich ("Factsheet")</li> <li>• Arbeit in interdisziplinären Gruppen aus den Systemvertiefungen mit Work-in-Progress und Feedback-Diskussionen der wissenschaftlichen Factsheets und Medienprodukte</li> <li>• Meilensteine: Syntheseworkshop und Schlusspräsentation der Medienprodukte</li> </ul>				
Skript	Lehrmaterialien auf Moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	Seminar in der Systemvertiefung im 5.Semester oder gleichwertiges Literaturseminar besucht				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>103-0357-00L</b>	<b>Umweltplanung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schwaab, F. E. Walther</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden Instrumente, Methoden und Verfahren der Landschafts- und Umweltplanung erarbeitet. Mittels Exkursionen wird deren praktische Umsetzung veranschaulicht.				
Lernziel	Kenntnis über die verschiedene Instrumente und Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der Umweltplanung. Kenntnis der vielfältigen Wechselbeziehungen der Instrumente.				
	In dem Fach "Umweltplanung" werden die Kompetenzen Systemverständnis und Konzeptentwicklung gelehrt und geprüft.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forstliche Planung</li> <li>- Inventare</li> <li>- Eingriff und Ausgleich</li> <li>- ökologische Vernetzung / Infrastruktur</li> <li>- Agrarpolitik</li> <li>- Landschaftsentwicklungskonzept</li> <li>- Landschaftskonzeptionen</li> <li>- Pärke</li> <li>- Landschaftskonzept</li> <li>- Gewässerraum</li> </ul>		
	Hinweis: Mehrere nicht-obligatorische Exkursionen sind Teil der Lehrveranstaltung. Es wird empfohlen, an diesen teilzunehmen um das vertiefte Verständnis der verschiedenen Themenbereiche zu verbessern.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

### ► Bachelor-Arbeit

*Zur Leitung von einer Bachelor-Arbeit (BA) sind grundsätzlich alle Professoren und Professorinnen sowie alle Dozierende berechtigt, die am Unterricht des Studiengangs Umweltnaturwissenschaften beteiligt sind. BA im Bereich Sozial- und Geisteswissenschaften können nur von Referierenden betreut werden, die in diesem Bereich unterrichten. Das Gleiche gilt für BA im Bereich Naturwissenschaften und Technik.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0010-10L</b>	<b>Bachelor-Arbeit ■</b>	<b>W</b>	<b>10 KP</b>	<b>21D</b>	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen (a) eine Fragestellung mit wissenschaftlichen Methoden und Konzepten zu bearbeiten, (b) einen Bericht nach wissenschaftlichen Standards zu verfassen und (c) Wissen aus der Literatur korrekt zu zitieren. Je nach Ausrichtung der Arbeit lernen sie dies anhand einer empirischen Untersuchung, einer Literaturstudie, einer Planungsaufgabe oder eines praktischen Projekts.				
Lernziel	Mit der Bachelor-Arbeit lernen die Studierenden (a) eine Fragestellung mit wissenschaftlichen Methoden und Konzepten zu bearbeiten, (b) einen Bericht nach wissenschaftlichen Standards zu verfassen und (c) Wissen aus der Literatur korrekt zu zitieren.				
Inhalt	Die Bachelor-Arbeit wird entweder im Bereich "Sozial- und Geisteswissenschaften" oder im Bereich "Naturwissenschaften und Technik" verfasst. Sie kann auch inter- und transdisziplinär ausgerichtet sein. Eine Bachelor-Arbeit im Bereich "Sozial- und Geisteswissenschaften" behandelt üblicherweise eine Fragestellung an der Schnittstelle dieser Wissenschaften und der Umwelt und Nachhaltigkeit. Es kommen sozial- und geisteswissenschaftliche Methoden der Datenerhebung, -analyse und Interpretation zum Einsatz. Eine Bachelor-Arbeit im Bereich "Naturwissenschaften" befasst sich mit einem Thema an der Schnittstelle der Naturwissenschaften und der Umwelt und Nachhaltigkeit. Dabei werden naturwissenschaftliche Methoden der Datenerhebung, -auswertung und Interpretation verwendet. Eine Arbeit im Bereich "Technik" setzt sich mit den Umweltauswirkungen einer Nutzung auseinander. Es kann sich um eine Analyse, eine Beurteilung oder um die zukünftige Gestaltung einer Nutzung handeln. In inter- oder transdisziplinären Arbeiten werden Erkenntnisse verschiedener Fachbereiche anhand einer übergreifenden Fragestellung zusammengeführt, oder gesellschaftliche Akteure in die Arbeit mit einbezogen. Sie umfasst in der Regel einen illustrierten Text von 30 - 40 Seiten.				

### Umweltnaturwissenschaften Bachelor - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Umweltnaturwissenschaften Master

## ► Vertiefung in Atmosphäre und Klima

### ►► Voraussetzungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0412-00L</b>	<b>Klimasysteme</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. I. Seneviratne, L. Gudmundsson</b>
Kurzbeschreibung	Die wichtigsten physikalischen Komponenten des Klimasystems und deren Wechselwirkungen werden eingeführt. Vor dem Hintergrund der Klimageschichte - und Variabilität werden die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels analysiert. Absolvierende des Kurses sind in der Lage, einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme zu identifizieren und erläutern.				
Lernziel	Studierende können: - die wichtigsten physikalischen Komponenten des globalen Klimasystems beschreiben und ihre Wechselwirkungen skizzieren. - die Mechanismen des anthropogenen Klimawandels erklären. - einfache Problemstellungen aus dem Bereich der Klimasysteme identifizieren und erläutern.				
Skript	Kopien der Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Eine vollständige Literaturliste wird abgegeben. Insbesondere empfohlen sind: - Hartmann, D., 2016: Global Physical Climatology. Academic Press, London, 485 pp. - Peixoto, J.P. and A.H. Oort, 1992: Physics of Climate. American Institute of Physics, New York, 520 pp.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dozierende: Lukas Gudmundsson & Dominik Schumacher, mehrere Vorträge zu Spezialthemen von anderen Dozenten Unterrichtssprache: deutsch/englisch Sprache der Folien: englisch				

### ►► Obligatorische Lehrveranstaltungen

#### ►►► Kolloquien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>651-4095-01L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 1</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate science				
Inhalt	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kommunikation			gefördert gefördert
<b>651-4095-02L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 2</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kommunikation			gefördert gefördert
<b>651-4095-03L</b>	<b>Colloquium Atmosphere and Climate 3</b>	<b>O</b>	<b>1 KP</b>	<b>1K</b>	<b>H. Wernli, D. N. Bresch, M. Brunner, N. Gruber, H. Joos, R. Knutti, U. Lohmann, C. Mohr, S. Schemm, S. I. Seneviratne, M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	The colloquium is a series of scientific talks by prominent invited speakers assembling interested students and researchers from around Zürich. Students take part of the scientific discussions.				
Lernziel	Get insight into ongoing research in different fields related to atmospheric and climate sciences				
Voraussetzungen / Besonderes	To acquire credit points for this colloquium, please confirm your attendance of 8 colloquia per semester by using the form which is provided at the course webpage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Soziale Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kommunikation			gefördert gefördert

#### ►►► Seminare

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1211-01L</b>	<b>Master's Seminar: Atmosphere and Climate 1 ■</b>	<b>O</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>H. Joos, R. Knutti, A. Merrifield Könz, M. A. Wüest</b>
Kurzbeschreibung	In this seminar, the process of writing a scientific proposal is introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, are outlined and class exercises train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.				
Lernziel	Scientific writing skills How to effectively write a scientific proposal.				



Inhalt	In this seminar, the process of writing a scientific proposal will be introduced. The essential elements of a proposal, including the peer review process, will be outlined and class exercises will train scientific writing skills. Knowledge exchange between class participants is promoted through the preparation of a master thesis proposal and evaluation of each other's work.
Voraussetzungen / Besonderes	Please register for the seminar 1 in the semester BEFORE writing your MSc thesis. Attendance is mandatory.
<b>701-1211-02L</b>	<b>Master's Seminar: Atmosphere and Climate 2 ■</b> <b>O</b> <b>3 KP</b> <b>2S</b> <b>H. Joos, R. Knutti, A. Merrifield Könz, M. A. Wüest</b>
Kurzbeschreibung	This seminar brings the students working on their Master thesis together. Students present their Master thesis project including an overview of the outline and the first scientific results. In this seminar presentation skills and visualisation techniques are trained and methods of scientific project management are introduced and applied to the Master project.
Lernziel	- training of presentation and visualisation skills - gain basic knowledge in project management - train how to lead a discussion, chair a presentation
Inhalt	This seminar brings the students working on their MSc thesis together. Students present their MSc thesis project including an overview of the outline and the first scientific results. In this seminar presentation skills and visualisation techniques are trained and methods of scientific project management are introduced and applied to the MSc project.
Voraussetzungen / Besonderes	Please register for this seminar 2 in the semester in which you work on your MSc thesis. Attendance is mandatory.

## ►► Labor- und Feldkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1260-00L</b>	<b>Climatological and Hydrological Field Work</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. Hirschi, M. Rösch, S. I. Seneviratne</b>
Kurzbeschreibung	Practical work using selected measurement techniques in meteorology and hydrology. The course consists of field work with different measuring systems to determine turbulence, radiation, soil moisture, evapotranspiration, discharge and the atmospheric state as well as of data analysis.				
Lernziel	Learning of elementary concepts and practical experience with meteorological and hydrological measuring systems as well as data analysis.				
Inhalt	Practical work using selected measurement techniques in meteorology and hydrology. The course consists of field work with different measuring systems to determine turbulence, radiation, soil moisture, evapotranspiration, discharge and the atmospheric state as well as of data analysis.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place in the hydrological research catchment Rietholzbach (field work) and at ETH (data analysis) as a block course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>701-1262-00L</b>	<b>Atmospheric Chemistry Lab Work</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>5P</b>	<b>C. Mohr</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Laborkurs zur Atmosphärenchemie führt Studierende in modernste Instrumente und Methoden zur Untersuchung der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Aerosolpartikeln am Labor für Atmosphärenchemie (Paul Scherrer Institut) ein. Wir verwenden ein Strömungsrohr, um Russpartikel mit organischem Material zu beschichten und Änderungen in physikalisch-optischen Eigenschaften zu messen.				
Lernziel	Am Ende dieses Kurses verfügen die Studierenden über praktische Fähigkeiten und sind mit Laborexperimenten und Instrumenten, die im Bereich der Atmosphärenchemie üblich sind, vertraut. Um dies zu erreichen, müssen sie Folgendes tun können: 1. Mit einem vorgegebenen Versuchsaufbau ein Laborexperiment, das vordefinierte wissenschaftliche Fragen beantwortet und Hypothesen bestätigt oder widerlegt, planen, entwerfen und durchführen. Wesentliche Lernschritte zu diesem Ziel: - Formulieren einer Hypothese, die überprüft werden kann. - Arbeiten in der Gruppe im Labor, finden von Synergien. - In Gruppenarbeit einen Laborbericht verfassen. - Sicherheitsvorschriften, gute experimentelle Praktiken und Forschungsintegritätspraktiken auflisten und einhalten. 2. Aus einer Reihe vorgegebener Instrumente die richtige Instrumentierung für die relevanten zu messenden Parameter auswählen, erklären, warum und die Instrumente bedienen können. 3. Analysieren der Daten aus dem Experiment, schreiben eines wissenschaftlichen Berichts und Präsentation von Daten, Interpretationen und Ergebnissen auf kohärente Weise.				
Inhalt	Dieser Laborkurs zur Atmosphärenchemie führt Studierende in modernste Instrumente und Datenanalysen zur Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Aerosolpartikeln am Labor für Atmosphärenchemie (Paul Scherrer Institut) ein. Die Erforschung atmosphärischer Aerosole, ihrer Auswirkungen auf und Unsicherheiten in bezug auf Klima und Gesundheit stellt eine der größten Herausforderungen für die Menschheit dar. Von besonderem Interesse ist schwarzer Kohlenstoff (gemeinhin auch Russ), der durch eine Vielzahl anthropogener und biogener Verbrennungsprozesse, darunter von fossilen Brennstoffen für den Transport, von Biomasse für industrielle und private Zwecke sowie Waldbrände, direkt in die Atmosphäre emittiert wird. In der Atmosphäre können Russpartikel physikalische und chemische Alterungsprozesse durchlaufen, zum Beispiel Beschichtung durch (sekundäre) organische Stoffe, die bei der Verbrennung häufig mit ausgestossen werden. Diese Alterung beeinflusst die physikalischen Eigenschaften von Russ (Absorption und Streuung), ist jedoch noch kaum verstanden. Angesichts des sich ändernden Klimas und der prognostizierten Zunahme von Ereignissen wie Waldbränden ist es von entscheidender Bedeutung, die Auswirkungen dieser Alterungsprozesse auf das Klima, die Luftqualität und die menschliche Gesundheit zu verstehen. Die Studierenden führen Strömungsrohrexperimente durch, um Russpartikel zu erzeugen, die mit sekundärem organischem Material beschichtet werden. Für die Experimente sind Gasmonitore zur Analyse der Oxidationsmittelkonzentrationen, Aerosolinstrumente zur Bestimmung der Anzahl und Größe der erzeugten Partikel sowie optische Instrumente zur Messung der Aerosolabsorption und -streuung erforderlich. In kleinen Teams konzentrieren sich die Studierenden auf spezifische Aspekte einer vollständigen Untersuchung der Aerosolalterung. Die Ergebnisse jedes Teams werden zusammengestellt und in der Gruppe diskutiert, um die endgültigen Ergebnisse der Untersuchung abzuleiten (als mündliche Präsentation). Ein Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf der Charakterisierung physikalisch-optischer Eigenschaften, die für das Verständnis der Rolle gealterter Russpartikel im Strahlungshaushalt der Erde von entscheidender Bedeutung sind. Die Studierenden werden außerdem in die Grundprinzipien der Datenanalyse eingeführt, einschließlich der Bestimmung der experimentellen Unsicherheit, die für die Kontextualisierung dieser Experimente auf globaler Ebene wichtig ist.				
Skript	Unterlagen werden während des Praktikums abgegeben.				
Literatur	Unterlagen werden während des Praktikums abgegeben.				

Voraussetzungen / Besonderes	Dieses Modul kann von maximal 12 Studierenden besucht werden. Der praktische Teil wird in Dreier-, max. Vierergruppen durchgeführt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
<b>701-1264-00L</b>	<b>Atmospheric Physics Lab Work ■</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>1P</b>	<b>Z. A. Kanji</b>
Kurzbeschreibung	Versuche aus den Bereichen Atmosphärenphysik, Meteorologie und Aerosolphysik, die im Labor und teilweise im Freien durchgeführt werden.				
Lernziel	Dieser Kurs gibt Einblicke in verschiedene Aspekte der Atmosphärenphysik. Im Rahmen mehrerer Experimente werden folgende Themengebiete behandelt: Wind und die Bewegung von Luftpaketen, die Analyse von atmosphärischen Feinpartikeln (Aerosole) und deren Einfluss auf die Wolkenbildung sowie die Sonnenstrahlung, welche die Erde erreicht.				
Inhalt	Details zum Praktikum sind auf der Webseite zum Praktikum ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> ) zu erfahren.				
Skript	Versuchsanleitungen auf der Webseite ( <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/lab-field-work/atmospheric-physics-lab-work.html</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	Three out of four available experiments must be carried out. The experiments are conducted in groups of 2-3 students. Three introduction lectures of 2 hours each will be given at the beginning of the semester to familiarize students with the topics covered and lab-report writing process. The introduction lectures will take place on Wednesday Feb. 21, Monday Feb. 26 and Monday Mar. 4, 2024 all from 10-12 hours in CHN L17.1. The experiments can begin as soon as the second week of the semester. In the first lecture, you will choose your experiments and self-organise into teams for the experiments.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1266-00L</b>	<b>Weather Discussion</b>	<b>W</b>	<b>2.5 KP</b>	<b>2P</b>	<b>H. Wernli</b>
	<i>Limited number of participants. Preference will be given to students on the masters level in Atmospheric and Climate Science and Environmental Sciences and doctoral students in Environmental Sciences.</i>				
	<i>Prerequisites: Basic knowledge in meteorology is required for this class, students are advised to take courses 702-0473-00L and/or 701-1221-00L before attending this course.</i>				
Kurzbeschreibung	This three-parts course includes: (i) concise units to update the students knowledge about key aspects of mid-latitude weather systems and numerical weather prediction, (ii) a concrete application of this knowledge to predict and discuss the "weather of the week", and (iii) an in-depth case study analysis, performed in small groups, of a remarkable past weather event.				
Lernziel	Students will learn how to elaborate a weather prediction and to cope with uncertainties of weather (probabilistic) prediction models. They will also learn how to apply theoretical concepts from other lecture courses on atmospheric dynamics to perform a detailed case study of a specific weather event, using state-of-the-art observational and model-derived products and datasets.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1270-00L</b>	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.				
Lernziel	After attending this course, students will be able to: - Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations - Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers				

Inhalt	HPC Overview: - Why does weather and climate require HPC? - Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators - Scaling / Parallel efficiency - Algorithmic motifs in weather and climate  Writing HPC code: - Data locality and single node efficiency - Shared memory parallelism with OpenMP - Distributed memory parallelism with MPI - GPU computing - High-level programming and domain-specific languages		
Literatur	- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011 - Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy - Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar ( <a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a> ) - Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout ( <a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a> )		
Voraussetzungen / Besonderes	- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling - basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...) - experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft gefördert

## ►► Wettersysteme und atmosphärische Dynamik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>701-1224-00L</b>	<b>Mesoscale Atmospheric Systems - Observation and Modelling</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Wernli, U. Germann, S. Schemm</b>
Kurzbeschreibung	Mesoscale meteorology focusing on processes relevant for the evolution of precipitation systems. Discussion of empirical and mathematical-physical models for, e.g., fronts and convective storms. Consideration of oceanic evaporation, transport and the associated physics of stable water isotopes. Introduction to weather radar being the widespread instrument for observing mesoscale precipitation.				
Lernziel	Basic concepts of observational and theoretical mesoscale meteorology, including precipitation measurements and radar. Knowledge about the interpretation of radar images. Understanding of processes leading to the formation of fronts and convective storms, and basic knowledge on ocean evaporation and the physics of stable water isotopes.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft		
<b>701-1226-00L</b>	<b>Inter-Annual Phenomena and Their Prediction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Appenzeller</b>
Kurzbeschreibung	This course provides an overview of the current ability to understand and predict intra-seasonal and inter-annual weather and climate variability in the tropical and extra-tropical region and provides insights on how operational weather and climate services are organized.				
Lernziel	Students will acquire an understanding of the key atmosphere and ocean processes involved, will gain experience in analyzing and predicting weekly to inter-annual variability and learn how operational weather and climate services are organised and how scientific developments can improve these services.				

Inhalt	The course covers the following topics:		
	Part 1:		
	- Introduction, some basic concepts and examples of sub-seasonal and inter-annual variability		
	- Weather and climate data and the statistical concepts used for analysing weather and climate variability (e.g. correlation analysis, teleconnection maps, EOF analysis)		
	Part 2:		
	- Inter-annual variability in the tropical region (e.g. ENSO, MJO)		
	- Inter-annual variability in the extra-tropical region (e.g. Blocking systems, NAO, PNA, regimes)		
	Part 3:		
	- Prediction of sub-seasonal and inter-annual variability (statistical methods, probabilistic ensemble prediction systems, weekly, monthly and seasonal forecasts, seamless forecasts)		
	- Verification and interpretation of probabilistic forecast systems		
	- Climate change and inter-annual variability		
	Part 4:		
	- Scientific challenges for operational weather and climate services		
	- A visit to the forecasting centre of MeteoSwiss		
Skript	A pdf version of the slides will be available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/interannual-phenomena.html</a>		
Literatur	References are given during the lecture.		
Voraussetzungen / Besonderes	Permission from lecturers required for students with limited background in atmosphere and climate		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert

## ►► Klimaprozesse und -wechselwirkungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1216-00L</b>	<b>Weather and Climate Models</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Wild, D. Leutwyler, C. Schär</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to weather and climate models. It discusses how these models are built addressing both the dynamical core and the physical parameterizations, and it provides an overview of how these models are used in numerical weather prediction and climate research. As a tutorial, students conduct a term project and build a simple atmospheric model using the language PYTHON.				
Lernziel	At the end of this course, students understand how weather and climate models are formulated from the governing physical principles, and how they are used for climate and weather prediction purposes.				
Inhalt	The course provides an introduction into the following themes: numerical methods (finite differences and spectral methods); adiabatic formulation of atmospheric models (vertical coordinates, hydrostatic approximation); parameterization of physical processes (e.g. clouds, convection, boundary layer, radiation); atmospheric data assimilation and weather prediction; predictability (chaos-theory, ensemble methods); climate models (coupled atmospheric, oceanic and biogeochemical models); climate prediction. Hands-on experience with simple models will be acquired in the tutorials.				
Skript	Slides and lecture notes will be made available at <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/numerical-modelling-of-weather-and-climate.html</a>				
Literatur	List of literature will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: to follow this course, you need some basic background in atmospheric science, numerical methods (e.g., "Numerische Methoden in der Umweltphysik", 701-0461-00L) as well as experience in programming. Previous experience with PYTHON is useful but not required.				
<b>701-1228-00L</b>	<b>Cloud Dynamics: Hurricanes</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>U. Lohmann</b>
Kurzbeschreibung	Hurricanes are among the most destructive elements in the atmosphere. This lecture will discuss the physical requirements for their formation, life cycle, damage potential and their relationship to global warming. It also distinguishes hurricanes from thunderstorms and tornadoes.				
Lernziel	At the end of this course students will be able to distinguish the formation and life cycle mechanisms of tropical cyclones from those of extratropical thunderstorms/cyclones, project how tropical cyclones change in a warmer climate based on their physics and evaluate different tropical cyclone modification ideas.				
Inhalt	see course outline at: <a href="https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics">https://iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-dynamics</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19306</a>				
Skript	Slides will be made available				
Literatur	A literature list can be found on moodle				
Voraussetzungen / Besonderes	At least one introductory lecture in Atmospheric Science or Instructor's consent. This lecture will build on some concepts of atmospheric dynamics and their governing equations. Thus, mathematical knowledge will be needed to use the equations to understand the material of the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-1232-00L</b>	<b>Radiation and Climate Change</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Wild</b>
Kurzbeschreibung	This lecture focuses on the prominent role of radiation in the energy balance of the Earth and in the context of past and future climate change.				

Lernziel	The aim of this course is to develop a thorough understanding of the fundamental role of radiation in the context of Earth's energy balance and climate change.
Inhalt	The course will cover the following topics: Basic radiation laws; sun-earth relations; the sun as driver of climate change (faint sun paradox, Milankovic ice age theory, solar cycles); radiative forcings in the atmosphere: aerosol, water vapour, clouds; radiation balance of the Earth (satellite and surface observations, modeling approaches); anthropogenic perturbation of the Earth radiation balance: greenhouse gases and enhanced greenhouse effect, air pollution and global dimming; radiation-induced feedbacks in the climate system (water vapour feedback, snow albedo feedback); climate model scenarios under various radiative forcings.
Skript	Slides will be made available
Literatur	As announced in the course

<b>701-1235-00L</b>	<b>Cloud Microphysics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>U. Lohmann, J. Chen, C. Marcolli</b>
	<i>The lecture takes place if a minimum of 7 students register for it.</i>				
	<i>Priority is given to PhD students majoring in Atmospheric and Climate Sciences, and remaining open spaces will be offered to the following groups:</i>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Msc in Atmospheric and Climate Science</li> <li>- MSc in Environmental Sciences</li> <li>- Fachstudent, University of Bern / MSc in Climate Sciences, University of Bern</li> <li>- Mobility-Students: Earth and Climate Sciences</li> <li>- Mobility-Students: Environmental Sciences</li> </ul>				
	<i>All participants will be on the waiting list at first. All students will be informed at the beginning of March, if they can participate in the lecture.</i>				
Kurzbeschreibung	Clouds are a fascinating atmospheric phenomenon central to the hydrological cycle and the Earth's climate. Interactions between cloud particles can result in precipitation, glaciation or evaporation of the cloud depending on its microstructure and microphysical processes.				
Lernziel	The learning objective of this course is that students understand the formation of clouds and precipitation and can apply learned principles to interpret atmospheric observations of clouds and precipitation.				
Inhalt	see: <a href="http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html">http://www.iac.ethz.ch/edu/courses/master/modules/cloud-microphysics.html</a> and: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19307</a>				
Skript	This course will be designed as a reading course in 1-2 small groups of 10 students maximum. It will be based on the textbook below. The students are expected to read chapters of this textbook prior to the class so that open issues, fascinating and/or difficult aspects can be discussed in depth.				
Literatur	Lamb and Verlinde: PHYSICS AND CHEMISTRY OF CLOUDS, Cambridge University Press, 2011				
Voraussetzungen / Besonderes	Target group: Doctoral and Master students in Atmosphere and Climate				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>701-1252-00L</b>	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				
Inhalt	<p>The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society.</p> <p>The course provides an introduction to the following themes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events</li> <li>2) methods to optimize and constrain model parameters using observations</li> <li>3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer)</li> <li>4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources</li> </ol>				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				
Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.				
	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert

## ►► Atmosphärische Zusammensetzung und Kreisläufe

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1234-00L</b>	<b>Tropospheric Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. W. Brunner, I. El Haddad</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview of tropospheric chemistry addressing issues from global to urban scale. It provides a basic understanding of processes and discusses recent laboratory studies, field and satellite measurements, and numerical modelling. The topics include photochemistry and aerosols, emissions and deposition, and fundamentals of the atmospheric nitrogen, sulfur and methane cycles.				
Lernziel	Based on the presented material the students are expected to understand the most relevant processes responsible for the anthropogenic disturbances of tropospheric chemical composition. The competence of synthesis of knowledge will be improved by paper reading and student's presentations. These presentations relate to a particular actual problem selected by the candidates.				
Inhalt	Starting from the knowledge acquired in lecture 701-0471, the course provides a more profound view on the the chemical and dynamical process governing tropospheric composition and the impacts of air pollutants like aerosol and ozone, at the Earth's surface and the free troposphere. Specific topics covered by the lecture are: laboratory and ambient measurements in polluted and pristine regions, determination of emissions of a variety of compounds, numerical modelling across scales, regional air pollution - aerosol, and photooxidant in relation to precursor emissions, impacts (health, vegetation, climate), the global cycles of tropospheric ozone, CH <sub>4</sub> , sulfur and nitrogen components.				
Skript	Lecture presentations are made available on moodle.				
Literatur	D. Jacob, Introduction to Atmospheric Chemistry <a href="http://acmg.seas.harvard.edu/publications/jacobbook">http://acmg.seas.harvard.edu/publications/jacobbook</a>  Mark Z. Jacobson: Fundamentals of Atmospheric Modelling, Cambridge University Press  John Seinfeld and Spyros Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics, from air pollution to Climate Change, Wiley, 2006.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basics in physical chemistry are required and an overview equivalent to the bachelor course in atmospheric chemistry (lecture 701-0471-01) is expected.				
Kompetenzen	Having attended the lecture "Atmosphere" 701-0023-00 or equivalent is an advantage.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Medien und digitale Technologien Problemlösung			geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert
<b>701-1238-00L</b>	<b>Advanced Field and Lab Studies in Atmospheric Chemistry and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2P</b>	<b>U. Krieger</b>
Kurzbeschreibung	Each year an individual assignment of a specific topic (related to field work) will be made for interested students who will acquire knowledge in experimental, instrumental, or numerical aspects of atmospheric chemistry. Partly self-organized project requiring independent work in a small group.				
Lernziel	The learning target is to acquire knowledge in experimental, instrumental, numerical or theoretical aspects of atmospheric chemistry through practical work on a specific topic.  The course will be held in connection with the course 701-0460-00 P, "Practical training in atmosphere and climate". There, we offer the opportunity to carry out atmospheric physical and chemical experiments. Here, an individual assignment of a specific topic will be made for a small group of interested students.  The course is particularly addressed to students who have not attended the practical course 701-0460-00 P during their Bachelor studies, but want to gain knowledge in field work connected to atmospheric chemistry. The specific topic to work on will be chosen based on individual interests and resources available.				
Voraussetzungen / Besonderes	It is mandatory for interested students to contact the instructor before the term starts, so that individual assignments can be made/planned for.  The maximum number of participants for this course will be limited depending on resources available.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO2 concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				

### ►► Klimageschichte und Paläoklimatologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO2 concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				
Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.				
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>				
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.				

<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO2, and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.  In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft	

<b>651-4044-04L</b>	<b>Micropalaeontology and Molecular Palaeontology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. De Jonge, T. I. Eglinton, H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The course aims to provide an introduction to the key micropalaeontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.				

Lernziel	<p>The course aims to provide an introduction to the key micropaleontological and molecular fossils from marine and terrestrial niches, and the use of these fossils for reconstructing environmental and evolutionary changes.</p> <p>The course will include laboratory exercises with microscopy training: identification of planktonic foraminifera and the application of transfer functions, identification of calcareous nannoliths and estimation of water column structure and productivity with n-ratio, identification of major calcareous nannofossils for Mesozoic-cenozoic biostratigraphy, Quaternary radiolarian assemblages and estimation of diversity indices.</p> <p>The course will include laboratory exercises on molecular markers include study of chlorin extracts, alkenone and TEX86 distributions and temperature reconstruction, and terrestrial leaf wax characterization, using GC-FID, LC-MS, and spectrophotometry.</p>		
Inhalt	<p>Micropaleontology and Molecular paleontology</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the domains of life and molecular and mineral fossils. Genomic classifications of domains of life. Biosynthesis and molecular fossils and preservation/degradation. Biomineralization and mineral fossils and preservation/dissolution. Review of stable isotopes in biosynthesis.</li> <li>2. The planktic niche – primary producers. Resources and challenges of primary production in the marine photic zone – light supply, nutrient supply, water column structure and niche partitioning. Ecological strategies and specialization, bloom succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Introduction to principal mineralizing phytoplankton – diatoms, coccolithophores, dinoflagellates, as well as cyanobacteria. Molecular markers including alkenones, long-chain diols and sterols, IP25, pigments, diatom UV-absorbing compounds. Application of fossils and markers as environmental proxies. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils and biomarkers; evolution of size trends in phytoplankton over Cenozoic, geochemical evidence for evolution of carbon concentrating mechanisms. Introduction to nannofossil biostratigraphy.</li> <li>3. The planktic niche – heterotrophy from bacteria to zooplankton. Resources and challenges of planktic heterotrophy – food supply, oxygen availability, seasonal cycles, seasonal and vertical niche partitioning. Introduction to principal mineralizing zooplankton planktic foraminifera and radiolaria: ecological strategies and specialization, succession, diversity and size gradients in the modern ocean. Morphometry and adaptations for symbiont hosting. Molecular records such as isorenieratene and Crenarchaeota GDGT; the debate of TEX86 temperature production. Long term evolutionary evidence for originations, radiations, and extinctions in microfossils; evolution of size and form, basic biostratigraphy. Molecular evidence of evolution including diversification of sterol/sterine assemblages.</li> <li>4. The benthic niche – continental margins. Resources and challenges of benthic heterotrophy – food supply, oxygen, turbulence and substrate. Principal mineralizing benthic organisms – benthic foraminifera and ostracods. Benthic habitat gradients (infaunal and epifaunal; shallow to deep margin. Microbial redox ladder in sediments. Molecular markers of methanogenesis and methanotrophy, Anamox markers, pristane/phytane redox indicator. Applications of benthic communities for sea level reconstructions. Major originations and extinctions.</li> <li>5. The benthic niche in the abyssal ocean. Resources and challenges of deep benthic heterotrophy. Benthic foraminifera, major extinctions and turnover events. Relationship to deep oxygen level and productivity.</li> <li>6. Terrestrial dry niches -soils and trees. Resources and challenges - impacts of temperature, humidity, CO2 and soil moisture on terrestrial vegetation and microbial reaction and turnover. Introduction to pollen and molecular markers for soil pH, humidity, leaf wax C3-C4 community composition and hydrology. Long term evolution of C4 pathway, markers for angiosperm and gymnosperm evolution.</li> <li>7. Terrestrial aquatic environments – resources and challenges. Lake systems, seasonal mixing regimes, eutrophication, closed/open systems. Introduction to lacustrine diatoms, chironomids, testate amoeba. Molecular markers in lake/box environments including paleogenomics of communities.</li> </ol>		
Skript	A lab and lecture manual will be distributed at the start of the course and additional material will be available in the course Moodle		
Literatur	Key references from primary literature will be provided as pdf on the course moodle.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Recall and remember what you learned in introductory chemistry and biology		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft

<b>651-4226-00L</b>	<b>Geochemical and Isotopic Tracers of the Earth System</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Vance, G. De Souza, J. D. Rickli, T. Sweere</b>
Kurzbeschreibung	The unit will investigate the geochemical approaches used to understand the dynamics of the surface Earth, with an emphasis on geochemical archives preserved in ocean sediments. The class will be organised into three themes, each treating a different aspect of surface Earth chemistry and how it is recorded in archives - mainly ocean sediments but also including others such as ice-cores and loess.				
Lernziel	The unit is designed with the particular aim of providing a firm grounding in the geochemical methods used to observe and trace the Earth System, now and in the past. Students will gain a basic understanding of the relevant geochemical techniques through an introductory set of lectures and lectures specific to each theme. Students will be encouraged to think about their application and interpretation from first principles. But the emphasis will be placed on independent learning by the student through their own research, and the presentation of that research to the class. For each theme, we will use particular time periods in Earth history as case studies. All students will investigate one of these tools in depth themselves, including its application to problems and questions in the history of the surface Earth.				
Inhalt	<p>The themes covered in the class will include:</p> <p>Tracing the large-scale controls on ocean chemistry through time using analytical tools, mass balance and box models; Tracking global-scale aspects of the carbon cycle through time, concentrating on processes on the continents, such as chemical weathering, how their record is preserved in the oceans, and using the Cenozoic as a case study; Understanding the progressive oxygenation of the surface Earth, and how we know about it.</p> <p>Students will be encouraged to become familiar with the range of modern geochemical tools used to investigate key scientific questions within the above themes, such as radiogenic isotopes, stable isotopes, speciation of elements in the oceans and in sediments.</p> <p>About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.</p>				
Skript	For lectures on the basic aspects of each theme, slides will be available in advance of the lectures.				
Literatur	About one third of the class will be devoted to student presentations of particular geochemical methods they have researched themselves, with the aid of published papers available online and as guided by the teaching team.				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds on ETH Bachelors classes in oceanography, in geochemistry and in earth system science. Those who have not taken similar classes in their Bachelors may need to familiarise themselves with basic concepts in order to take full advantage of this class. Basic reading material will be compiled that those who might need them can consult - but it is the responsibility of the student to do the catching up.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>651-4157-00L</b>	<b>Past Droughts, Floods and Rainfall Variability</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Changes in rainfall may constitute one of the strongest impacts of anthropogenic climate changes in many regions. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in flood frequency, drought incidence, fire frequency, and changes in precipitation systems.				
Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to assess the variability and drivers of past changes in precipitation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.				
Inhalt	General Circulation models of climate continue to feature greater uncertainty in the simulation of precipitation than temperature. Is there evidence for past changes in mean and extreme precipitation, and its spatial distribution, which can elucidate important processes or help in the evaluation of model robustness? Does flood frequency show a systematic relationship with warmer or cooler or overall wetter climates? What factors condition the frequency and duration of droughts? To what extent is past fire frequency conditioned by droughts? What are the drivers of past changes in tropical and extratropical precipitation systems?				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

<b>651-4157-02L</b>	<b>Impact and Drivers of Past Ocean Circulation Change</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Stoll, H. Zhang</b>
Kurzbeschreibung	The potential for changes in the modern ocean thermohaline circulation remains a major uncertainty in projections of future anthropogenic climate impacts. In this reading course, we examine the paleoclimate evidence for past changes in AMOC intensity, the triggers and sensitivity of AMOC, and the feedbacks. We also explore the longer term evolution of the modern ocean circulation and its effect o				
Lernziel	In this course, students will read and discuss scientific literature to understand the past climate feedbacks involving ocean circulation. At the same time, students will become familiar with the indicators (proxies) of past climate and the use of paleo climate models to understand climate processes. By focusing on a single paper or set of papers each week, students will also learn to read deeply and critically and defend their opinions orally, as well as to lead productive and inclusive discussions. The majority of each class period will be employed for discussion of a paper, in which 1-2 students (depending on class size) will provide the context and moderate the discussion based on questions submitted by all students. In the second portion of each class, instructors will provide a brief introduction to the methods used in the paper discussed the subsequent week. All students in the course are required to read the relevant paper each week and upload a discussion question prior to the class, and participate in the discussion.				
Inhalt	The movie "The Day After Tomorrow" depicts dramatic climatic consequences of an abrupt reduction in the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). But, is there paleoclimate evidence to support large past variations in the AMOC and other ocean circulation? What are the observed triggers of past changes in AMOC? Is AMOC more easily disrupted under certain climate states? How globally widespread are the climatic impacts of changes in AMOC? How has the long term evolution of continent locations and ocean gateways influenced the system of ocean currents and their stability? Finally, how do changes in ocean circulation drive further climate feedbacks through processes such as ocean carbon storage or high latitude sea ice distribution?				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisite 651-4057-00L Climate History and Paleoclimatology or equivalent course confirmed by permission of instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Wahlfächer

### ►►► Wettersysteme und atmosphärische Dynamik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1236-00L	Messmethoden in der Meteorologie und Klimaforschung	W	1 KP	1V	M. Hirschi, D. Michel, S. I. Seneviratne

Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, technischen und theoretischen Grundlagen zur Messung physikalischer Grössen in der Atmosphäre. Zusätzlich werden Überlegungen zur Planung von Messkampagnen und zur Datenauswertung diskutiert.		
Lernziel	Lernziele der Veranstaltung sind: - Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre unter schwierigen Umweltbedingungen - Kennenlernen verschiedener Messmethoden - Erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode bei gegebener Fragestellung - Finden der optimalen Beobachtungsstrategie bezüglich der Wahl des Instrumentes, Beobachtungshäufigkeit, Genauigkeit etc.		
Inhalt	Probleme der Zeitreihenanalyse, Abtasttheorem, Zeitkonstanten und Abtastrate. Theoretische Analyse der verschiedenen Sensoren für Temperatur, Feuchte, Wind und Druck. Diskussion störender Einflüsse auf Messinstrumente, Funktionsweise aktiver und passiver Fernerkundungssysteme. Prinzip der Messung von turbulenten Flüssen (z.B. Wärmefluss) mittels Eddy-Korrelation. Beschreibung der technischen Ausführung von Sensoren und komplexer Messsysteme (Radiosonden, automatische Wetterstationen, Radar, Windprofiler). Demonstration von Instrumenten.		
Skript	Studierende können eine Kopie der Vorlesung als PDF-Datei herunterladen.		
Literatur	- Ermeis, Stefan: Measurement Methods in Atmospheric Sciences, In situ and remote. Bornträger 2010, ISBN 978-3-443-01066-9 - Brock, F. V. and S. J. Richardson: Meteorological Measurement Systems, Oxford University Press 2001, ISBN 0-19-513451-6 - Thomas P. DeFelice: An Introduction to Meteorological Instrumentation and Measurement. Prentice-Hall 2000, 229 p., ISBN 0-13-243270-6 - Fritschen, L.J., Gay L.W.: Environmental Instrumentation, 216 p., Springer, New York 1979. - Lenschow, D.H. (ed.): Probing the Atmospheric Boundary Layer, 269 p., American Meteorological Society, Boston MA 1986. - Meteorological Office (publ.): Handbook of Meteorological Instruments, 8 vols., Her Majesty's Stationery Office, London 1980. - Wang, J.Y., Felton, C.M.M.: Instruments for Physical Environmental measurements, 2 vol., 801 p., Kendall/Hunt Publ. Comp., Dubuque Iowa 1975/76.		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung konzentriert sich auf die physikalischen atmosphärischen Grössen, während sich die Vorlesung 701-0234-00 mit den chemischen Grössen beschäftigt. Die beiden Vorlesungen sind komplementär, zusammen vermitteln sie die instrumentellen Grundlagen zum Praktikum 701-0460-00. Die Kontaktzeiten in diesem Praktikum sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesungen möglich ist.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert

<b>701-1258-00L</b>	<b>Global Atmospheric Circulation and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Jnglin Wills</b>
Kurzbeschreibung	This course covers the general circulation of the atmosphere and its role in climate. This includes the phenomenology and mechanistic underpinnings of the Hadley circulation, jet stream, storm tracks, monsoons, El Niño, teleconnections, and cloud feedbacks. Fundamental concepts are introduced and then applied to understand circulation changes due to climate variability and greenhouse gas forcing.				
Lernziel	At the end of the course, students should be able to: - explain the reasons for the existence and extent of the global atmospheric circulation - identify and describe phenomena of the large-scale circulation in the troposphere and its coupling with the ocean, the stratosphere, and clouds - apply the dynamical mechanisms and theoretical concepts learned in the course to predict how the global circulation will respond to changes in greenhouse gasses and other perturbations				
Inhalt	Hadley circulation, trade winds, jet stream, storm tracks, Rossby wave propagation, monsoons, stratosphere-troposphere coupling, Eliassen-Palm flux, global ocean circulation, El Niño-Southern Oscillation, tropical convection, cloud regimes, climate sensitivity, cloud and radiative feedbacks				
Skript	Lecture notes, Powerpoint slides, and some additional material will be provided.				
Literatur	Course material will be drawn primarily from the following literature: - Vallis, G., 2019. Essentials of Atmospheric and Oceanic Dynamics. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781107588431 (available to read online through ETH Library) - Wallace, J., Battisti, D., Thompson, D., & Hartmann, D., 2023. The Atmospheric General Circulation. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108563857 (available to read online through ETH Library) - Held, I. M., and GFD/2000 Fellows, 2000. The General Circulation of the Atmosphere. Proceedings of the Woods Hole Oceanographic Institution Program in Geophysical Fluid Dynamics, <a href="https://gfd.whoi.edu/wp-content/uploads/sites/18/2018/03/lectures2000_21464.pdf">https://gfd.whoi.edu/wp-content/uploads/sites/18/2018/03/lectures2000_21464.pdf</a> . - Siebesma, A., Bony, S., Jakob, C., & Stevens, B. (Eds.), 2020. Clouds and Climate: Climate Science's Greatest Challenge. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781107447738 (available to read online through ETH Library)				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I, II, Environmental Fluid Dynamics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft

## ►►► Atmosphärische Zusammensetzung und Kreisläufe

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0234-00L</b>	<b>Messmethoden in der Atmosphärenchemie</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>U. Krieger</b>
Kurzbeschreibung	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt: Überwachung der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, Remote Sensing, Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen. Lernziel: Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre, Kriterien für die Wahl der optimalen Methode. Kenntnis verschiedener Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen.				
Lernziel	Erkennen der spezifischen Probleme bei Messungen in der Atmosphäre und erarbeiten von Kriterien für die Wahl der optimalen Methode für eine gegebene Fragestellung. Kenntnis der verschiedenen Messmethoden und spektroskopischen Grundlagen sowie von ausgewählten Messinstrumenten.				
Inhalt	Es werden Methoden und Geräte vorgestellt und theoretisch analysiert, die in atmosphärenchemischen Messungen Verwendung finden: Geräte zur Überwachung im Rahmen der Luftreinhalteverordnung, Spurengasanalysemethoden, "remote sensing", Aerosolmessgeräte, Messverfahren bei Labormessungen zu atmosphärischen Fragestellungen.				
Literatur	B. J. Finnlaysen-Pitts, J. N. Pitts, "Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere", Academic Press, San Diego, 2000				
Voraussetzungen / Besonderes	Methodenvorlesung zu den Praktika 701-0460-00 und 701-1230-00. Die Kontaktzeiten in diesen Praktika sind so abgestimmt, dass der (empfohlene) Besuch der Vorlesung möglich ist.				
	Voraussetzungen: Atmosphärenphysik I und II				

<b>701-1244-00L</b>	<b>Aerosols II: Applications in Environment and Technology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>M. Gysel Beer, D. Bell, J. Slowik</b>
Kurzbeschreibung	The life-cycle of atmospheric aerosols, the evolution of their physical and chemical properties, and their impacts on climate, atmospheric chemistry and health are studied in detail using examples from current research.				
Lernziel	The students achieve a profound knowledge of atmospheric aerosols and their climate and health impacts including the underlying physical and chemical processes. The students know and understand advanced experimental methods and are able to design experiments to study aforementioned impacts and processes.				
Inhalt	Atmospheric aerosols: important sources and sinks, wet and dry deposition, chemical composition and transformation processes, importance for men and environment, interaction with the gas phase, influence on health and climate.				
Skript	Information is distributed during the lectures				
Literatur	Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, 2016.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course builds up on the lecture "Aerosols I: Physical and Chemical Principles"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

### ►►► Hydrologie und Wasserkreislauf

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>102-0448-00L</b>	<b>Groundwater II</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>J. Jimenez-Martinez, I. Lunati</b>
Kurzbeschreibung	The course is based on the course 'Groundwater I' and is a prerequisite for a deeper understanding of groundwater flow and contaminant transport problems with a strong emphasis on numerical modeling.				
Lernziel	The course should enable students to understand advanced concepts of groundwater flow and transport and to apply groundwater flow and transport modelling.				
	the student should be able to				
	a) formulate practical flow and contaminant transport problems.				
	b) solve steady-state and transient flow and transport problems in 2 and 3 spatial dimensions using numerical codes based on the finite difference method and the finite element methods.				
	c) solve simple inverse flow problems for parameter estimation given measurements.				
	d) assess simple multiphase flow problems.				
	e) assess spatial variability of parameters and use of stochastic techniques in this task.				
	f) assess simple coupled reactive transport problems.				
Inhalt	Introduction and basic flow and contaminant transport equation.				
	Numerical solution of the 3D flow equation using the finite difference method.				
	Numerical solution to the flow equation using the finite element equation				
	Numerical solution to the transport equation using the finite difference method.				
	Alternative methods for transport modeling like method of characteristics and the random walk method.				
	Two-phase flow and Unsaturated flow problems.				
	Spatial variability of parameters and its geostatistical representation -geostatistics and stochastic modelling.				
	Reactive transport modelling.				
Skript	Handouts				
Literatur	- Anderson, M. and W. Woessner, Applied Groundwater Modeling, Elsevier Science & Technology Books, 448 p., 2002				
	- J. Bear and A. Cheng, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer, 2010				
	- Appelo, C.A.J. and D. Postma, Geochemistry, Groundwater and Pollution, Second Edition, Taylor & Francis, 2005				
	- Rubin, Y., Applied Stochastic Hydrology, Oxford University Press, 2003				
	- Chiang und Kinzelbach, 3-D Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, 2001.				
Voraussetzungen / Besonderes	Each afternoon will be divided into 2 h of lectures and 2h of exercises. Two thirds of the exercises of the course are organized as a computer workshop to get hands-on experience with groundwater modelling.				

<b>102-0488-00L</b>	<b>Water Resources Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>P. Burlando</b>
Kurzbeschreibung	Modern engineering approach to problems of sustainable water resources, planning and management of water allocation requires the understanding of modelling techniques that allow to account for comprehensive water uses (thereby including ecological needs) and stakeholders needs, long-term analysis and optimization. The course presents the most relevant approaches to address these problems.				
Lernziel	The course provides the essential knowledge and tools of water resources planning and management. Core of the course are the concepts of data analysis, simulation, optimization and reliability assessment in relation to water projects and sustainable water resources management.				

Inhalt	The course is organized in four parts. Part 1 is a general introduction to the purposes and aims of sustainable water resources management, problem understanding and tools identification. Part 2 recalls Time Series Analysis and Linear Stochastic Models. An introduction to Nonlinear Time Series Analysis and related techniques will then be made in order to broaden the vision of how determinism and stochasticity might sign hydrological and geophysical variables. Part 3 deals with the optimal allocation of water resources and introduces to several tools traditionally used in WRM, such as linear and dynamic programming. Special attention will be devoted to optimization (deterministic and stochastic) and compared to simulation techniques as design methods for allocation of water resources in complex and competitive systems, with focus on sustainability and stakeholders needs. Part 4 will introduce to basic indexes used in economical and reliability analyses, and will focus on multicriteria analysis methods as a tool to assess the reliability of water systems in relation to design alternatives.
Skript	A copy of the lecture handouts will be available on the webpage of the course. Complementary documentation in the form of scientific and technical articles, as well as excerpts from books will be also made available.
Literatur	A number of book chapters and paper articles will be listed and suggested to read. They will also be part of discussion during the oral examination.
Voraussetzungen / Besonderes	Suggested relevant courses: Hydrologie I (or a similar content course) and Wasserhaushalt (Teil "Wasserwirtschaft", 4. Sem. Umwelting., or a similar content course) for those students not belonging to Environmental Engineering.

### ▶▶▶ Weitere Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1270-00L	<b>High Performance Computing for Weather and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>O. Fuhrer</b>
Kurzbeschreibung	State-of-the-art weather and climate simulations rely on large and complex software running on supercomputers. This course focuses on programming methods and tools for understanding, developing and optimizing the computational aspects of weather and climate models. Emphasis will be placed on the foundations of parallel computing, practical exercises and emerging trends such as using GPUs.				
Lernziel	After attending this course, students will be able to: - Understand a broad variety of high performance computing concepts relevant for weather and climate simulations - Work with weather and climate simulation codes that run on large supercomputers				
Inhalt	<p>HPC Overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Why does weather and climate require HPC?</li> <li>- Today's HPC: Beowulf-style clusters, massively parallel architectures, hybrid computing, accelerators</li> <li>- Scaling / Parallel efficiency</li> <li>- Algorithmic motifs in weather and climate</li> </ul> <p>Writing HPC code:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data locality and single node efficiency</li> <li>- Shared memory parallelism with OpenMP</li> <li>- Distributed memory parallelism with MPI</li> <li>- GPU computing</li> <li>- High-level programming and domain-specific languages</li> </ul>				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, G. Hager and G. Wellein, CRC Press, 2011</li> <li>- Computer Organization and Design, D.H. Patterson and J.L. Hennessy</li> <li>- Parallel Computing, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar (<a href="https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a>)</li> <li>- Parallel Programming in MPI and OpenMP, V. Eijkhout (<a href="http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html">http://pages.tacc.utexas.edu/~eijkhout/pcse/html/index.html</a>)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamentals of numerical analysis and atmospheric modeling</li> <li>- basic experience in a programming language (C/C++, Fortran, Python, ...)</li> <li>- experience using command line interfaces in *nix environments (e.g., Unix, Linux)</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

### ▶ Vertiefung in Biogeochemie und Schadstoffdynamik

#### ▶▶ Biogeochemische Prozesse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1310-00L	<b>Environmental Microbiology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. H. Schroth, H. Bürgmann, M. Schoelmerich</b>
Kurzbeschreibung	Microorganisms catalyze a large number of reactions that are of great importance to terrestrial and aquatic environments. To improve our understanding of the dynamics of a specific environment, it is important to gain a better understanding of microbial structures and their functions under varying environmental conditions.				
Lernziel	Students will learn basic concepts in microbial ecology. Qualitative and quantitative concepts will be presented to assess microbial communities and associated processes in terrestrial and aquatic environments. Microbial diversity in such ecosystems will be illustrated in discussions of selected habitats.				
Inhalt	<p>Lectures will cover general concepts of environmental microbiology including (i) quantification of microbial processes, (ii) energy fluxes in microbial ecosystems, (iii) application of state-of-the-art microbiological and molecular tools, and (iv) use of isotope methods for identification of microbial structures and functions.</p> <p>Topics to illustrate the microbial diversity of terrestrial and aquatic ecosystems will include (i) interactions between microbes and mineral/metallic solid phases, (ii) microbial carbon and nutrient cycling, (iii) microbial processes involved in the turnover of greenhouse gases, (iv) biofilms and microbial mats, (v) bioremediation, (vi) microorganisms in extreme habitats, and (vii) microbial evolution and astrobiology.</p>				
Skript	available at time of lecture - will be distributed electronically as pdf's				
Literatur	Brock Biology of Microorganisms, Madigan M. et al., Pearson, 14th ed., 2015				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1312-00L</b>	<b>Ecotoxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>K. Schirmer, E. Janssen</b>
Kurzbeschreibung	This course will take up the principles of environmental chemistry and ecotoxicology from the bachelor courses and deepen the understanding on selected topics. Linkages will be made between i) bioavailability and effects, ii) structures of compounds and modes of toxic action, iii) effects over various biological levels, moderated by environmental factors, iv) chemical and biological assessments				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the key processes involved in fate, behavior and the bioaccumulation of (mainly) organic contaminants</li> <li>• demonstrate overview on and understanding of mechanisms of toxicity</li> <li>• relate structures and characteristics of compounds with effects</li> <li>• explain processes in hazard assessment and risk assessment</li> <li>• obtain further insight in integrative approaches in ecotoxicology</li> </ul>				
Inhalt	<p>Units 1-4: Interactions of chemicals with the (a)biotic environment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physico-chemical properties</li> <li>- partitioning processes in environmental compartments</li> <li>- chemical analysis and effect directed analysis</li> <li>- partitioning to biological phases</li> <li>- uptake and elimination (Toxicokinetics part 1)</li> <li>- exercise: personal student chemicals and their environmental behavior</li> </ul> <p>Units 5-7: Toxicokinetics and Toxicodynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- toxicokinetic mechanisms: biotransformation and elimination</li> <li>- baseline toxicity, internal concentrations, molecular targets</li> <li>- specific molecular mechanisms of toxic actions – classification</li> <li>- consequences for organism/population function</li> <li>- Exercise: databases and estimation of toxicity</li> </ul> <p>Unit 8-10: Toxic effects: from molecular to ecosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biological analysis and -omics approaches</li> <li>- level of complexity: molecules–cells–organisms–ecosystems</li> <li>- stress- and adaptive responses</li> <li>- multiple species concept</li> <li>- metal ecotoxicology</li> </ul> <p>Unit 11-14: Stressor and exposure scenarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mixtures and multiple stressors</li> <li>- targets and non-targets</li> <li>- dynamic exposures, time and dose, risk assessment</li> <li>- (inter) national case studies and linkage of learned concepts with approaches in practice</li> <li>- Exercise: linking compounds with modes of toxic action</li> </ul>				
Skript	Material will be in the form of copies of lecture slides, selected publications and exercise material.				
Literatur	R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, third edition, Wiley, 2005				
	Principles of ecotoxicology, CH Walker, RM Sibly, SP Hopkin, DB Peakall, fourth edition, CRC Press, 2012				
Voraussetzungen / Besonderes	Required:				
	1. Basics in environmental chemistry				
	2. Basics in environmental toxicology				
<b>701-1314-00L</b>	<b>Environmental Organic Chemistry</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Hofstetter, M. Sander</b>
Kurzbeschreibung	This course is focused on environmental transformation reactions of organic chemical contaminants. An overview of important fate processes of organic pollutants will be given, along with a discussion of the factors that determine pathways and rates of transformation reactions. Special emphasis will be given to redox transformations, photochemical reactions, and enzyme-catalyzed processes.				
Lernziel	<p>The students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- further their knowledge of important classes of environmentally relevant organic compounds</li> <li>- become familiar with the tools for studying reaction mechanisms</li> <li>- learn the fundamentals of environmental photochemistry</li> <li>- obtain a detailed understanding of redox reactions of pollutants and biogeochemically important species</li> <li>- get a survey of important enzymatic transformations</li> <li>- learn to critically evaluate published data</li> </ul>				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methods and tools used in the study of reaction mechanisms and kinetics</li> <li>- Environmental photochemistry, including direct and indirect photolysis</li> <li>- Redox properties of important environmental phases and redox reactions of organic pollutants</li> <li>- Enzyme-catalyzed reactions involved in environmentally important enzymatic processes</li> </ul>				
Skript	Materials that are needed beyond the required text will be distributed in the lecture.				
Literatur	Schwarzenbach, R.P., P.M. Gschwend, and D.M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 3rd Ed. Wiley, New York (2016).				
Voraussetzungen / Besonderes	Introduction to Environmental Organic Chemistry, Bachelor 5th semester, M. Sander, K. McNeill				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1317-00L</b>	<b>Global Biogeochemical Cycles and Climate</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>N. Gruber, M. Vogt</b>
Kurzbeschreibung	The human-induced emissions of carbon dioxide has led to atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations that Earth likely has not seen for the last 30 million years. This course aims to investigate and understand the impact of humans on Earth's biogeochemical cycles with a focus on the carbon cycle and its interaction with the physical climate system for the past, the present, and the future.				
Lernziel	This course aims to investigate the nature of the interaction between the carbon cycles on land and in the ocean with climate and how this interaction has evolved over time and will change in the future. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature.				

Inhalt	Topics discussed include: The anthropogenic perturbation of the global carbon cycle and climate. Response of land and oceanic ecosystems to past and future global changes; Interactions between biogeochemical cycles on land and in the ocean; Biogeochemical processes controlling carbon dioxide and oxygen in the ocean and atmosphere on time-scales from a few years to a few hundred thousand years.
Skript	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press. Additional handouts will be provided as needed. see website: <a href="http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles">http://www.up.ethz.ch/education/biogeochem_cycles</a>
Literatur	Sarmiento & Gruber (2006), Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton University Press, 526pp.  Original literature.

## ►► Anwendungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0998-00L</b>	<b>Environmental and Human Health Risk Assessment of W Chemicals</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Scheringer, B. Escher</b>
Kurzbeschreibung	Anwendungen der Methoden zur Produktrisikobewertung für Mensch und Umwelt gemäss EU-Leitfäden; Gefährdung und Risiko; Expositions- und Effektanalyse am Beispiel verschiedener Chemikalien. Abschätzung fehlender Stoffeigenschaften (QSAR-Methoden); Diskussion der Bewertungsmethoden; Vorstellung alternativer Methoden zur Risikobewertung von Chemikalien				
Lernziel	Kenntnis der Methoden der Risikobewertung (Umwelt und menschliche Gesundheit) für chemische Produkte und ihrer Möglichkeiten und Grenzen; Diskussion neuer Ansätze zur Risikobewertung: 1. Vermittlung des politischen und rechtlichen Zusammenhangs, in dem die Bewertung chemischer Produkte stattfindet, mit besonderem Fokus auf REACH (Chemikaliengesetzgebung der EU) 2. Vermittlung der Bewertungsverfahren und der benötigten Methoden zur Abschätzung von Emission, Exposition von Mensch und Umwelt sowie toxischen Wirkungen. Umgang mit Datenlücken und Unsicherheit, Bewertung der Resultate.				
Inhalt	Regulatory methods for environmental risk assessment of chemicals (industrial chemicals, pesticides, pharmaceuticals), European regulation REACH, Swiss regulations, international approaches <ul style="list-style-type: none"> <li>- Human vs. environmental risk assessment</li> <li>- Classification and labelling of chemicals</li> <li>- PBT assessment (persistence, bioaccumulation, toxicity)</li> <li>- Exposure analysis: emission patterns, multimedia fate and transport models for quantifying environmental exposure, Long range transport and persistence, predicted and measured exposure concentration for the environment and humans</li> <li>- Effect analysis: estimation of hazard potential for ecotoxicity and human health, extrapolation methods, classification of chemicals according to modes of toxic action, predictive models (QSAR)</li> <li>- Risk assessment methods (deterministic vs. probabilistic), risk assessment vs. hazard assessment, risk management</li> <li>- uncertainty and sensitivity analyses, precautionary principle</li> <li>- Environmental Quality Assessment (water, sediment, biota), Water Framework Directive)</li> <li>- New methods in environmental risk assessment: mixtures, temporally and spatially explicit risk assessment</li> </ul>				
Skript	Es werden Kopien der Folien und weiteres Material verteilt.				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Van Leeuwen, C.J., Vermeire, T. (Eds.) (2007) Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar.</li> <li>- Hungerbühler, K., Boucher, J., Pereira, C., Roiss, T., Scheringer, M. (2021) Chemical Products and Processes. Foundations of Environmentally Oriented Design. Springer. Als e-book in der ETH-Bibliothek verfügbar.</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Lecture and accompanying exercise where students conduct a comprehensive risk assessment for one selected chemical each according to the European regulation for industrial chemicals. The risk assessment will be presented in class and has to be compiled in a written technical report (Chemical dossier) that will be graded.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>701-1342-00L</b>	<b>Agriculture and Water Quality</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. H. Stamm, E. Frossard, H. Singer</b>
Kurzbeschreibung	Linking scientific basics of different disciplines (agronomy, soil science, aquatic chemistry) with practical questions in the context of real-world problems of diffuse pollution due to agricultural production.				
Lernziel	This course discusses the application of scientific understanding in the context of real-world situations of diffuse pollution caused by agricultural production. It aims at understanding the relevant processes, analysing diffuse pollution and developing mitigation strategies starting from legal requirements regarding water quality.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversity of diffuse agrochemical pollution</li> <li>- Agronomic background on the use of agrochemicals</li> <li>- Transport of agrochemicals from soils to water bodies</li> <li>- Development of legal requirements for water quality</li> <li>- Monitoring strategies in water bodies</li> <li>- Mitigation strategies</li> <li>- Relevant spatial and temporal scales</li> <li>- Exercises including all major topics</li> <li>- 1 field excursion</li> <li>- 2 - 3 external guest speakers</li> </ul>				
Skript	Handouts will be provided for each topic.				

Voraussetzungen / Some exercises require R (<http://www.r-project.org/>) and a laptop during the class.

Besonderes

Kompetenzen

Fachspezifische Kompetenzen

Persönliche Kompetenzen

Konzepte und Theorien

Kritisches Denken

gefördert

gefördert

## ►► Methodische Werkzeuge: Labor

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0230-00L</b>	<b>Biogeochemistry of Alpine Habitats</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>	<b>M. H. Schroth, H. Bürgmann</b>
Kurzbeschreibung	This course provides hands-on training in state-of-the-art methods to study microbial structures and biogeochemical processes in diverse Alpine systems. The emphasis is on field-scale measurements of biogeochemical processes, but the course also includes introductory lectures, laboratory experiments/analyses, as well as excursions, and concludes with student presentations of collected data.				
Lernziel	Characterization of microbial structures and quantification of biogeochemical processes in natural Alpine habitats using state-of-the-art molecular, chemical, and physical tools. We will study diverse Alpine habitats such as microbial mats, Alpine wetlands, and the famous, permanently stratified Lake Cadagno. Students will get acquainted with different methods such as greenhouse-gas flux measurements, micro sensors, determination of depth profiles, microbiological techniques, etc. The students will also learn to collect samples in aquatic and terrestrial systems.				
Inhalt	The field course is taught at the Alpine Biology Center (CBA) in Val Piora (TI), located at almost 2000 m above sea level next to famous Lake Cadagno.				
Skript	Handouts will be provided during the course.				
Literatur	M.T. Madigan, J.M. Martinko, P.V. Dunlap & J. Parker "Brock Biology of Microorganisms", Pearson				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place from Sun., 14.07.2024 to Sat., 20.07.2024. The course will be offered/taught jointly with colleagues from Eawag Kastanienbaum.				
	The course fee for students is CHF 400.-, which includes costs for housing, food, and equipment. Payment of the fee is due no later than May 01, 2024. After this date, unpaid course slots will be given to students on the waiting list!				
	An introductory meeting for this course will take place within the first few weeks of the Spring semester 2024. The date/time of this meeting will be announced by email to enrolled students (and students on the waiting list) by the end of February 2024.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>701-1330-00L</b>	<b>Ecotoxicology Laboratory ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>K. Schirmer, K. Groh, C. vom Berg-Maurer</b>
Kurzbeschreibung	This laboratory course enables students to become familiar with state-of-the-art methods and concepts of molecular ecotoxicology. We explore mechanisms of action of chemicals occurring in our freshwaters on fish cells and embryos. The course is organized in theoretical and practical training components, including data evaluation and presentation. Students work both in class and in small groups.				
Lernziel	Molecular methods are crucial for shedding light on mechanisms underlying biological structure and function under normal and stress conditions. The aim of this course is to demonstrate the power of these methods but also their limits and to enable students to appreciate them both in theoretical and practical terms.				
Inhalt	Training comprises designing and carrying out of chemical exposure experiments and assessment of disturbances or defense responses in fish cells and embryos, such as impact on viability, sub-lethal developmental effects, growth, and associated gene or protein expression. Applied techniques include cell/embryo culture, microscopy techniques, polymerase chain reaction, video analysis and statistics.				
Skript	Course material will be provided in the form of background scripts and method protocols.				
Literatur	No particular recommendation.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in cell and molecular biology as well as ecotoxicology are required.				
<b>701-1332-00L</b>	<b>Analysis of Organic Pollutants Laboratory ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6P</b>	<b>J. Hollender, K. Arturi, H. Singer</b>
Kurzbeschreibung	This lab course provides an in-depth overview of the various steps that have to be carried out when analyzing qualitatively and quantitatively organic pollutants in environmental matrices such as soil and surface waters.				
Lernziel	This lab course provides an in-depth overview of the various steps that have to be carried out when analyzing qualitatively and quantitatively organic pollutants in environmental matrices such as soil and surface waters. The aims are (i) to get acquainted with the theoretical and practical background required to determine trace organic pollutants in various environmental matrices, and (ii) to get hands-on experience with state of the art methodology and instrumentation used for organic trace analysis.				
Inhalt	All steps including sampling, sample preparation, enrichment, separation, identification and quantification will be carried out using some prominent model pollutants present in natural waters and waste waters. The techniques and instrumentation involved include a.o., solid phase extraction (SPE), gas chromatographic analysis using mass-spectrometric (GC/MS) detection, and liquid chromatography coupled to high resolution mass-spectrometry (LC/HRMS/MS). Evaluation of the analytical data is an important component of the course.				
Skript	A script will be available.				
Literatur	Selected papers will be provided during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some basic knowledge in environmental chemistry e.g. from the bachelor course "Introduction to Environmental Organic Chemistry" (701-0201-00L) are necessary.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

<b>529-0135-00L</b>	<b>Cook and Look: Watching Functional Materials in Situ</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	<b>M. Nachtegaal, D. Ferri, O. Safonova, T. Schmid</b>
Kurzbeschreibung	Hands-on course on in situ spectroscopies (x-ray, infrared, Raman) and x-ray diffraction for understanding the structure of functional materials.				
Lernziel	Thorough understanding of available state-of-the-art spectroscopies for the characterization of the structure of functional materials under in situ conditions. Problem solving strategies and reporting in a scientific format. To learn the basics of spectroscopic data analysis.				
Inhalt	This course will introduce state-of-the-art synchrotron techniques (x-ray absorption and emission spectroscopies, x-ray diffraction) as well as complementary infrared and Raman spectroscopies for the characterization of functional materials, such as catalysts, under operating (in situ) conditions. On the 'cook' days, each technique will be introduced by a lecture, after which samples will be 'cooked' (sample preparation, building in situ setup, and measurement). This will be followed by a 'look' day where the collected data will be analyzed. Principles of x-ray data treatment, including Fourier transformation, will be introduced.				
Skript	A course manual with in depth background information will be distributed before the course.				
Literatur	Will be suggested in the course manual and made available during the course.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course will take place at the Swiss Light Source, at the Paul Scherrer Institut. Students will be housed for several nights in the guest house. You are required to contact the organizers upon registration since beamtime and housing has to be reserved well in advance.				

### ►► Methodische Werkzeuge: Modellierungskurse

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>701-0426-00L</b>	<b>Modelling Aquatic Ecosystems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. I. Schuwirth</b>
Kurzbeschreibung	Knowledge about processes in aquatic ecosystems will be compiled to mathematical models of such systems. This integration of knowledge stimulates understanding across disciplines and makes it possible to evaluate hypotheses. The participants will be confronted with ecosystem models of increasing complexity and apply them practically based on an implementation in R.				
Lernziel	Students are able to				
	- describe the most important biological, biochemical, chemical and physical processes in aquatic ecosystems in the form of mathematical models;				
	- recognise and explain the interaction of processes in aquatic ecosystems and estimate the resulting behaviour of the entire system;				
	- mathematically describe important sources of stochasticity and uncertainty in model predictions and quantify their influence on model results;				
Inhalt	- formulate models of aquatic ecosystems, implement them in a programming environment and use them to address problems in practice. Basic concepts: Principles of modelling environmental systems, formulation of mass balance equations, formulation of transformation processes.  Formulation of ecosystems processes: Physical processes (transport and mixing, sedimentation, gas exchange, detachment and resuspension), chemical processes (chemical equilibria, sorption), biological processes (primary production, respiration, death, consumption, mineralization, nitrification, hydrolysis, bacterial growth, colonization).  Consideration of Stochasticity and Uncertainty Sources, description, and propagation of stochasticity and uncertainty  Didactic models of aquatic ecosystems: Lake phytoplankton model, lake phyto- and zooplankton model, two box oxygen and phosphorus lake model, model of biogeochemical cycles in a lake, oxygen and nutrient household model of a river, benthic population model of a river.  Research models of aquatic ecosystems: Research lake models, research river models.  Exercises implementing and practicing the application of the didactic models using libraries of the program package for statistical computing and graphics R ( <a href="http://www.r-project.org">http://www.r-project.org</a> ).				
Skript	Manuscript in English <a href="http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/siam/lehre/modelling_aquatic_ecosystems/modaqecosys.pdf">http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/siam/lehre/modelling_aquatic_ecosystems/modaqecosys.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Ecology: Basic knowledge about structure and function of aquatic ecosystems. Mathematics: Basics of analysis, differential equations, linear algebra, and probability.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1240-00L</b>	<b>Modelling Environmental Pollutants</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Scheringer, C. Bogdal</b>
Kurzbeschreibung	Modeling the emissions, transport, partitioning and transformation/degradation of chemical contaminants in air, water and soil.				
Lernziel	This course is intended for students who are interested in the environmental fate and transport of volatile and semi-volatile organic chemicals and exposure to pollutants in environmental media including air, water, soil and biota. The course focuses on the theory and application of mass-balance models of environmental pollutants. These models are quantitative tools for describing, understanding, and predicting the way pollutants interact with the environment. Important topics include thermodynamic and kinetic descriptions of chemical behavior in environmental systems; mechanisms of chemical degradation in air and other media; novel approaches to modeling chemical fate in a variety of environments, including lakes and rivers, generic regions, and at the global scale, and application of mass balance modeling principles to describe bioaccumulation of pollutants by fish and mammals.				
Inhalt	Application of mass balance principles to chemicals in a system of coupled environmental media. Measurement and estimation of physico-chemical properties that determine the environmental behavior of chemicals. Thermodynamic and kinetic controls on the behavior of pollutants. Modeling environmental persistence, bioaccumulation and long-range transport potential of chemicals, including a review of available empirical data on various degradation processes. Current issues in multimedia contaminant fate modeling and a case study of the student's choice.				
Skript	Material to support the lectures will be distributed during the course.				



Literatur There is no required text. The following texts are useful for background reading and additional information.  
 D. Mackay. Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach, 2nd Ed. 2001. CRC Press.  
 R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden. Environmental Organic Chemistry. 2nd Ed. 2003, John Wiley & Sons.  
 M. Scheringer. Persistence and spatial range of environmental chemicals: New ethical and scientific concepts for risk assessment. 2002. Wiley-VCH.

<b>701-1338-00L</b>	<b>Biogeochemical Modelling of Sediments, Lakes and Oceans</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Schmid, A. Irani Rahaghi, M. Vogt</b>																											
Kurzbeschreibung	In this course, the students acquire skills to implement, evaluate and analyse the results of basic numerical models for the simulation of biogeochemical processes in aquatic systems using Python, to interpret and document model results, and to critically discuss model limitations. The focus of the course is on practical applications.																															
Lernziel	The aim of this course is to encourage and enable students to develop, test and apply basic numerical models for a range of biogeochemical applications, and to interpret model results.																															
Inhalt	<p>Numerical models are useful tools for the evaluation of processes in complex systems, the interpretation of observational data, and the projection of the response of a system beyond the range of observations. In this course, the students acquire skills to implement and test basic numerical models for the simulation of biogeochemical processes in aquatic systems using Python, to interpret and document model results in written and oral form, and to critically discuss model limitations.</p> <p>The course includes the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulation of transport and reaction equations describing aquatic systems</li> <li>- Numerical recipes (discretization in time and space, finite differences, initial and boundary conditions)</li> <li>- Implementation of simple models in Python (box models, 1D-models, with applications from sediments, lakes, and oceans)</li> <li>- Techniques for applied modelling &amp; model testing (sensitivity analysis, parameter estimation)</li> <li>- Model evaluation against observational data (model evaluation metrics in space and time)</li> <li>- Interpretation and documentation of model results</li> <li>- Model applications in current aquatic research (recent examples from the scientific literature)</li> </ul>																															
Skript	Presentation slides, exercises, and some background material will be provided.																															
Literatur	DM Glover, WJ Jenkins, SC Doney, 2011. Modeling Methods for Marine Science, Cambridge University Press K Soetaert, PMJ Herman, 2009. A Practical Guide to Ecological Modelling, Springer E Holzbecher, 2012, Environmental Modeling Using MATLAB, 2nd edition, Springer JM Stewart, 2017. Python for Scientists, Cambridge University Press																															
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The students are expected to work with their own laptop where Python should be installed prior to the start of the class. We recommend also installing a development environment such as the Educational Edition of PyCharm or the Anaconda distribution with Spyder.</p> <p>The following course or equivalent knowledge is required:            Mathematik III: Systemanalyse (701-0071-00L, autumn semester, German)</p> <p>Basic programming knowledge in Python is required, e.g. the following course:            Anwendungsnahe Programmieren mit Python (252-0840-02L, spring semester, German)</p> <p>The following course is useful but not required:            Modelling Aquatic Ecosystems (701-0426-00L, spring semester, English)</p>																															
Kompetenzen	<p>The number of participants is limited to 18. Selection of the students: order of registration.</p> <table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projektmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Problemlösung	geprüft		Projektmanagement	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	gefördert	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																														
	Verfahren und Technologien	geprüft																														
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																														
	Problemlösung	geprüft																														
	Projektmanagement	gefördert																														
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																														
	Kooperation und Teamarbeit	gefördert																														
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft																														
	Kritisches Denken	geprüft																														

## ►► Seminar und selbständige Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende																					
<b>701-1302-00L</b>	<b>Term Paper 2: Seminar</b> <i>Prerequisite: Term Paper 1: Writing (701-1303-00L).</i>	<b>O</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>L. Winkel, N. Casacuberta Arola, K. Deiner, N. Gruber, R. Kipfer, R. Kretzschmar, K. McNeill, D. Mitrano, M. Müller, M. Sander, M. Schoelmerich, M. H. Schroth, C. Schubert, O. Schubert</b>																					
Kurzbeschreibung	This class is the 2nd part of a series and participation is conditional on the successful completion of "Term Paper 1: Writing". The results from the term paper written during the previous term are presented to the other students and advisors and discussed with the audience.																									
Lernziel	The goal of the term paper seminars is to train the student's ability to communicate (scientific) results to a wider audience and the ability to respond to questions and comments.																									
Inhalt	Each student presents the results of their term paper to fellow students and advisors and responds to questions and comments from the audience.																									
Skript	Guidelines and supplementary material are distributed on the Moodle platform.																									
Voraussetzungen / Besonderes	<p>There is no final exam. Grade is assigned based on the quality of the presentation and ensuing discussion.</p> <p>To obtain the credits, it is mandatory to attend at least 60% of all seminar dates offered in the fall and spring semester. Active participation in discussion and feedback rounds is expected.</p>																									
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Medien und digitale Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kreatives Denken</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>					Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Medien und digitale Technologien	gefördert	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		Kritisches Denken	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																								
	Verfahren und Technologien	gefördert																								
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																								
	Medien und digitale Technologien	gefördert																								
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																								
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert																								
	Kritisches Denken	geprüft																								
<b>701-1303-00L</b>	<b>Term Paper 1: Writing ■</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>6A</b>	<b>L. Winkel, N. Casacuberta Arola, K. Deiner, N. Gruber, R. Kipfer,</b>																					

Kurzbeschreibung	The ability to critically evaluate original (scientific) literature and to summarise the information in a succinct manner is an important skill for any student. This course aims to practice this ability, requiring each student to write a term paper of scientific quality on a topic of relevance for research in the areas of biogeochemistry and pollutant dynamics.																		
Lernziel	The goal of the term paper is to train the student's ability to critically evaluate scientific literature and to summarise the findings concisely in a paper addressing a research question.  At the end of the course, students will be able to: - narrow down a research question. - identify relevant literature to address the research question. - concisely summarise and critically evaluate their findings. - formulate key outstanding questions.																		
Inhalt	Each student is expected to write a paper with a length of approximately 15-20 pages. The students can choose from a list of topics prepared by the tutors, but the final topic will be determined based on a balance of choice and availability. The students will be guided and advised by their tutors throughout the course.  The paper itself should contain the following elements: - Motivation and context of the given topic (25%) - Concise presentation and critical evaluation of the state of the science (50%) - Identification of open questions and perhaps outline of opportunities for research (25%)  In addition, the accurate use of citations, attribution of ideas, and the judicious use of figures, tables, equations and references are critical components of a successful paper. Specialised knowledge is not expected, nor required; neither is new research.																		
Skript	Guidelines and supplementary material are distributed on the Moodle platform.																		
Literatur	Original scientific literature will be identified based on the chosen topic.																		
Voraussetzungen / Besonderes	The term paper course is primarily aimed at master students majoring in biogeochemistry & pollutant dynamics and ISTP students with a solid background in natural sciences and a strong interest in biogeochemistry & pollutant dynamics.  Each student submits a term paper that will be reviewed by one fellow student and one faculty. The submission of the term paper and a written review of another student's term paper are a condition for obtaining the credit points.  There is no final exam. Grade is assigned based on the quality of the term paper and the submitted review as well as on the presentation in the following term.  Results from the term paper will be presented to fellow students and involved faculty in the following semester ("Term Paper 2: Seminar").																		
Kompetenzen	<table border="0"> <tr> <td>Fachspezifische Kompetenzen</td> <td>Konzepte und Theorien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>gefördert</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>gefördert</td> </tr> </table>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	gefördert	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																	
	Verfahren und Technologien	gefördert																	
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																	
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft																	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert																	

## ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1646-00L</b>	<b>Carbon and Nutrient Cycling under Global Change</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Hagedorn, T. Crowther, S. Dötterl</b>
Kurzbeschreibung	The course covers the pools and fluxes of carbon and nutrients across various types of ecosystems and landscapes and how they are affected by changing climate and land-use. Specifically, the course explores carbon and nutrient cycling: (i) in vegetation and soils at the plot to global scale; (ii) the role of soil properties as controls; and (iii) the effects of climate change and land management.				
Lernziel	The participants learn to identify, analyze and propose solutions for problems and research questions associated with land management and climate change effects on carbon and nutrient cycling in various ecosystems and landscapes. A variety of experimental data will be presented from stemming from ongoing research projects of the involved lecturers. Analyses of this data encompasses a range of statistical approaches which are widely used in environmental research.				
Inhalt	After short thematic introductions, the participants will work in small groups on the following topics:  Part 1 Pools and fluxes of carbon and nutrients in terrestrial ecosystems across Switzerland o Carbon and nutrient cycles from the plot to national scale o Impacts of land use change on biomass and soil carbon o Effects of soil warming and drought on biogeochemical cycles  Part 2: Tropical land use change: Geomorphic cascades, soil degradation, soil weathering o Weathering and geochemistry as controls on carbon and nutrient cycles o Feedbacks between soil development, soil transport and soil loss for carbon cycling o Patterns and consequences of disturbance for soil landscapes in the fast changing African Tropics  Part 3: Global biogeochemical cycles and climate change o Global biogeochemical cycles and impacts on climate o Carbon cycle feedbacks to climate change o Changes in global nutrient balance  The participants will work on specific projects which includes the evaluation and interpretation of data as well as the preparation of a presentation either as a poster, report or a talk.				
Literatur	Biogeochemistry - An Analysis of Global Change <a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry">https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Apart from a background in terrestrial ecosystems, the participants must have basic knowledge in soil sciences, plant nutrition, and biogeochemical cycles.  The course will build on individual learning and interactive teaching. The format of the course is that the students work in small groups of 2 or 3 members on a small project in each of the three parts of the course. Introductory information will be given on the first day of the course and at the beginning of each part. For structuring the projects, homework will be given from week to week. Each group will do a poster presentation (end of part 1), a short report (end of part 2) and an oral presentation (end of part 3) on their respective subjects. Active participation at all contact hours is compulsory for all students.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>102-0338-01L</b>	<b>Waste Management and Circular Economy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Haupt, R. Warthmann, M. Wiprächtiger</b>
Kurzbeschreibung	Understanding the fundamental concepts of advanced waste management and circular economy and, in more detail, on biological processes for waste treatment. Application of concepts on various waste streams, including household and industrial waste streams. Insights into environmental aspects of different waste treatment technologies and waste economy.				
Lernziel	The purpose of this course is to study the fundamental concepts of waste management in Switzerland and globally and learn about new concepts such as Circular Economy. In-depth knowledge on biological processes for waste treatments should be acquired and applied in case studies. Based on this course, you should be able to understand national waste management strategies and related treatment technologies. Treatment plants and valorization concepts for biomass and organic waste should be understood. Furthermore, future designs of waste treatment processes can be evaluated using basic process understanding and knowledge obtained from the current literature.				
Inhalt	National waste management Waste as a resource Circular Economy Assessment tools for waste management strategies Plastic recycling Organic Wastes in Switzerland Anaerobic Digestion & Biogas Composting process technologies Organic Waste Hygiene Product Quality & Use Waste Economy and environmental aspects				
Skript	Handouts Exercises based on literature				
Literatur	Deublein, D. and Steinhauser, A. (2011): Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction. 2nd Edition, Wiley VCH, Weinheim. --> One of the leading books on the subject of anaerobic digestion and biogas, covering all aspects from biochemical and microbial basics to planning and running of biogas plants as well as different technology concepts and biogas upgrade & utilization.  Haupt, M., C. Vadenbo, and S. Hellweg. 2017. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology 21(3): 615–627.  Haupt, M. and S. Hellweg. 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. Environmental and Sustainability Indicators Volumes 1–2, September 2019, 100005.  More information about biowaste treatment in Switzerland ( <a href="http://www.cvis.ch">www.cvis.ch</a> ) and Europe ( <a href="http://www.compostnetwork.info">www.compostnetwork.info</a> and <a href="http://www.ecn-qas.eu">www.ecn-qas.eu</a> )				
Voraussetzungen / Besonderes	There will be complementary exercises going along with some of the lectures, which focus on real life aspects of waste management. Some of the exercises will be solved during lessons whereas others will have to be dealt with as homework. To pass the course and to achieve credits it is required to pass the examination successfully (Mark 4 or higher). The written examination covers all topics of the course and is based on handouts and on selected literature				
<b>651-4004-00L</b>	<b>The Global Carbon Cycle - Reduced</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. I. Eglinton, L. Bröder, J. Hemingway, S. Paradis Vilar</b>
Kurzbeschreibung	The carbon cycle connects different reservoirs of C, including life on Earth, atmospheric CO <sub>2</sub> , and economically important geological reserves of C. Much of this C is in reduced (organic) form, and is composed of complex chemical structures that reflect diverse biological activity, processes and transformations.				
Lernziel	A wealth of information is held within the complex organic molecules, both in the context of the contemporary carbon cycle and its links to other biogeochemical cycles, as well as in relation to Earth's history, the evolution of life and climate on this planet.  In this course we will learn about the role of reduced forms of carbon in the global cycle, how these forms of carbon are produced, move around the planet, and become sequestered in the geological record, and how they can be used to infer biological activity and conditions on this planet in the geologic past. The course encompasses a range of spatial and temporal scales, from molecular to global, and from the contemporary environment to earliest life.				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is good preparation for the combined Field-Lab Course: "651-4044-02 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" and "651-4044-01 P Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>651-4056-00L</b>	<b>Limnogeology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Dubois, A. Gilli, K. Kremer</b>
Kurzbeschreibung	This course links lakes, their subsurface and their environment. It will be discussed how lake sediments record past environmental changes (e.g. climate, human impact, natural hazards) and how lake sediments can be used to reconstruct these changes. Emphasis is also given on the modern limnological processes essential in interpreting the fossil record. Field and laboratory work is foreseen.				

Lernziel	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain and discuss the role of lake sediments as archives of environmental change.</li> <li>- plan an own limnogeologic campaign, i.e. finding, recovering, analyzing and interpreting the sedimentary lake archive to solve a particular scientific question.</li> <li>- examine the complexity of a lake system with all its connection to the environment.</li> <li>- relate subaerial processes with subaquatic processes.</li> <li>- identify processes around and in lakes causing natural hazards.</li> </ul>		
Inhalt	<p>Content of the course:  Introduction - Lakes, the small oceans  History of Limnogeology.  Limnogeologic campaigns  The water column: Aquatic physics (currents, waves, oscillations, etc.).  Sediments caught in the water: sediment traps  Geophysical survey methods (multibeam bathymetry, seismics)  Large open perialpine lakes.  Laminations in lake sediments: Clastic vs. biochemical varves.  Hydrologically closed lake systems  Chronostratigraphic dating of lake sediments  Lake sediments as proxies for climate change  Lake sediments as recorder of anthropogenic impact</p> <p>The class includes 2 lectures as field work on Lake Zurich.  Introduction to themes of Lake Zurich field work.  Limnogeological methods on the lake and in the laboratory: various sampling and surveying techniques (water analysis, seismic surveying, sediment coring, laboratory analyses).  Seismic-to-core correlation and interpretation</p>		
Skript	Will be distributed in each class unit.		
Literatur	Will be distributed in each class unit.		
Voraussetzungen / Besonderes	Credit points and grade will be given based on a individually written report about the project and a group presentation.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert
<b>651-4168-00L</b>	<b>CryoGeoEcology: Snow and Snow Cover Field Course W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3P</b>
	<p><b>M. Schneebeil, L. Bröder, R. Dadic, M. H. Schroth</b></p> <p><i>Priority is given to ETHZ students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.</i></p>		
Kurzbeschreibung	In this field course, physical properties and exchange processes (methane, carbon dioxide) of snow and soil as determinants in high-altitude ecosystems are experimentally investigated. The students interpret the measurements and write a short research proposal based on the observations.		
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducing cryosphere ecosystems in interaction with the physical and chemical properties of snow.</li> <li>- Developing an appreciation for life under extreme conditions and its special adaptations.</li> <li>- Transforming results from small-scale studies to better understand global change phenomena</li> <li>- Understanding modern measurement for snow and soil-snow-microorganism interactions.</li> </ul>		
Inhalt	<p>The course consists of daily field- and laboratory work, with additional morning and evening lectures from specialists.</p> <p>The snow structure plays a crucial role in energy exchange and habitability. We will use field methods (near-infrared photography), laboratory methods (X-ray tomography), and discrete sampling of snow impurities.  Soils can act as sources or sinks of potent greenhouse gases (GHGs) such as carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane (CH<sub>4</sub>). However, microbial processes in soils and GHG exchange with the atmosphere are poorly understood for soils covered by a snowpack. In this field course, we will quantify the mass flux of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> at the snow-atmosphere interface using flux chambers and compare the results with gas-profile measurements through the snowpack to the soil surface. We will use these data to determine the C and GHG balance for alpine soils under prevailing snowpack conditions.  Microplastics are everywhere and one of the most widely distributed markers of the Anthropocene. Our snow sampling and filtering should reveal it.  Microorganism live in the snow and are the reason for the reddening of the snow surface in spring, changing the albedo to a large degree, and by this, the snow melt.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>This CryoGeoEcology course is the companion to the Field-Lab Courses: "Geomicrobiology and Biogeochemistry Field Course" (651-4044-02 P) that extends into the "Geomicrobiology and Biogeochemistry Lab Practical" (651-4044-01L). The course "Snowcover: Physics and Modelling" (651-1504-00L) is a good preparation but not a prerequisite.</p> <p>For the final excursion to the Jöriseen you have to be able to walk in alpine terrain for 5-6 hours.</p> <p>Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a></p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Projektmanagement	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft geprüft

<b>751-4902-00L</b>	<b>Modern Pesticides - Mode of Action, Residues and Environmental Fate</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Poiger, M. E. Balmer, I. J. Bürge</b>
Kurzbeschreibung	The biochemical principles of the mode of action of current use plant protection products (PPP) are presented. Important topics are mechanisms for selectivity, development of resistance, residue formation in crops and food safety as well as behavior in the environment.				
Lernziel	The structures and modes of action of important groups of current use pesticides (synthetical compounds, natural compounds) are presented. The structure-activity relationships lead to considerations of actual use conditions in crops such as fungicides in viticulture, residues in edible parts of treated plants, possible side effects and environmental fate.				
Inhalt	After a short introduction on pesticide registration (administrative process as in Switzerland and EC, food safety), the biochemical background of the mode of action of important groups of current use PPP active ingredients is presented. Furthermore, selectivity of pesticides, leaching of herbicides to groundwater, accumulation of pesticides in soil, development of resistance of fungicides, formation of residues in edible parts of the crops, and side-effects on non-target organisms shall be covered.				
Skript	An e-script (pdf-files) is provided as download at the beginning of spring term.				
Literatur	none				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	

## ► Vertiefung in Ökologie und Evolution

### ►► A. Prinzipien

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1427-00L</b>	<b>Experimental Evolution</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Wielgoss, A. Hall, M. La Fortezza, Y.-T. N. Yu</b>
Kurzbeschreibung	Students will read, present on and discuss experimental evolution literature covering a wide range of evolutionary topics, utilising a range of model species as experimental systems and employing a variety of methods for studying experimental-evolution outcomes.				
Lernziel	Course objectives: i) become familiar with a diverse sample of the surging experimental-evolution literature, ii) gain insight into the strengths and limitations of experimental evolution for addressing evolutionary questions relative to other forms of evolutionary analysis, iii) gain insight into developing fundamental and applied questions that can be addressed with experimental evolution and into how to design and analyze effective evolution experiments, and iv) improve scientific presentation and discussion skills.				
Inhalt	Experimental evolution is a powerful and increasingly prominent approach to investigating evolutionary processes. Students will read, present on and collectively discuss experimental-evolution literature covering a diverse range of topics, species and types of analysis. Contributing instructors from diverse training backgrounds will share perspectives on the course material.				
Literatur	Primary research papers and review articles.				
Voraussetzungen / Besonderes	701-0245-00 Evolutionary Analysis (or equivalent).				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease				
Inhalt	The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about"). After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				

Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft gefördert geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert geprüft

## ►► B. Konzeptkurse und Anwendungen

### ►►► Fortgeschrittene Konzeptkurse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1424-00L	<b>Guarda-Workshop in Evolutionary Biology</b> <i>Der Kurs hat eine Teilnehmerbeschränkung. Um sich für den Kurs anzumelden, müssen Sie sich sowohl über mystudies als auch über die Webseite der Universität Basel <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> einschreiben.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	<b>S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist fuer Studenten mit grossem Interesse an evolutionärer Biologie. Das Ziel des Kurses ist es in kleinen Teams von 4-5 Studenten eigenstaendig wissenschaftliche Projekte zu entwickeln. Die Studenten werden angeleitet von Prof. D. Ebert (Basel) und Prof. S. Bonhoeffer (ETHZ). Zusätzlich werden jedes Jahr zwei international angesehene Experten eingeladen.				
Lernziel	Ziel des Kurses ist es, in kleinen Teams zu arbeiten, um zunächst eine Forschungsfrage zu identifizieren, dann einen Forschungsplan zu entwickeln und schließlich einen kurzen Förderantrag zu schreiben. Was Sie über das einzelne Forschungsprojekt hinaus lernen werden, sind äußerst übertragbare Fähigkeiten, wie z. B. die Entwicklung von Ideen in einem Team, die kritische Reflexion Ihrer eigenen Ideen sowie der Ideen anderer, und die Ausarbeitung einer Idee zu einem Forschungsantrag. Für weitere Informationen siehe <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Inhalt	Siehe link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a>				
Skript	keines				
Literatur	keine				
Voraussetzungen / Besonderes	Da der Kurs nur eine begrenzte Teilnehmerzahl erlaubt, ist die Anmeldung fuer den Kurs notwendig. Bitte melden Sie sich ueber die Kurs-Website (siehe Link <a href="http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm">http://evolution.unibas.ch/teaching/guarda/index.htm</a> ) an.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung			geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert
701-1450-00L	<b>Conservation Genetics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	<b>R. Holderegger, M. Fischer, F. Gugerli</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with conservation genetics and its practical applications. It introduces the genetic theories of conservation genetics, such as inbreeding depression, adaptive genetic diversity or fragmentation. The course also shows how genetic methods such as eDNA and metabarcoding are used in conservation management, and it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics.				
Lernziel	Genetic and evolutionary argumentation is an important feature of conservation biology. The course equips students with knowledge on conservation genetics and its applications in conservation management. The course introduces some of the main theories of conservation genetics and shows how genetic methods are used in conservation management. In addition, it critically discusses the benefits and limits of conservation genetics. Practical examples dealing with animals and plants are presented.				
Inhalt	There are 4 hours of lectures, presentations and group work per week. Students also have to spend about 3 hours per week on preparatory work for the following week. Every week, one subject will be presented by one of three lecturers.  Overview of themes: Barcoding, eDNA metabarcoding and genetic monitoring; effects of small population size, genetic drift and inbreeding; neutral and adaptive genetic diversity; hybridization; gene flow, fragmentation and connectivity.  Specific topics: (1) Species and individual identification: barcoding; metabarcoding; eDNA; estimation of census population size and habitat use. (2) Inbreeding and inbreeding depression: small population size; bottlenecks; genetic drift; inbreeding and inbreeding depression; effective population size. (3) Adaptive genetic diversity: neutral and adaptive genetic variation; importance of adaptive genetic diversity; methods to measure adaptive genetic variation. (4) Hybridization and monitoring of genetic diversity: gene introgression; gene flow across species boundaries; demographic swamping; monitoring of genetic diversity. (5) Half day excursion: practical example of connectivity measures in fragmented landscape, in relation to conservation genetic inferences. (6) Discussion and evaluation of excursion; gene flow: historical and contemporary gene flow and dispersal; fragmentation and connectivity. (7) Written examination.				
Skript	No script; handouts and material for downloading will be provided.				

Literatur	<p>There is no textbook for this course, but the following book is recommended:  Allendorf F.W., Funk W.C., Aitken S.N., Byrne M., Luikart G. 2022. Conservation and the genomics of populations (3rd edition). Oxford University Press, Oxford.</p> <p>The following book and booklets in German are targeted to conservation practitioners:  Holderegger R., Segelbacher G. (eds.). 2016. Naturschutzgenetik. Ein Handbuch für die Praxis. Haupt, Bern.  Csencsics D., Gugerli F. 2017. Naturschutzgenetik. WSL Berichte 60: 1-82. (free download at <a href="https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF">https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:15155/datastream/PDF</a>)</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Requirements:  Students must have a good background in genetics as well as in ecology and evolution, e.g., courses "Population and Quantitative Genetics" or "Evolutionary Genetics".</p> <p>Examination:  A final written examination on the content of the course and of the excursion is an integral part of the course.</p> <p>Teaching forms:  The course needs the active participation of students! It consists of lectures, group work, presentations, discussions, reading and a half-day excursion.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert		
<b>701-1462-00L</b>	<b>Evolution of Social Behavior and Biological Communication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Mescher</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses core concepts in the study of behavior and biological communication from a Darwinian perspective, with a focus on the evolution of sociality and the emergence of higher-level biological organization. It will entail lectures and discussion of selected readings from relevant primary and secondary literature.				
Lernziel	Students will become familiar with the application of Darwinian evolutionary theory to the study of behavior, communication, and social organization. They will also gain insight into the relevance of these topics for broader intellectual questions in biology, as well as for the organization of human societies.				
Inhalt	This course will begin with an exploration of key concepts, including the central role of information in biology and Darwinian explanations for the emergence of adaptation and functional complexity in biological systems. We will then discuss the application of these concepts to the study of behavior and communication, with a focus on the evolution of social interactions. Significant attention will also be given to the evolution of cooperation among individual organisms and the emergence and maintenance of complex social organization. Finally, we will discuss the implications of the material covered for understanding human behavior and for the organization of human societies, including implications for implementing collective action to address global environmental challenges. These topics will be covered by lectures and discussion of relevant readings selected by the instructor. Evaluations will be based on in-class or take-home examinations, as well as participation in classroom discussions.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>262-0200-00L</b>	<b>Bayesian Phylodynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2G+2A</b>	<b>T. Vaughan, T. Stadler</b>
Kurzbeschreibung	How fast is the latest variant of COVID-19 spreading? How fast was Ebola spreading in West Africa? Where did these epidemics come from? How can we construct the phylogenetic tree of great apes, and did gene flow occur between different apes? At the end of the course, students will have designed, performed, presented, and discussed their own phylodynamic data analysis to answer such questions.				
Lernziel	Attendees will extend their knowledge of Bayesian phylodynamics obtained in the "Computational Biology" class (636-0017-00L) and will learn how to apply this theory to real world data. The main theoretical concepts introduced are: * Bayesian statistics * Phylogenetic and phylodynamic models * Markov Chain Monte Carlo methods Attendees will apply these concepts to a number of applications yielding biological insight into: * Epidemiology * Pathogen evolution * Macroevolution of species				
Inhalt	In the first part of the block course, we will present the theoretical concepts of Bayesian phylodynamics. This will involve both lectures and tutorials, during which students will gain experience in using the software package BEAST 2 to apply these theoretical concepts to empirical data. We use previously published datasets on e.g. Ebola, Zika, Yellow Fever, Apes, and Penguins for analysis. Examples of these practical tutorials are available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> . In the second part of the block course, students will choose a set of real genetic sequence data and possibly some non-genetic metadata. They will then design and conduct a research project in which they perform Bayesian phylogenetic analyses of their chosen data. A final written report on the research project will be submitted after the block course for grading				
Skript	All material will be available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Literatur	The following books provide excellent background material: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drummond, A. &amp; Bouckaert, R. 2015. Bayesian evolutionary analysis with BEAST.</li> <li>• Yang, Z. 2014. Molecular Evolution: A Statistical Approach.</li> <li>• Felsenstein, J. 2003. Inferring Phylogenies.</li> </ul> More detailed information is available on <a href="https://taming-the-beast.org/">https://taming-the-beast.org/</a> .				
Voraussetzungen / Besonderes	This class builds upon the content which we teach in the Computational Biology class (636-0017-00L). Attendees must have either taken the Computational Biology class or acquired the content elsewhere.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
Kundenorientierung	gefördert			
Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
Verhandlung	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
	Kreatives Denken	geprüft		
	Kritisches Denken	geprüft		
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

<b>751-4805-00L</b>	<b>Recent Advances in Biocommunication</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. De Moraes</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods.				
Lernziel	Students will gain insight into the role of sensory cues and signals in mediating interactions within and between species. There will be a primary, but not exclusive, focus on chemical signaling in interactions among plants, insects and microbes. The course will focus on the discussion of current literature addressing key conceptual questions and state-of-the-art research techniques and methods. Students will engage in discussion and critical analyses of relevant papers and present their evaluations in a seminar setting.				

### ►►► Anwendungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1456-00L</b>	<b>Applied Ecosystem Management (Field Course in Serbia) ■</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	This course introduces students to a socio-ecological system that combines high depopulation rates and corruption with extraordinary cultural and biological diversity that are at risk of loss. This system is explored with local stakeholders and in the field, analysed by a conceptual model and measures are identified that support both conservation and development goals for the region.				
Lernziel	By visiting this course, the students are able to: a) Use a conceptual model to analyse an unfamiliar socio-ecological system with regards to its main drivers and their interrelatedness. b) Establish basic strategic elements of a development plan. c) Identify realistic measures towards sustainability respecting system-inherent limitations. d) Apply, contextualize and integrate subject-specific knowledge on an interdisciplinary real world problem.				
Inhalt	Eastern Serbia offers economic, ecological and social characteristics that are greatly distinct to the ones predominant in Central European socio-ecological systems: Following epochs of communism and war, Eastern Serbia faces some of the highest rural depopulation rates in Europe and consequently suffers from land abandonment. The still rich rural culture and many traditional agricultural practices are expected to be lost if no measures are taken. At the same time, the region still holds a high biodiversity with a high number of endemic species and many species which have long been extinct in other parts of Central Europe. These ecological values are under high threat of being lost as a consequence of the depopulation processes.  In the course, the multiple facets of this unfamiliar socio-ecological system are investigated based on interviews with local stakeholders and experts. In short excursions, land-use activities, biodiversity as well as cultural and touristic assets are explored. The gathered information is used to identify the most prevalent drivers of the socio-ecological system with the help of a simple conceptual model. Based on this model and on additional strategic analyses, goals and measures can be deduced that span the competing fields of conservation and development and aim at developing the region towards sustainability. These measures are evaluated, elaborated and discussed with local people. Finally, the results are summarized in a report for the local stakeholders.				
Skript	Ivanov S. & F. Knaus 2012: Stara Planina. A brief introduction. Unpublished. 24p.				
Literatur	Adams W.M. et al. 2004: Biodiversity Conservation and the Eradication of Poverty. Science 306: 1146-1149.  Chan K.M.A. et al. 2007: When agendas collide: Human welfare and biological conservation. Conservation Biology 21(1): 59-68.  FOS 2009: Using Conceptual Models to Document a Situation Analysis: An FOS How-To Guide. Foundations of Success, Bethesda, Maryland, USA. 21p.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place from 10th to 22nd of July and is limited to 16 students. Preference is given to Master students and students fulfilling the prerequisites. A mixture of students from different Majors is sought to contribute to the integration of skills and approaches. Travels to Serbia require a valid passport.  Prerequisites for attending this course are skills and knowledge equivalent to those taught in the following ETH courses: - Foundations of Ecosystem Management - Naturschutz und Naturschutzbiologie - Land Use History and Historical Ecology				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		

<b>701-1646-00L</b>	<b>Carbon and Nutrient Cycling under Global Change</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Hagedorn, T. Crowther, S. Dötterl</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	---



Kurzbeschreibung	The course covers the pools and fluxes of carbon and nutrients across various types of ecosystems and landscapes and how they are affected by changing climate and land-use. Specifically, the course explores carbon and nutrient cycling: (i) in vegetation and soils at the plot to global scale; (ii) the role of soil properties as controls; and (iii) the effects of climate change and land management.																																			
Lernziel	The participants learn to identify, analyze and propose solutions for problems and research questions associated with land management and climate change effects on carbon and nutrient cycling in various ecosystems and landscapes. A variety of experimental data will be presented from stemming from ongoing research projects of the involved lecturers. Analyses of this data encompasses a range of statistical approaches which are widely used in environmental research.																																			
Inhalt	<p>After short thematic introductions, the participants will work in small groups on the following topics:</p> <p>Part 1 Pools and fluxes of carbon and nutrients in terrestrial ecosystems across Switzerland</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Carbon and nutrient cycles from the plot to national scale</li> <li>o Impacts of land use change on biomass and soil carbon</li> <li>o Effects of soil warming and drought on biogeochemical cycles</li> </ul> <p>Part 2: Tropical land use change: Geomorphic cascades, soil degradation, soil weathering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Weathering and geochemistry as controls on carbon and nutrient cycles</li> <li>o Feedbacks between soil development, soil transport and soil loss for carbon cycling</li> <li>o Patterns and consequences of disturbance for soil landscapes in the fast changing African Tropics</li> </ul> <p>Part 3: Global biogeochemical cycles and climate change</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Global biogeochemical cycles and impacts on climate</li> <li>o Carbon cycle feedbacks to climate change</li> <li>o Changes in global nutrient balance</li> </ul> <p>The participants will work on specific projects which includes the evaluation and interpretation of data as well as the preparation of a presentation either as a poster, report or a talk.</p>																																			
Literatur	Biogeochemistry - An Analysis of Global Change <a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry">https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry</a>																																			
Voraussetzungen / Besonderes	Apart from a background in terrestrial ecosystems, the participants must have basic knowledge in soil sciences, plant nutrition, and biogeochemical cycles.																																			
Kompetenzen	<p>The course will build on individual learning and interactive teaching. The format of the course is that the students work in small groups of 2 or 3 members on a small project in each of the three parts of the course. Introductory information will be given on the first day of the course and at the beginning of each part. For structuring the projects, homework will be given from week to week. Each group will do a poster presentation (end of part 1), a short report (end of part 2) and an oral presentation (end of part 3) on their respective subjects. Active participation at all contact hours is compulsory for all students.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Fachspezifische Kompetenzen</td> <td style="width: 40%;">Konzepte und Theorien</td> <td style="width: 30%;">geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Verfahren und Technologien</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Methodenspezifische Kompetenzen</td> <td>Analytische Kompetenzen</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Entscheidungsfindung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Problemlösung</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Soziale Kompetenzen</td> <td>Kommunikation</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kooperation und Teamarbeit</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td>Persönliche Kompetenzen</td> <td>Anpassung und Flexibilität</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kreatives Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kritisches Denken</td> <td>geprüft</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Selbststeuerung und Selbstmanagement</td> <td>geprüft</td> </tr> </table>			Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		Verfahren und Technologien	geprüft	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		Entscheidungsfindung	geprüft		Problemlösung	geprüft	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		Kooperation und Teamarbeit	geprüft	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		Kreatives Denken	geprüft		Kritisches Denken	geprüft		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft																																		
	Verfahren und Technologien	geprüft																																		
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft																																		
	Entscheidungsfindung	geprüft																																		
	Problemlösung	geprüft																																		
Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft																																		
	Kooperation und Teamarbeit	geprüft																																		
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft																																		
	Kreatives Denken	geprüft																																		
	Kritisches Denken	geprüft																																		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft																																		

---

<b>701-1446-00L</b>	<b>Forest and Landscape Conservation and Management W (Field Course)</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>J. Ghazoul, T. Crowther</b>
---------------------	--	-------------	-----------	--------------------------------

*Findet dieses Semester nicht statt.  
Priority is given to Master students in Environmental Sciences with the Majors Forest and Landscape Management, Ecology and Evolution, and the Environmental Systems and Policy. PhD students in Environmental Sciences count also as target group.*

**Kurzbeschreibung** Landscape restoration and conservation is subject to biophysical, socio-economic, and political constraints, demanding socio-ecological systems understanding. Drawing on existing initiatives, and the perspectives of a range of stakeholders, students will explore how restoration might be implemented across social and environmental priorities in Scotland, a country undergoing rapid landscape change.

- Lernziel** Specific learning objectives include:
- Natural science focus
    1. Experience different management approaches to restoration, and evaluate their social and environmental costs and benefits.
    2. Identify important biophysical components and their dynamics, and consider how they can be objectively measured.
    3. Identify ecological and biophysical interactions and constraints across landscapes, and consider how these can be managed given conservation/restoration objectives.
    4. Understand risks and uncertainties of conservation and restoration actions, and how these are perceived by different actors.
    5. Evaluate how technologies might inform the implementation of restoration.
  - Social science focus
    6. Identify alternative visions for future landscapes across different stakeholder groups, given differing stakeholder perspectives and priorities.
    7. Consider how values are attributed to natural resources or landscape elements, as perceived by different stakeholders.
    8. Identify conflicts that arise, and how these are addressed across different stakeholder interests.
    9. Explore how alternative governance structures influence restoration decision making pathways.
    10. Consider financial mechanisms to leverage funding for restoration projects.
  - Integrative focus
    11. Construct conceptual models of socio-ecological systems.
    12. Develop and evaluate ecosystem management strategies using a multi-functional landscape approach.

Inhalt	<p>Students will visit multiple sites and programmes that are implementing different forms of conservation and restoration objectives. These cases encompass different scales, priorities, land uses, and governance structures. Students will collect information and data from a variety of stakeholders, sources, and settings, and use this information to build a socio-ecological systems understanding of conservation and restoration in Scotland. Students will be responsible for running interviews, and securing the further qualitative and quantitative information they need for a systems modelling approach.</p> <p>Proposed field excursion schedule included in the Annex.</p> <p>Related videos:  Conservation Management (student reflections on earlier field course in Scotland)  Living Landscapes in the Scottish Highlands (provides context)</p>		
Literatur	<p>A full literature list will be provided, but key references include:</p> <p>Beckert, M., et al. (2016). Of trees and sheep: Trade-offs and synergies in farmland afforestation in the Scottish Uplands.  Burton, V., et al. (2019). "Green Gold to Wild Woodlands; understanding stakeholder visions for woodland expansion in Scotland." Landscape Ecology 34(7): 1693-1713.  Duckett, D., et al. (2016). "Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland." Landscape and Urban Planning 154: 44-56.  Fischer, A. and K. Marshall (2010). "Framing the landscape: Discourses of woodland restoration and moorland management in Scotland." Journal of Rural Studies 26(2): 185-193.  Hobbs, R. (2009). "Woodland restoration in Scotland: Ecology, history, culture, economics, politics and change." Journal of Environmental Management 90(9): 2857-2865.  Munoz-Rojas, J., et al. (2015). "Synergies and conflicts in the use of policy and planning instruments for implementing forest and woodland corridors and networks; a case study in NE Scotland." Forest Policy and Economics 57: 47-64.  Thomas, H. J. D., et al. (2015). "Towards a research agenda for woodland expansion in Scotland." Forest Ecology and Management 349: 149-161.</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students should have taken the following courses:  Conservation and Restoration (Crowther, Ghazoul, Maynard) – Bachelor  Foundations of Ecosystem Management (Ghazoul, Dray) – Master  Other relevant courses from the Masters programme include Multifunctional Forest Management, Landscape Modelling of Biodiversity, Policy and Economics of Ecosystem Services, Environmental Governance.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

## ►► C. Wissenschaftliche Kompetenzen

### ►►► Fachkenntnisse zu quantitativen und rechnerischen Verfahren

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1410-01L	<b>Quantitative Approaches to Plant Population and Community Ecology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Alexander,</b> R. Delgado Manzanedo, J. Hille Ris Lambers
Kurzbeschreibung	This course presents leading problems in plant ecology and the quantitative tools to address them. Example topics include plant population models to assess population viability; quantifying invasive species spread; and assessing the robustness of biological networks to perturbations. Exact topics depend on emerging problems in the field and existing expertise within the Plant Ecology Group.				
Lernziel	Students will attain deep insight into topics at the cutting edge of plant ecological research, whilst developing specific skills that can later be applied to basic and applied ecological problems.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		
701-1418-00L	<b>Modelling Course in Population and Evolutionary Biology</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>6P</b>	<b>V. Müller, S. Bonhoeffer</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist eine praktische Einführung in die mathematische/computerorientierte Modellierung biologischer Prozesse mit Schwerpunkt auf evolutionsbiologischen und populationsbiologischen Fragestellungen. Die Modelle werden in der Open Source software R entwickelt.				
Lernziel	Den Teilnehmern soll der Nutzen der Modellierung als ein Hilfsmittel zur Untersuchung biologischer Fragestellungen vermittelt werden. Die einfacheren Module orientieren sich mehrheitlich an Beispielen aus der ehemaligen Vorlesung "Ökologie und Evolution: Populationen" (Skript von der Kurswebseite zugänglich). Die fortgeschrittenen Module orientieren sich an aktuellen Forschungsthemen. Hierbei werden auch Fragestellungen untersucht, die zwar konzeptionell und methodisch auf Evolutions- und Populations-biologischen Ansätzen beruhen, aber sich mit anderen Bereichen der Biologie befassen.				
Inhalt	siehe <a href="http://www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html">www.tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html</a>				
Skript	Detaillierte Handouts für alle Module sind an der Webseite des Kurses zu finden. Zusätzlich ist das Skript für die frühere Vorlesung "Ökologie und Evolution: Populationen" auch zugänglich, und enthält weitere relevante Informationen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs basiert auf der Open Source Software R. Programmiererfahrung in R ist nützlich, aber keine Voraussetzung. Ebenso ist der Kurs 701-1708-00L Infectious Disease Dynamics nützlich, aber keine Voraussetzung.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

---

<b>701-1679-00L</b>	<b>Landscape Modelling of Biodiversity: From Global Changes to Conservation</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Pellissier, C. Graham, N. Zimmermann</b>
Kurzbeschreibung	The course provides the student with the spatial tools to address societal challenges toward ensuring the sustainable use of terrestrial ecosystems and the conservation of biodiversity. Students learn theory, tools and models during a few introductory sessions and apply this knowledge to solve a practical problem in groups related to climate change, land use change and biodiversity conservation.				
Lernziel	Students learn: - Theoretical foundations of the species ecological niche - Biodiversity concepts and global change impacts - Basic concepts of spatial (& macro-) ecology - Environmental impact assessment and planning - Advanced statistical methods (GLM and RF) in the statistical environment R. - The use of GIS functionality in R				
Inhalt	1. The basics: Introduction to the concept of the ecological niche, and biodiversity theories. Overview of the knowledge on expected biodiversity response to global changes and conservation planning methods. Introduction to the statistical methods of Generalized Linear (GLM) and Random Forest (RF). Introduction to basic GIS and programming elements in the statistical environment R. This part will be evaluated by a written exam after the first half of the semester. 2. The class project: In groups of 3-4, students solve a conservation planning problem independently in R using the techniques taught in the introductory classes. The students then prepare a presentation of the obtained results that will be discussed during a mini-symposium (graded).				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in statistics (OLS regression, test statistics), basic knowledge in geographic information science, and basic knowledge in R (data processing, functions, loops). Students should be familiar with the content of the following lectures: 701-3001-00L Environmental Systems Data Science: Data Processing 701-3003-00L Environmental Systems Data Science: Machine Learning				

### ▶▶▶ Fachkenntnisse zu Labor- und Feldmethoden

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0362-00L</b>	<b>Böden und Vegetation der Alpen (Exkursion)</b> <i>Diese Exkursion (max. 24 Plätze) gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Boden- und Wasserchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl, L. Winkel) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2P</b>	<b>A. Widmer, R. Kretzschmar</b>
Kurzbeschreibung	Die Exkursion in die Region Davos veranschaulicht, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen von Alpenpflanzen beeinflussen. Beim Besuch zahlreicher Standorte auf unterschiedlichem Muttergestein in der subalpinen und alpinen Stufe wird der Zusammenhang zwischen den klimatischen Bedingungen, der Bodenentwicklung und der Vegetation erkennbar.				
Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Gestein, Relief, Klima und Vegetation die Bodenbildungsprozesse und resultierende Bodeneigenschaften (z.B. Nährstoffe, Wasser) in den Alpen beeinflussen. - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe. - kennen charakteristische Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen.				
Inhalt	4-tägige Exkursion (Sonntag, 2.-Mittwoch, 5. Juli 2023) in der Region Davos mit Begehung von Standorten auf verschiedenen Ausgangsgesteinen (Dolomit, Gneis/Glimmerschiefer, Amphibolit, Serpentin) in der subalpinen und alpinen Stufe. Aufbau, Entwicklung und Eigenschaften der Böden, sowie deren Auswirkungen auf die Pflanzen; charakteristische Pflanzenarten und -gesellschaften auf den unterschiedlichen Böden.				
Skript	Ein Exkursionsführer wird abgegeben.				
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.				
Voraussetzungen / Besonderes	Diese Exkursion gehört zur Vorlesung «Flora und Vegetation der Alpen» (701-0364-00; A. Widmer). Sie kann nur gleichzeitig mit der Vorlesung oder nach bestandener Prüfung belegt werden. Alternativ ist eine Teilnahme möglich mit bestandenen Prüfungen in «Bodenchemie» (701-0533-00L; R. Kretzschmar, D.I. Christl) und «Pedosphäre» (701-0501-00L; R. Kretzschmar). Falls gleichwertige Voraussetzungen (z.B. von anderen Hochschulen) vorliegen, muss eine Teilnahme zuvor mit den Dozenten abgesprochen werden.  Besonderes Die Lehrveranstaltung umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 2. bis 5. Juli 2023 statt. Die Reisekosten werden von der ETH Zürich übernommen; die Departemente Biologie und Umweltsystemwissenschaften leisten einen Beitrag an die Unterkunftskosten; die restlichen Kosten (Unterkunft inkl. Vollpension und Exkursionsführer) von 250 Fr. müssen von den Teilnehmenden übernommen werden. Die Exkursionen finden in den Bergen statt. Die Teilnehmenden müssen deshalb geländegängig sein, auch in steilem Gelände. Bei Bedenken bitten wir um rechtzeitige Kontaktaufnahme, damit wir die Situation vorgängig analysieren und besprechen können.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

---

<b>701-0364-00L</b>	<b>Flora und Vegetation der Alpen</b> <i>Zur dieser Vorlesung gehört eine 4-tägige Exkursion (max. 24 Plätze) nach Davos. Für eine Teilnahme an der</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1V</b>	<b>A. Widmer</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------

*Exkursion muss die Lehrveranstaltung «Böden und Vegetation der Alpen» (Nr. 701-0362-00) separat belegt werden.*

Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die Flora und Vegetation der Alpen. Dazu gehören die klimatischen Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen, die Herkunft der Alpenpflanzen, Diversitätszentren, ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen, sowie charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Höhenstufen und Bodentypen.		
Lernziel	Die Studierenden - verstehen, wie Klima- und Bodenfaktoren das Vorkommen und die Verbreitung von Alpenpflanzen beeinflussen. - kennen charakteristische Pflanzenarten der subalpinen und alpinen Stufe in den Alpen - sind vertraut mit charakteristischen Pflanzengesellschaften auf sauren, basischen und ultrabasischen Böden der subalpinen und alpinen Stufe.		
Inhalt	Klimatische Bedingungen auf unterschiedlichen Höhenstufen in den Alpen; Herkunft und Verbreitungsmuster; Diversitätszentren; ökologische Ansprüche und Anpassungen an die vorherrschenden Umweltbedingungen; Höhenstufen; charakteristische Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen (Dolomit, saures und basisches Silikat, Serpentin).		
Skript	Vorlesungsunterlagen werden abgegeben.		
Literatur	Landolt E. 2003: Unsere Alpenflora. 7.Aufl., SAC-Verlag.		
Voraussetzungen / Besonderes	Solide Grundkenntnisse in systematischer Botanik und erfolgreiche Absolvierung der Lehrveranstaltung "Systematische Biologie: Pflanzen" (Nr. 701-0360-00). Im Weiteren ist die vorgängige Teilnahme am Blockkurs "Pflanzendiversität" (Nr. 701-2314-00L), resp. der beiden Einzelkurse "Pflanzendiversität: kollin / montan" (701-0314-00L) und "Pflanzendiversität: subalpin / alpin" (701-0314-01L), empfohlen.  Besonderes: Zu dieser Vorlesung gehört der Kurs "Böden und Vegetation der Alpen" (Nr. 701-0362-00). Dieser umfasst aktuell vier Exkursionstage in der Region Davos und findet vom 1. bis 4. Juli 2024 statt.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>701-1425-00L</b>	<b>Genetic Diversity: Analysis</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J.-C. Walser, N. Zemp</b>
Kurzbeschreibung	The course offers practical training to masters, doctoral, and postdoctoral students in genomic data management and analysis. The emphasis is specifically on high throughput sequencing applications and data analysis, with a focus on reproducibility and report writing. Theoretical understanding will be aided by exercises, and active participation is encouraged rather than just passively listening.				
Lernziel	The course is divided into several sub-areas. The overall learning objective is to understand the analysis of high throughput molecular sequencing data in a reproducible manner. However, each subfield has specific learning objectives.				
Inhalt	The course Genetic Diversity: Analysis is organised by the Genetic Diversity Centre (GDC). You can find out more about the content directly from the course website ( <a href="https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/">https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/</a> ).				
Skript	Teaching materials and exercises will be made available on the course web site in due course. ( <a href="https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/">https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/</a> )				
Literatur	We will provide links to scientific literature and textbooks.				
Voraussetzungen / Besonderes	Students need to have their own computer and be able to install scientific software. We will provide a list of requirements and links a few weeks before the course starts. More details are available on the course website: <a href="https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/">https://www.gdc-docs.ethz.ch/GeneticDiversityAnalysis/GDA/site/</a> .				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>701-1428-00L</b>	<b>Animal Migration and Research in Field Ornithology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>4P</b>	<b>F. B. Korner-Nievergelt, S. Bauer</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to ornithological field methods with a focus on bird migration. Participants experience bird migration on field excursions and, if possible, participating in ongoing research activities. They learn about the morphology, physiology, energetics, behavior and evolution of bird migration through short lectures, small field research projects and data analysis.				
Lernziel	Students will be able to: - explain the functions of bird migration and its implications for population dynamics and ecological communities - appreciate the biological and evolutionary determinants of bird migration - identify the more common European migrating bird species - choose the appropriate ornithological field and theoretical methods for a given scientific question - interpret information from different data sources (e.g. observations, mark-recapture, data loggers, tracking methods, blood samples, genetics) and evaluate their representativeness and accuracy				

Inhalt	<p>The course consists of lectures, project work and excursions.</p> <p>Lectures:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecology and evolution of bird migration</li> <li>- Migration strategies and orientation</li> <li>- Life cycle of birds (breeding, post-fledging, molting, migration, staging)</li> <li>- Morphological and physiological adaptation to flight</li> <li>- Current challenges and conservation of migrants</li> </ul> <p>Practicals (Excursions and project work):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction of field methods: counting and identifying migrating birds, bird catching and marking, morphological measurements in live birds.</li> <li>- Introduction to commonly used data analyses methods for the study of migration.</li> <li>- Short research projects in small groups. Students analyse data sets provided by the Swiss Ornithological Institute, or they can formulate their own questions and collect new data. Data is analyzed, interpreted, and results are presented orally.</li> </ul>
Skript	<a href="https://silkebauer.github.io/ETH_course/index.html">https://silkebauer.github.io/ETH_course/index.html</a>
Literatur	See script
Voraussetzungen / Besonderes	<p>General ecological concepts</p> <p>Basics in statistical data analyses and working with R</p> <p>Specific preparations for the course will be communicated to the participants. Examples of earlier courses, see <a href="https://silkebauer.github.io/ETH_course/index.html">https://silkebauer.github.io/ETH_course/index.html</a></p>

Kompetenzen	<p>The course will start with two preparatory days at the Swiss Ornithological Institute in Sempach (LU). The main part of the course will take place at La Barmaz and Col de Bretolet, the field station of the Swiss Ornithological Institute. Basic accommodation including breakfast and dinner in La Barmaz.</p>		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

<b>701-1432-00L</b>	<b>Ecology Lab: Field Course</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Kempel, A. C. Risch</b>
Kurzbeschreibung	Fünftägiger Blockkurs im Engadin: Einführung in die Ökologie des Schweizerischen Nationalparks. Diskussion aktueller Forschungsarbeiten im Schweizerischen National Park und seiner Umgebung. Während 2,5 Tagen werden Felderhebungen, Feldmessungen und Auswertungen durchgeführt. Die Arbeiten werden mit einer Präsentation abgeschlossen.				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen in der Versuchsplanung und des Stichprobendesigns für die Erhebung ökologischer, populationsbiologischer und vegetationskundlicher Daten. Im Workshop wird der Weg von der Fragestellung bis zur auf datenbasierten Berichtsgestaltung bzw. Berichterstattung geübt.				
Inhalt	<p>Tag 1: Anreise; Exkursion Schweizerischer Nationalpark</p> <p>Tag 2: Inputvortrag Versuchsplanung, Planung eines eigenen Projekts in kleinen Gruppen (2 Personen)</p> <p>Tag 3: Datenerhebung für Projekt</p> <p>Tag 4: Inputvortrag Auswertung, Auswertung der eigenen Daten, Erstellen einer Präsentation</p> <p>Tag 5: Präsentationen, Diskussion, Feedback, Heimreise</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Die Kursgebühr von ca. CHF 230 muss von den Teilnehmenden übernommen werden. Die Einzahlung muss bis 8. April 2024 erfolgt sein - Informationen zum Konto werden an die eingeschriebenen Personen versandt. Die Teilnehmerzahl ist auf 14 beschränkt.</p> <p>Unterkunft: Hotel Bär &amp; Post, Zernez.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ▶▶▶ Fachkenntnisse zur biologischen Vielfalt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
551-0216-00L	Mykologischer Feldkurs	W	3 KP	5P	R. Berndt, M. A. Garcia Ojalora

Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Arten- und Formenvielfalt der Asco- und Basidiomyceten bei mehreren Tagesexkursionen und durch die Bearbeitung der Funde im Labor kennen. Sie lernen, wie man Pilze für wissenschaftliche Zwecke sammelt, mikroskopiert und bestimmt. Die Teilnehmer/innen erhalten zudem eine theoretische Einführung in die behandelten Pilzgruppen und die Praxis der Pilzmikroskopie.		
Lernziel	Erwerb von Artenkenntnis bei Pilzen. Sammeln, Dokumentieren und Herbarisieren von Pilzen für wissenschaftliche Zwecke. Methoden der Pilzmikroskopie. Umgang mit mykologischer Bestimmungsliteratur. Erlernen der bestimmungswichtigen makroskopischen und mikroskopischen Merkmale der Pilze und der notwendigen Fachterminologie.		
Inhalt	Einführung in die Systematik der Asco- und Basidiomyceten. Exkursionen zum Kennenlernen von Pilzen am Standort. Untersuchung und Bestimmung der Funde im Kursraum. Makroskopische und mikroskopische Merkmale von Lichenisierten Pilzen (Flechten), Basidiomyceten, Grossgruppen der pflanzenparasitischen Pilze (v. a. Rostpilze).		
Skript	Kursunterlagen werden abgegeben		
Literatur	Spezialliteratur für die Bestimmung wird bereitgestellt.		
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs ist auf maximal acht Teilnehmende beschränkt. Schriftliche definitive Anmeldung bei den Dozierenden erforderlich. Voraussetzung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lesen vor dem Kurs das Kurskriptum u/o ausgewählte Lehrbuchkapitel (nach Vereinbarung) und erarbeiten sich die für den Kurs erforderlichen mykologischen Basiskenntnisse. Fahrkosten von ca. 100-150 CHF (mit Halbtax) fallen für die Exkursionen an.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert

### ▶▶ Semesterarbeit und Seminar

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1461-00L	<b>Ecology and Evolution: Seminar ■</b> <i>Given that this course is a direct continuation of (and structurally entwined with) the "Ecology and Evolution: Term Paper" course of the preceding autumn semester, successful completion of the latter is a requirement for this course.</i>	O	3 KP		T. Städler, S. Bonhoeffer, T. Crowther, A. Hall, J. Hille Ris Lambers, J. Jokela, G. Velicer, A. Widmer
Kurzbeschreibung	The organization and functioning of academic research as well as academic publishing are introduced and applied: students critically review two term papers written by their student colleagues. Based on the reviews, the authors of the papers write reply letters and revise their own term papers. They finally present their topic during an in-house "mini-conference" with a talk.				
Lernziel	Students become familiar with the academic peer-review and publishing process They learn to evaluate the quality of a manuscript and formulate constructive criticism They learn to deal with criticism of their own work (by their student peers) They practise oral presentations and discussions in English				
Inhalt	The organization and functioning of academic research as well as academic publishing are introduced and applied: students critically review two term papers written by their student colleagues. Based on the reviews, the authors of the papers write reply letters and revise their own term papers. They finally present their topic during an in-house "mini-conference" with a talk.				
Skript	none				
Voraussetzungen / Besonderes	Participation requires successful completion of "Ecology and Evolution: Term Paper" of the previous semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert gefördert gefördert gefördert

### ▶▶ Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-0290-01L	<b>Seminar in Microbial Evolution and Ecology (FS)</b>	Z	0 KP	2S	G. Velicer
Kurzbeschreibung	Seminar of the Institute of Integrative Biology. Postdoctoral and doctoral researchers and occasional guest speakers share results from their current research.				
Lernziel	Seminar of the Institute of Integrative Biology. To gain exposure to current research being performed in the institute and other local institutions, primarily in the areas of microbial ecology and evolution and host-pathogen interactions.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>701-1414-00L</b>	<b>Evolutionary Biology: Field Course</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3P</b>	<b>J. Jokela, B. Matthews</b>
	<i>Maximale Teilnehmerzahl: 12 Es müssen mindestens 6 Studierende teilnehmen, damit die LV durchgeführt wird.</i>				
Kurzbeschreibung	Field course: Students develop a scientific question of their choice to a field project, collect the data to address the question, and report their results in a presentation and write a scientific report.				
Lernziel	This field course aims at developing research skills in Population and Evolutionary Biology.				
	Students carry out small research projects in groups and relate their observations to concepts. They develop a scientific question of their choice to a field project, collect the data to address the question, analyse the results and present their results in a seminar and write a scientific report.				
Inhalt	Field course: Course takes place in June (03. - 07.06.2024). Students work in small groups. Course supervisors provide materials and tutoring during the project development. Basic skills of ecology, taxonomy and statistics are needed.				
Skript	None				
Literatur	Will be distributed				
Voraussetzungen / Besonderes	Number of participants is limited. Course in two languages (German / English)				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
		Analytische Kompetenzen			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
		Kommunikation			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
Kritisches Denken				gefördert	
Integrität und Arbeitsethik				gefördert	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				gefördert	
Selbststeuerung und Selbstmanagement				gefördert	
<b>701-1446-00L</b>	<b>Forest and Landscape Conservation and Management W (Field Course)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>J. Ghazoul, T. Crowther</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Priority is given to Master students in Environmental Sciences with the Majors Forest and Landscape Management, Ecology and Evolution, and the Environmental Systems and Policy. PhD students in Environmental Sciences count also as target group.</i>				
Kurzbeschreibung	Landscape restoration and conservation is subject to biophysical, socio-economic, and political constraints, demanding socio-ecological systems understanding. Drawing on existing initiatives, and the perspectives of a range of stakeholders, students will explore how restoration might be implemented across social and environmental priorities in Scotland, a country undergoing rapid landscape change.				
Lernziel	Specific learning objectives include: Natural science focus 1. Experience different management approaches to restoration, and evaluate their social and environmental costs and benefits. 2. Identify important biophysical components and their dynamics, and consider how they can be objectively measured. 3. Identify ecological and biophysical interactions and constraints across landscapes, and consider how these can be managed given conservation/restoration objectives. 4. Understand risks and uncertainties of conservation and restoration actions, and how these are perceived by different actors. 5. Evaluate how technologies might inform the implementation of restoration. Social science focus 6. Identify alternative visions for future landscapes across different stakeholder groups, given differing stakeholder perspectives and priorities. 7. Consider how values are attributed to natural resources or landscape elements, as perceived by different stakeholders. 8. Identify conflicts that arise, and how these are addressed across different stakeholder interests. 9. Explore how alternative governance structures influence restoration decision making pathways. 10. Consider financial mechanisms to leverage funding for restoration projects. Integrative focus 11. Construct conceptual models of socio-ecological systems. 12. Develop and evaluate ecosystem management strategies using a multi-functional landscape approach.				

Inhalt	<p>Students will visit multiple sites and programmes that are implementing different forms of conservation and restoration objectives. These cases encompass different scales, priorities, land uses, and governance structures. Students will collect information and data from a variety of stakeholders, sources, and settings, and use this information to build a socio-ecological systems understanding of conservation and restoration in Scotland. Students will be responsible for running interviews, and securing the further qualitative and quantitative information they need for a systems modelling approach.</p> <p>Proposed field excursion schedule included in the Annex.</p> <p>Related videos:  Conservation Management (student reflections on earlier field course in Scotland)  Living Landscapes in the Scottish Highlands (provides context)</p>				
Literatur	<p>A full literature list will be provided, but key references include:</p> <p>Beckert, M., et al. (2016). Of trees and sheep: Trade-offs and synergies in farmland afforestation in the Scottish Uplands.  Burton, V., et al. (2019). "Green Gold to Wild Woodlands; understanding stakeholder visions for woodland expansion in Scotland." <i>Landscape Ecology</i> 34(7): 1693-1713.  Duckett, D., et al. (2016). "Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland." <i>Landscape and Urban Planning</i> 154: 44-56.  Fischer, A. and K. Marshall (2010). "Framing the landscape: Discourses of woodland restoration and moorland management in Scotland." <i>Journal of Rural Studies</i> 26(2): 185-193.  Hobbs, R. (2009). "Woodland restoration in Scotland: Ecology, history, culture, economics, politics and change." <i>Journal of Environmental Management</i> 90(9): 2857-2865.  Munoz-Rojas, J., et al. (2015). "Synergies and conflicts in the use of policy and planning instruments for implementing forest and woodland corridors and networks; a case study in NE Scotland." <i>Forest Policy and Economics</i> 57: 47-64.  Thomas, H. J. D., et al. (2015). "Towards a research agenda for woodland expansion in Scotland." <i>Forest Ecology and Management</i> 349: 149-161.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students should have taken the following courses:  Conservation and Restoration (Crowther, Ghazoul, Maynard) – Bachelor  Foundations of Ecosystem Management (Ghazoul, Dray) – Master  Other relevant courses from the Masters programme include Multifunctional Forest Management, Landscape Modelling of Biodiversity, Policy and Economics of Ecosystem Services, Environmental Governance.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>701-1480-00L</b>	<b>Evolutionary Developmental Biology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. La Fortezza</b>
Kurzbeschreibung	<p>Students will be introduced to fundamental concepts and current open questions in the field of evolutionary developmental biology (Evo-Devo) primarily through reading, analysing and jointly discussing key literature.</p>				
Lernziel	<p>The course aims to expose students to major conceptual themes of the Evo-Devo field through discussion of key papers and to active areas of current Evo-Devo research. At the end of the course, students should be able to present, think critically about and discuss key Evo-Devo concepts.</p>				
Inhalt	<p>Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) is a multidisciplinary field that studies the interplay between developmental and evolutionary processes. Major questions include: How do developmental systems evolve and diversify? Do developmental programs influence their own future evolution, and how? How does ecology affect the evolution of developmental programs, and vice versa? Fascinating and experimentally challenging, Evo-Devo first empirically emerged from comparative embryology. However, in recent decades this discipline has grown considerably to interconnect with many other fields, from genetics to sociobiology to microbiology. The course will examine questions such as those above and touch on the ongoing inter-disciplinary integration of Evo-Devo, including its interface with ecology ("Eco-Evo-Devo") and the integration of aggregative microbial developmental systems into the field.</p>				
Literatur	<p>Relevant literature:</p> <p>Müller, G. (2007). Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. <i>Nature Reviews Genetics</i> 8, 943-949.  <a href="https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219">https://dx.doi.org/10.1038/nrg2219</a></p> <p>Abouheif, E., et al (2014). Eco-evo-devo: the time has come. <i>Advances in experimental medicine and biology</i> 781, 107-25.  <a href="https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6">https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7347-9_6</a></p> <p>Moczek, A et al (2015). The significance and scope of evolutionary developmental biology: a vision for the 21st century. <i>Evolution &amp; development</i> 17, 198-219. <a href="https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125">https://dx.doi.org/10.1111/ede.12125</a></p> <p>Gilbert, S. (2019). Evolutionary transitions revisited: Holobiont evo-devo. <i>Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution</i> 12, 117762501877479 - 8. <a href="https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903">https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22903</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Significant basic knowledge in especially evolutionary biology and developmental biology, and also cell biology and genetics, will be advantageous for readily understanding the course material.</p>				
<b>701-1604-00L</b>	<b>Wildtierökologie und -management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Graf, C. Signer, S. Suter</b>
	<p><i>Die Zahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt.</i>  <b>HINWEIS: Alle Studierende werden auf die Warteliste gesetzt.</b></p>				



Kurzbeschreibung	In Mitteleuropa leben Wildtiere und Menschen in enger Nachbarschaft, was zu Nutzungskonflikten führt. In diesem Spannungsfeld sucht Wildtiermanagement nach praxistauglichen Lösungen. Die Studierenden lernen die Grundprinzipien des Wildtiermanagements kennen. In ausgewählten Fallbeispielen vertiefen sie die Systemkenntnis und die Faktoren, welche den Prozess der Lösungsfindung beeinflussen.		
Lernziel	In diesem Modul erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse des Wildtiermanagements und ausgewählter Konflikte zwischen Wildtieren und Nutzungsinteressen des Menschen. Die Studierenden können... <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Wildtier-Mensch-Konflikten ablaufende Prozesse sowie die zu Grunde liegenden biologischen und ökologischen Faktoren beurteilen.</li> <li>• die Perspektiven der beteiligten «Stakeholder» integrieren.</li> <li>• adäquate Ziele und Massnahmen im Rahmen der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren.</li> <li>• Konzepte erstellen, um die Wirksamkeit umgesetzter Massnahmen zu prüfen.</li> </ul>		
Inhalt	Wildtiermanagement ist ein Steuerungsprozess zum Lösen von Aufgaben und Problemen mit Bezug zu Wildtieren und ihren Lebensräumen. Es bewegt sich im Überschneidungsbereich von Ökologie, Naturschutzbiologie sowie wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen. In theoretischen Referaten, Fallbeispielen und drei Feldexkursionen werden die Studierenden die Schritte eines kompletten Wildtiermanagement-Zyklus reflektieren, von der Problemanalyse über die Definition der Ziele und adäquater Massnahmen bis zur Wirkungskontrolle. Dieses Modul beinhaltet zwei Semesterwochenstunden im Frühlingsemester und drei ganztägige Exkursionen während oder nach dem Semester. Auf Grund logistischer Aspekte in den Exkursionen wird die maximale Zahl der Studierenden auf 25 beschränkt. Die Selektion basiert auf der Basis "first come, first served" unter den Studierenden, welche die Voraussetzungen erfüllen.		
	Woche Thema 1 Einführung Wildtiermanagement 2 Biologie und Ökologie des Wildschweins 3 Wildschweinmanagement 4 Ökologie und Management des Bibers 5 Wald-Wildtier Interaktionen I 6 Ökologie und Management des Rothirschs 7 Wald-Wildtier Interaktionen II 8 Diskussion Grossraubtiere 9 Konfliktmanagement im WTM / Zukunft der Jagd in der Schweiz 10 Technischer Fortschritt im Wildtiermonitoring (Fotofallen, Bioakustik, Telemetrie) 11 Wildtiere und Freizeitaktivitäten 12 Ökologische Infrastruktur, Wildtierkorridore und Prävention von Wildtierunfällen im Verkehr 13 Nationale Wildtierinventare (Säugetieratlas, Rote Liste, etc.) und zukünftige Herausforderungen im Wildtiermanagement		
Literatur	Robin K., Graf R.F., Schnidrig R. 2017. Wildtiermanagement – eine Einführung. Haupt-Verlag, Bern		
Voraussetzungen / Besonderes	Die Inhalte der folgenden BSc-Lehrveranstaltungen werden für die Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung vorausgesetzt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Dendrologie</li> <li>• Waldökologie</li> <li>• Landschaftsökologie</li> <li>• Ökologie der Wirbeltiere</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>701-1606-00L</b>	<b>Advanced Forest Entomology and Pathology</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V</b>	<b>M. Gossner, S. Prospero</b>
Kurzbeschreibung	The course builds up on the Bachelor course Entomology and Pathology. The basics of the ecology, function, importance and management of insects and pathogens (in particular fungi) in forests are deepened and illustrated with examples from research. In addition to general aspects of forest health with regard to native and invasive species, applied and methodological aspects are also addressed.				
Lernziel	The course has the following learning objectives: 1) To deepen the general knowledge of the ecology, function and importance of insects and pathogens in forests. 2) To understand the most important ecological principles and regulatory mechanisms. 3) To understand the ecological importance of insects and pathogens in forest ecosystems. 4) To understand the role of global change for forest health, forest management and nature conservation measures with regard to insects and pathogens. 5) To become familiar with relevant methodological aspects, including screening for resistance, biological control, pest risk analysis and molecular diagnostics. 6) To understand the importance of interactions between insects, pathogens and trees and their underlying mechanisms. 7) To understand the need for collaboration between the disciplines Entomology and Pathology to address major challenges in forest health.				

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Native pathogens – Advanced ecology, Functions, Management</li> <li>- Native insects - Advanced Ecology, Functions, Management</li> <li>- Invasive pathogens - Impact, Management</li> <li>- Invasive insects - Impact, Management</li> <li>- Population genetics</li> <li>- Urban ecology</li> <li>- Disturbance ecology (Fire, Storms, Drought etc.)</li> <li>- Climate change and Pests and Pathogens</li> <li>- Armillaria root rot</li> <li>- Bark beetle population dynamics</li> <li>- Forest management biodiversity - Nature Conservation</li> <li>- Trophic interactions and foodwebs</li> <li>- Herbivore - pathogen interactions</li> <li>- Chemical ecology to understand mechanisms of trophic interactions</li> <li>- Screening for resistance</li> <li>- Biocontrol</li> <li>- Pest-Risk analyses</li> <li>- Molecular Diagnostics</li> </ul>				
Literatur	Accompanying book to the lecture (not compulsory): Wermelinger B. 2021: Forest Insects in Europe Diversity, Functions and Importance. CRC Press, 365 pp. Tainter FH, Baker FA. 1996. Principles of Forest Pathology. New York: John Wiley & Sons, Inc. 805 pp				
Voraussetzungen / Besonderes	Attendance of the bachelor lecture Entomology and Pathology and general basics in ecology are expected.				
<b>751-5110-00L</b>	<b>Insects in Agroecosystems</b> <i>NB: This course is offered both in the 6th Sem BSc and MSc Agricultural Sciences, the credits can only be accounted for once.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. De Moraes</b> , E. Devers, P. Zu
Kurzbeschreibung	This class will focus on insect-plant interactions in agroecosystems, and how the unique man-made agricultural community effects insect populations leading to pest outbreaks. Key concepts in pest prediction and management will be discussed from an ecological perspective.				
Lernziel	At the end of this course, students will understand what biotic and abiotic factors contribute to pest outbreaks, why some modern pest management techniques have failed over time, and the trade-offs associated with the use of different pest control methods. Our approach will allow students to apply their knowledge to a variety of pest management situations. Additionally, students will learn about current research goals in agroecology and how these goals are being addressed by scientists engaged in agricultural research.				
Inhalt	The focus of this course will be on understanding how the ecologies of agricultural systems differ from natural ecosystems, and how these difference affect the population dynamics of insect pests and natural enemies. Each section of the course is centered around a basic ecological, biological or engineering theme such as host shift, physiological time, or sampling techniques. Different management techniques will be discussed, as well as the ecological basis behind why these techniques work and why they sometimes fail. The role of insects in spreading economically important plant diseases will also be discussed. Recent advances in research will also be addressed throughout the course and reinforced with periodic readings of primary literature.				
Skript	Provided to students through ILIAS				
Literatur	Selected required readings (peer reviewed literature, selected book chapters).				
<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann</b> , M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.				
Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.				
Inhalt	<p>Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.</p> <p>Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.</p> <p>Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.</p> <p>Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>701-1402-00L</b>	<b>E3B seminar series - Ecology, Evolution, Environment Z &amp; Behaviour</b>		<b>0 KP</b>		<b>G. Velicer</b>

Kurzbeschreibung	In the E3B seminar series, leading researchers from institutions around the world in the fields of ecology, evolution, environmental science and behavior speak and respond to questions about their research. The seminar series is co-organized by the Institute of Integrative Biology at ETH Zurich and the Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies at the University of Zurich.		
Lernziel	Primary learning objectives for participation in the E3B seminar series are to i) gain insight into how excellent research in the E3B fields is conceived and conducted by hearing about such research directly from leading scientists in those fields, and ii) gain exposure to cutting-edge topics and knowledge in the E3B fields.		
Inhalt	See <a href="https://www.ieu.uzh.ch/seminars/full_seminar_list.php?seminar=E3B">https://www.ieu.uzh.ch/seminars/full_seminar_list.php?seminar=E3B</a> for the current speaker schedule.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert

## ► Vertiefung in Umweltsysteme und Politikanalyse

### ►► Theoretische Grundlagen der Umweltpolitikanalyse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0758-00L</b>	<b>Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Grundlagen, zentralen Fragestellungen, Analysen der Ökologischen Ökonomik kennen. Im Zentrum steht dabei das Thema Wirtschaftswachstum. Welche Positionen hat die Ökologische Ökonomik dazu? Mit welchen Theorien und Konzepten begründet sie dies insgesamt und in einzelnen ökonomischen Teilbereichen (z.B. Ressourcenverbrauch, Konsum, Arbeitsmarkt, Unternehmen)?				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen und zentralen Fragestellungen der Ökologischen Ökonomik (ÖÖ): z.B. 'pre-analytic vision', Gegenstandsbereich, Entstehung ÖÖ, Beiträge involvierter Disziplinen wie Ökologie oder Politologie, ökologisch-ökonomische Analyse von Themen wie Arbeitsmarkt, Konsum oder Geld. Kritische Analyse von Wachstum und Kennenlernen von Ansätzen zur Reduktion von Wachstumszwängen.				
Inhalt	Was ist Ökologische Ökonomik, was sind die Themen? Gegenstand und Grundlagen der Ökologischen Ö., Ressourcenverbrauch, seine Entwicklung und Messung Messung wirtschaftlicher Leistung und Wohlfahrt, Wirtschaftswachstum, Wachstumskritik und Postwachstumsgesellschaft, Wachstumszwänge in Bereichen wie Konsum, Geld, Unternehmen, Arbeitsmarkt; Ansatzpunkte für Wachstumsunabhängigkeit und Postwachstumsgesellschaft				
Skript	Kein Skript. Folien und Texte werden vorgängig zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Spash, C. L., Ed. (2017). The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Abingdon, Routledge.  Seidl, I. /Zahrnt A. (2010). Postwachstumsgesellschaft. Konzepte für die Zukunft, Marburg, Metropolis  Seidl, I. /Zahrnt A. (2019). Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft, Marburg, Metropolis				
Voraussetzungen / Besonderes	Ausgewählte wissenschaftliche Artikel werden je 1 Woche vor Vorlesung zur Verfügung gestellt Besuch einer Vorlesung zu Umweltökonomie oder anderweitige Grundkenntnisse in Ökonomie (z.B. Matura) vorteilhaft				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>701-0764-00L</b>	<b>Kritische Auseinandersetzung mit dem ökonomischen W Wachstumsparadigma</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1S</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Seminar wird je Veranstaltung ein wissenschaftlicher Artikel gelesen und diskutiert und vorgängig vorbereitet. Die Texte beschäftigen sich eingehend und kritisch mit Wirtschaftswachstum und der Umweltthematik.				
Lernziel	Vertiefte Kenntnis der ökologischen Ökonomik, der ökonomisch-ökologischen Wachstumskritik, der energetisch-materiellen Implikationen von Wachstum, der Konsumkritik und wachstumskritischen Denktraditionen. Lesen und Reflexion wissenschaftlicher Texte.				
Inhalt	Wachstumstheorie, Wachstumsparadigma, Wachstumskritik, Energie, Entropie/Energie, Neoklassik versus Ökologische Ökonomik, Konsumtheorien und Konsumerismus.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnahme am Kurs: 701-0758-00L Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik (parallele oder frühere Teilnahme) oder gute ökologisch-ökonomische oder umweltökonomische Grundkenntnisse				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>701-1580-00L</b>	<b>Environmental and Agricultural Regulation: Law and Governance</b> <i>After 01.03.2024 no registration possible. Target group and waiting list will be invited to the mandatory introduction on 04.03.2024.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V</b>	<b>R. Norer, S. Hug</b>
Kurzbeschreibung	This course first introduces the students to the main features of international environmental law (actors, sources, key concepts, governance structures and institutional frameworks) and gives an overview of its foundational principles and objectives. In addition, particular subject matters such as climate change, flora, fauna and biodiversity and agricultural regulations will be looked at.				
Lernziel	The aim of this course is to make students with a technical scientific background aware of the legal and political context of international environmental and agricultural policy and to give them an understanding of the legal framework surrounding environmental protection and agriculture.				

Inhalt	Topics covered in lectures: 1. Introduction and key concepts 2. Fresh Water Resources 3. Climate 4. Wolves and pasture economy 5. Glyphosate and public participation 6. Int. environmental governance 7. Performance review				
Literatur	What's indispensable? • Selected articles and cases will be made available • Ulrich Beyerlin/Thilo Maruhn, International Environmental Law, Hart Publishing, Oxford 2011  Further Literature: • Lavanya Rajamani and Jacqueline Peel (eds.), The Oxford Handbook of International Environmental Law, Oxford University Press, Oxford 2nd ed 2021 • Brian Jack, Agriculture and EU environmental law, Ashgate 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	No specific pre-existing legal knowledge is required, however all students must have successfully completed "Grundzüge des Rechts" (851-0708-00 V) or "Umweltrecht" (851-0738-04) or must have comparable knowledge.  The course is taught in an interactive way and participation is expected from the students. Participation will be capped at 30 in order to maintain the interactive nature of the classes. All classes, readings, and assignments, are in English. Performance will be assessed through a paper, a short presentation and a short performance review.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
<b>701-1654-00L</b>	<b>Forest Economics and Environmental Valuation</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Olschewski</b>
Kurzbeschreibung	Students learn theoretical concepts and apply practical techniques for the valuation environmental services. They will get to know how these methods can support decisions regarding the optimal allocation of natural resources. Based on national and international case studies, the students will practice what was learned in class by doing practical exercises related to such cases.				
Lernziel	The students should understand the purpose of valuing ecosystem services and the importance in policy formation. Furthermore, they should learn, how people's preferences for ecosystem services can be elicited, and how the concept of economic value can adequately be applied. The participants should be able to apply valuation methods, to recognize the strengths and weaknesses of each approach, and to avoid common mistakes made in valuing ecosystem services.				
Inhalt	This course combines lectures and practical exercises. It consists of analyzing the forest sector, presenting national and international environmental problems and discussing economic approaches to solve them. Besides valuation based on market prices, indirect and direct valuation approaches will be introduced, such as travel-cost, implicit-price and productivity-oriented methods as well as contingent valuation and choice experiments. The theoretical background of these approaches will be explained, and their contribution to an optimal natural resource allocation and to the design of environmental policies will be discussed. Practical exercises will be prepared by the students at home and presented in class.				
Skript	The lecture slides and exercises will be provided in English.				
Literatur	The lecture will be based on parts of the text book: Bergen, V., Löwenstein, W. & Olschewski, R. (2013): Forstökonomie - Ansätze für eine vernünftige Umwelt- und Landnutzung. Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Vahlen Verlag, München. 477 S.  Exercises will be based on the accompanying book: Bergen, V., Löwenstein, W. & Olschewski, R. (2014): Übungsbuch zur Forst- und Umweltökonomie. In: Schriften zur Forst- und Umweltökonomie, Band 39., J.D. Sauerländer's Verlag, Bad Orb. 172 S.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>363-0561-00L</b>	<b>Climate Economics and Finance</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>L. Barrage</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to both conceptual foundations and empirical evidence on the economics of climate change, climate policy design, and financial market responses thereto. It seeks to address questions such as: What are the costs and benefits of competing responses to the climate challenge? What roles can/do financial markets play in facing climate risks?				
Lernziel	After taking this course, students should: - Understand integrated assessment modelling/thinking about the climate, energy markets, and the macroeconomy and be able to run simplified versions of such models in Excel - Know benchmark estimates of the economic impacts of climate change - Understand the trade-offs between different policy and societal responses both conceptually and empirically based on policy practice - Understand how financial markets should be vs. are empirically responding to climate and policy risks				
Inhalt	This course teaches both the core analytic tools and surveys new empirical evidence on the economics of climate change, climate policy, and financial market responses thereto. The first half of the course presents an integrated assessment of the climate, energy markets, and the economy. We build a framework for analyzing the economic impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice. The second part of the course focuses on financial markets. We review relevant core concepts in finance with a focus on asset pricing and use this framework as a basis for thinking about how markets should be responding to climatic and policy risks. We then review empirical evidence on how financial markets appear to be responding in reality with examples such as from housing, equity, and bond markets. At the end of the course, students should have stronger foundations in economics and finance and broad knowledge of the economic and financial risks and opportunities posed by climate change.  Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Skript	Lecture slides will be available on the site of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended (but not required) that students have completed introductory micro- and macroeconomics before taking this class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>363-1076-00L</b>	<b>Accelerating Net-Zero Transitions: Technology, Firms, W and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Knöri, B. Girod, B. Probst</b>

To ensure a seminar-like course with engaged discussions, we would like to keep the course small. Students should provide a short (max. 250 words) motivation statement on why they want to take this elective. Please send it by Friday, 9th February 2024, to [nstolz@ethz.ch](mailto:nstolz@ethz.ch) with the subject line "Motivation Letter - 363-1076-00L".

**Kurzbeschreibung** Explore the multifaceted journey toward net-zero emissions by studying the synergy between cutting-edge climate technologies, corporate strategies, markets, and impactful policy frameworks. Examine case studies and engage in discussions on how technology innovation, corporate actions, and policy decisions intersect to drive sustainable change.

**Lernziel** Goal: Understand how technology, firms, and policy can accelerate the transition towards net zero

- 1.) Firm: Understand the distinct role of firms in scaling climate technology, the role, scope, and stringency of voluntary and mandatory targets, and the differences between companies
- 2.) Technology: Understand the difference between CCUS and CDR and understand the key technologies, their advantages, and drawbacks
- 3.) Policy: Understand the unique role of policy and key pieces of CDR legislation

**Inhalt** We face a climate and sustainability crisis which requires a rapid transition to net-zero emissions by mid-century. However, some hard-to-decarbonise sectors will likely have residual emissions well beyond the middle of this century that must either be removed from the atmosphere or captured at the source. While Carbon Dioxide Removal (CDR) and Carbon Capture and Storage (CCS) technologies and companies exist today, their deployed capacity today is low, and it will be challenging to scale the technologies, infrastructure and industry fast enough to balance a significant share of residual emissions by 2050.

This course will cover the synergies between cutting-edge climate technologies, corporate strategies, markets, and impactful policy frameworks. Students are enabled to answer critical questions such as: What are barriers hindering the diffusion of a certain climate technology? What roles do firms play in scaling climate technologies? What is the difference between CCUS and CDR, and what are key technologies? What role does policy play in the deployment of climate technologies?

The lecture is divided into four parts:

1. Technologies: Introduction to essential frameworks for assessing climate technologies' environmental and economic performance and overview of key technologies for reaching net zero.
2. Role of firms in technology diffusion: Overview of the role of firms in the net-zero transition. What role do voluntary targets play in the transition? What role can different company archetypes play in the diffusion of climate technologies?
3. Role of markets in net-zero transitions: Understanding the role of markets in net zero transitions. What is the difference between compliance and voluntary carbon markets? How do markets potentially accelerate or hinder a fast transition to net-zero? What other markets are relevant for net-zero transitions?
4. Role of policy and politics in net-zero transition: Understanding the need for policy in technology diffusion and net-zero transitions and how policy can support technology diffusion. What is the motivation for policymakers to accelerate climate technology diffusion? Why is CDR legislation central to the diffusion of these technologies?

The list of concepts, tools and techniques applied and discussed in this lecture includes:

- Analytical tools to assess the environmental performance of climate technologies (e.g. Life Cycle-Assessment).
- Economic view on the diffusion of climate technologies.
- Policy view on the diffusion of climate technologies.
- Evolutionary perspective (e.g. technological learning).
- Relevant environmental policies (e.g. standards, labels, carbon pricing).
- Relevant market-based approaches (e.g. voluntary vs. compliance markets).
- Techniques for convincing presentations (e.g. TED-style presentation).

**Skript** Handout and exercises will be available on electronic platform.

**Literatur** Relevant literature will be available on electronic platform.

**Voraussetzungen / Besonderes** Interest in sustainability and climate action.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken
	Kritisches Denken		geprüft
	Integrität und Arbeitsethik		geprüft
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		

**364-0576-00L** **Advanced Sustainability Economics** **W** **3 KP** **3G** **E. Komarov, A. Minabutdinov**  
*PhD course, open for MSc students*

**Kurzbeschreibung** The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.

**Lernziel** Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.

Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksei Minabutdinov ([aminabutdinov@ethz.ch](mailto:aminabutdinov@ethz.ch)) if they would like to attend.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		
			Kritisches Denken		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>752-2121-00L</b>	<b>Consumer Behaviour II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Siegrist, A. Berthold</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung. Ausgewählte Themen werden vertieft behandelt.				
Lernziel	In diesem Kurs werden wichtige Konzepte und Theorien behandelt, welche für eine Beschreibung und Erklärung des Konsumentenverhaltens wichtig sind. Im Gegensatz zur Vorlesung Consumer Behavior I wird nicht ein Überblick über das ganze Forschungsgebiet gegeben, sondern ausgewählte Themen werden ausführlich behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf den Entscheidungsprozessen, Beeinflussungsmöglichkeiten, Forschungsansätzen und Marktsegmentierung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>752-2123-00L</b>	<b>Risk Awareness, Risk Acceptance and Trust</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an overview about risk perception and acceptance of new technologies. In addition, the most important findings of the research related to decisions under uncertainty are presented.				
Lernziel	Students know the most important theoretical approaches in the domains of risk perception and acceptance of new technologies. Furthermore, students understand the paradigms and the research results in the domain of decision making under uncertainty.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>860-0022-00L</b>	<b>Complexity and Global Systems Science</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Helbing, C. Carissimo, A. Musso</b>
	<i>Prerequisites: solid mathematical skills.</i>				
	<i>Particularly suitable for students of D-ITET, D-MAVT and ISTP</i>				
Kurzbeschreibung	This course discusses complex techno-socio-economic systems, their counter-intuitive behaviors, and how their theoretical understanding empowers us to solve some long-standing problems that are currently bothering the world.				
Lernziel	Participants should learn to get an overview of the state of the art in the field, to present it in a well understandable way to an interdisciplinary scientific audience, to develop models for open problems, to analyze them, and to defend their results in response to critical questions. In essence, participants should improve their scientific skills and learn to think scientifically about complex dynamical systems.				
Inhalt	This course starts with a discussion of the typical and often counter-intuitive features of complex dynamical systems such as self-organization, emergence, (sudden) phase transitions at "tipping points", multi-stability, systemic instability, deterministic chaos, and turbulence. It then discusses phenomena in networked systems such as feedback, side and cascading effects, and the problem of radical uncertainty. The course progresses by demonstrating the relevance of these properties for understanding societal and, at times, global-scale problems such as traffic jams, crowd disasters, breakdowns of cooperation, crime, conflict, social unrests, political revolutions, bubbles and crashes in financial markets, epidemic spreading, and/or "tragedies of the commons" such as environmental exploitation, overfishing, or climate change. Based on this understanding, the course points to possible ways of mitigating techno-socio-economic-environmental problems, and what data science may contribute to their solution.				
Skript	"Social Self-Organization Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior" Helbing, Dirk ISBN 978-3-642-24004-1				

Literatur Philip Ball  
Why Society Is A Complex Matter  
<https://www.springer.com/gp/book/9783642289996>

Globally networked risks and how to respond  
Nature: <https://www.nature.com/articles/nature12047>

Global Systems Science and Policy  
<https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214>

Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications  
<https://www.springer.com/gp/book/9783540752608>

Further links:  
<http://global-systems-science.org>  
<http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf>  
[http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS\\_SynthesisPaper\\_070613\\_final.pdf](http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf)

Voraussetzungen /  
Besonderes Further literature will be recommended in the lectures.  
Mathematical skills can be helpful.  
Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.  
Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► Modellierung und statistische Analyse

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1252-00L	<b>Climate Change Uncertainty and Risk: From Probabilistic Forecasts to Economics of Climate Adaptation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>D. N. Bresch, R. Knutti</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces the concepts of predictability, probability, uncertainty and probabilistic risk modelling and their application to climate modeling and the economics of climate adaptation.				
Lernziel	Students will acquire knowledge in uncertainty and risk quantification (probabilistic modelling) and an understanding of the economics of climate adaptation. They will become able to construct their own uncertainty and risk assessment models (in Python), hence basic understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course.				
Inhalt	<p>The first part of the course covers methods to quantify uncertainty in detecting and attributing human influence on climate change and to generate probabilistic climate change projections on global to regional scales. Model evaluation, calibration and structural error are discussed. In the second part, quantification of risks associated with local climate impacts and the economics of different baskets of climate adaptation options are assessed leading to informed decisions to optimally allocate resources. Such pre-emptive risk management allows evaluating a mix of prevention, preparation, response, recovery, and (financial) risk transfer actions, resulting in an optimal balance of public and private contributions to risk management, aiming at a more resilient society.</p> <p>The course provides an introduction to the following themes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) basics of probabilistic modelling and quantification of uncertainty from global climate change to local impacts of extreme events</li> <li>2) methods to optimize and constrain model parameters using observations</li> <li>3) risk management from identification (perception) and understanding (assessment, modelling) to actions (prevention, preparation, response, recovery, risk transfer)</li> <li>4) basics of economic evaluation, economic decision making in the presence of climate risks and pre-emptive risk management to optimally allocate resources</li> </ol>				
Skript	Powerpoint slides will be made available.				
Literatur	Many papers for in-depth study will be referred to during the lecture. For the exercises the CLIMADA platform- <a href="https://wcr.ethz.ch/research/climada.html">https://wcr.ethz.ch/research/climada.html</a> - will be (extensively) used.				

Voraussetzungen / Besonderes	Hands-on experience with probabilistic climate models and risk models will be acquired in the tutorials; hence good understanding of scientific programming forms a prerequisite of the course, in Python (teaching language, object oriented) or similar. Basic understanding of the climate system, e.g. as covered in the course 'Klimasysteme' is required.				
Kompetenzen	Examination: graded tutorials during the semester (benotete Semesterleistung)				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Menschenführung und Verantwortung	gefördert			
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert			
	Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft			
	Kreatives Denken	geprüft			
	Kritisches Denken	geprüft			
	Integrität und Arbeitsethik	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			
<b>701-1522-00L</b>	<b>Multi-Criteria Decision Analysis</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Lienert</b>
Kurzbeschreibung	This introduction to "Multi-Criteria Decision Analysis" combines prescriptive Decision Theory (Multi-Attribute Value and Utility Theory) with practical application and computer-based decision support systems. Aspects of descriptive (behavioral) Decision Theory (psychology) are introduced. Participants apply the theory to an environmental decision problem (group work).				
Lernziel	The main objective is to learn "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT) and apply it step-by-step to an environmental decision problem. Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) is shortly introduced. At the end, participants should be able to carry out MCDA on their own, in research projects and in practice (e.g., working as consultant). The participants learn how to structure complex decision problems and break them down into manageable parts. An important aim is to integrate the objectives and preferences of different decision-makers or stakeholders. The participants will practice how to elicit subjective (personal) preferences from stakeholders with structured interviews. They will learn to include uncertainty in decision models and test assumptions with sensitivity analyses. Participants should have an understanding of people's limitations to decision-making, based on insights from descriptive Decision Theory. They will use formal computer-based tools to integrate "objective / scientific" data with "subjective / personal" preferences to find consensus solutions that are acceptable to different stakeholders.				
Inhalt	<p><b>GENERAL DESCRIPTION</b></p> <p>Multi-Criteria Decision Analysis is an umbrella term for a set of methods to structure, formalize, and analyze complex decision problems involving multiple objectives (aims, criteria), many different alternatives (options, choices), and different stakeholders which may have conflicting preferences. Uncertainty (e.g., of environmental data) adds to the complexity of environmental decisions. MCDA helps to make decision problems more transparent and guides stakeholders into making rational choices. Today, MCDA-methods are being applied to many complex decision situations. This class is designed for participants interested in transdisciplinary approaches that help to better understand real-world decision problems and that contribute to finding sustainable solutions. The course focuses on "Multi-Attribute Value Theory" (MAVT). It gives a short introduction to "Multi-Attribute Utility Theory" (MAUT) and behavioral Decision Theory, the psychological field of decision-making.</p> <p><b>STRUCTURE</b></p> <p>The course consists of a combination of lectures, exercises and discussion in the class, exercises in small groups, and reading. Some exercises are computer assisted, applying the ValueDecisions app, a browser-based MCDA software in a user-friendly R-shiny interface. For the analyses, participants need a laptop. The participants will choose an environmental case study to work on in small groups throughout the semester. They will summarize this work in a graded report. Additional reading of selected sections in the textbook Eisenführ et al. (2010) is required to understand the theory. Participants' individual learning of MCDA will be tested in one mandatory quiz.</p> <p><b>GRADING</b></p> <p>The grade for the course is determined by one mandatory quiz at a fixed date that is individually completed during class (30%) and a semester-long group project with a final written group report to be delivered at the end of the semester (70%). There is no possibility to repeat the quiz! If participants miss the mandatory quiz, it is graded 1.</p> <p>Last cancellation / deregistration date for this graded semester performance: second Tuesday in March! Please note that after that date no deregistration will be accepted and the course will be considered as "fail" / unsatisfactory grade.</p>				
Skript	No script (see below)				
Literatur	Theory is supported by reading selected sections in: Eisenführ, Franz; Weber, Martin; and Langer, Thomas (2010) Rational Decision Making. 1st edition, 447 p., Springer Verlag, ISBN 978-3-642-02850-2.				
	Additional reading material will be recommended during the course. Lecture slides will be made available for download.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course requires some understanding of (basic) mathematics. The "formal" parts are not too complicated and we will guide students through the mathematical applications and use of the ValueDecisions app (software). Participants should bring their own laptop (let us know if this is not possible).				
Kompetenzen	The course is limited to 30 participants (first come, first served).				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
	Kritisches Denken	geprüft			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert			



<b>701-1674-00L</b>	<b>Spatial Analysis, Modelling and Optimisation</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. A. M. Niederhuber, V. Griess, A. Semiao Ramos Cordeiro Dias</b>
	<i>Voraussetzung: Teilnahme an der Lehrveranstaltung 701-0951-00L "GIS - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien" oder eine gleichwertige Vorbildung.</i>				
Kurzbeschreibung	Problems encountered in forest- and landscape management often have a spatial dimension. Methods and technics of geoinformation sciences GIS and/or optimization give support to identify good solutions. Students learn to conceptualize, implement and combine I) spatial analysis & modeling of geodata and, II) optimization techniques, based on theoretical inputs and practical work on small projects.				
Lernziel	Understand, search for, and manage various types of geospatial data; Carry out conceptual data modelling for a spatial and/or optimisation problem and translate it into a tangible form within a GIS software; Conceptualize spatial and/or optimisation problems and design a workflow that transitions from "data processing" through "advanced spatial analysis" to "presentation of results"; Implement such a workflow in standard GIS and/or optimisation software, verify and validate the procedures, then present the final results.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge and skills equal those of the course "GIS - Einführung in die räumliche Informationswissenschaften und Technologien"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>752-2110-00L</b>	<b>Multivariate Statistical Analysis ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Hartmann, A. Bearth</b>
Kurzbeschreibung	Es wird in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Lernziel	Studierenden lernen multivariate Analysemethoden anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren, durch Theorie und Übung.				
Inhalt	In der Lehrveranstaltung werden die theoretischen und auswertungstechnischen Grundlagen der multivariaten Analysemethoden vermittelt, die in den Bereichen Lebensmittelsensorik, Verbraucherverhalten und Umweltwissenschaften verbreitet eingesetzt werden. Damit die Studierenden über die erforderlichen Grundlagen verfügen, werden sie zu Beginn der Veranstaltung in die Logik des Signifikanztests, in die Datenexploration und in die Anwendung des Statistikprogramms SPSS eingeführt. Die folgende Analysemethoden werden behandelt: die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und die Varianzanalyse. Theoretische Vorlesungen werden abgewechselt mit Übungen am Computer, wobei die Daten mit Hilfe des SPSS analysiert und die Ergebnisse interpretiert werden.				
Literatur	Field, A. (2013). Discovering Statistics Using SPSS (4th edition). Sage Publications. ISBN: 1-4462-4918-2 (and any other edition)				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs wird auf English gehalten. Dieser Kurs wird im Hörsaal stattfinden.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

## ►► Anwendungen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>701-1502-00L</b>	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Stauffacher, F. Knaus, B. Vienni Baptista</b>
	<p><i>Number of participants limited to 25. Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</i></p> <p><i>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society.</p> <p>In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne.</p>				
Lernziel	<p>Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.</p>				
Inhalt	<p>The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered. The following people coach and support the students in the 2024 case study:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)</li> <li>• Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)</li> </ul> <p>During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller</li> </ul> <p>Advisory group: We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab). If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.</p> <p>Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch</p> <p>Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"</p> <p>The following parallel course is the perfect complement to the tdCS: 701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools" Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.</p>				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1562-00L</b>	<b>Principles of Management for Sustainability</b>	<b>O</b>	<b>6 KP</b>	<b>4P</b>	<b>A. Patt, E. Lieberherr</b>
Kurzbeschreibung	<p>The course will proceed through a series of management concepts that will be applied to environmental case studies. Students will engage in individual and group work to practice the art of effective management, recommending a course of action for the individual and organization that is the subject of each case, gaining valuable insights into environmental management.</p>				

Lernziel	- Identify the facts, assumptions, theories, and social constructions guiding the management of organizations and decision-making to a range of environmental and natural resource policy problems. - Recognize key institutional and interpersonal challenges in management and decision-making situations. - Design communication and decision-making processes that can work effectively in the context of stakeholder worldviews and perspectives. - Conduct qualitative and quantitative analysis of value to decision-makers, and communicate that in a manner that is clear and effective. - Consider broader policy issues applicable across the cases, such as the appropriate roles of public, non-profit, and private sector organizations, the decentralization of authority, and possible societal pathways towards sustainability.		
Inhalt	The course will cover a range of environmental problem areas, include land conversion, water quality, air quality, climate change, and energy. Across these issues, cases will engage students in confronting particular management decisions needing to be made by individuals and organizations, primarily in the public and non-profit sectors, but also in private sector firms.		
Voraussetzungen / Besonderes	It would be desirable, but not essential, that students had already taken a course on policy analysis and modeling.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft

<b>701-1571-00L</b>	<b>Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools</b> <i>The course is especially recommended for, but not restricted to, students considering to enroll in the Transdisciplinary case study (tdCS) (701-1502-00L).</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Vienni Baptista, S. Hoffmann</b>
Kurzbeschreibung	Meeting environmental and societal challenges requires responses that integrate a wide range of perspectives from different disciplines (i.e., interdisciplinary integration), as well as from science, policy and practice (i.e., transdisciplinary integration). Drawing on case studies, students will explore concepts, methods and tools of integration in a hands-on experiential setting.				
Lernziel	The course advances students subject- and method-specific competencies to analyse complex environmental and societal problems in order to design effective policy- and/or practice-oriented research projects or programs to address them. Integration, in this course, is an integral part of inter- and transdisciplinary research. It implies the co-production and synthesis of different knowledges, perspectives, insights, interests, expectations and collaborative approaches towards a problem and its potential solutions. It is a fundamental process in research when collaborating across scientific disciplines (e.g., natural and social sciences) and thematic fields (e.g., policy analysis) and working at the interface between science, policy and practice. The course offers a hands-on experiential setting together with empirical cases situated at that interface.				
	At the end of the course students are able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand and apply concepts of interdisciplinary and transdisciplinary integration, distinguish different dimensions and explain basic principles.</li> <li>• Apply different methods and tools of integration to complex environmental and societal problems and discuss their strengths and weaknesses, potentials and limitations.</li> <li>• Reflect on researchers' diverse roles in integration processes and discuss personal competencies and expertises needed to fulfill these roles.</li> <li>• Assess challenges and opportunities in designing, planning and implementing an integration process and generating an integrated output.</li> </ul>				
Inhalt	The course focuses on:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepts of interdisciplinary and transdisciplinary integration (i.e. process, output, one-sided, mutual) across different scientific communities (science of team science, integration and implementation science, science and technology studies, transformative research).</li> <li>• Dimensions (i.e. strategic, cognitive, social, emotional, spatial, temporal) and principles of integration (i.e. design integrative process, form diverse group, forge robust social bonds, create boundary objects, etc.).</li> <li>• Indicators (i.e. qualitative and quantitative) for assessing integration processes and integrated outputs.</li> <li>• Methods and tools of integration (e.g. Theory of Change, Nomadic concepts, Common conceptual framework, Joint research questions, etc.).</li> <li>• Researchers' roles in integration processes at the interface between science, policy and practice.</li> <li>• Personal competencies (e.g. flexibility, creativity, humility, persistence, patience, etc.) and expertise in integration (i.e. contributory expertise, interactional expertise, referred expertise).</li> </ul> <p>To approach these topics students will work on specific tasks within a diversity of case studies to gain hands-on experience on inter- and transdisciplinary integration. Cases lie at the interface between science, policy and practice targeting interdisciplinary and transdisciplinary integration (including humanities and social sciences). Experts from different research projects or programs will be invited to share insights from selected case studies, for example: innovative resource-oriented water and sanitation systems (WINGS), sustainable water management (NRP61), transformation of pesticide governance (TRAPEGO), integrated assessment models for sustainable development (DIAMOND), design and discovery of novel materials for energy harvesting (INTERSECTIONS), coordinated interactions between the Swiss society and the energy system (COSI).</p>				

Literatur Mandatory reading

Concepts and theories

- Pohl, C., Klein, J.T., Hoffmann, S., Mitchell, C., Fam, D. (2021) Conceptualising transdisciplinary integration as a multidimensional interactive process, *Environmental Science & Policy*, Volume 118, Pages 18-26, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.005>
- Vienni-Baptista, B., Fletcher, I., Lyall, C. Pohl, C. (2022) Embracing heterogeneity: Why plural understandings strengthen interdisciplinarity and transdisciplinarity, *Science and Public Policy*, 2022;, scac034, <https://doi.org/10.1093/scipol/scac034>

Dimensions and principles

- Fazey, I., Schöpke, N., Caniglia, G., Patterson, J., Hultman, J., van Mierlo, B., et al. (2018). Ten essentials for action-oriented and second order energy transitions, transformations and climate change research, *Energy Research & Social Science*, Volume 40, 2018, Pages 54-70, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.026>.

Methods and tools

- O'Rourke M (2017) Comparing methods for cross-disciplinary research *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford University Press, Oxford

Researchers roles, competencies and expertise

- Bulten E, Hessels LK, Hordijk M, Segrave AJ (2021) Conflicting roles of researchers in sustainability transitions: balancing action and reflection. *Sustain Sci* 16 (4):1269-1283. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00938-7>
- Hoffmann, S., Deutsch, L., Klein, J.T. et al. (2022) Integrate the integrators! A call for establishing academic careers for integration experts. *Humanit Soc Sci Commun* 9, 147 (2022). <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01138-z>

Complementary readings and resources

Students will be offered complementary readings and online resources to use in the group work. The list will be provided in Moodle. Some examples of those resources are:

- Guides and Case studies, SHAPE-ID toolkit (<https://www.shapeidtoolkit.eu/downloadable-guides/>)
- Methods factsheets for transdisciplinary research, td-net toolbox (<https://naturalsciences.ch/co-producing-knowledge-explained/about>)
- Selected posts, Integration and Implementation Insights Blog (<https://i2insights.org>)

Voraussetzungen / Besonderes Assignments

The lessons offer conceptual and/or methodological inputs presented by the lecturers, case studies introduced by invited experts as well as enough time for group and individual activities carried out by students. Each lesson will be structured in a different way, allowing students to understand and apply different concepts, methods and tools, explore different dimensions and principles of inter- and transdisciplinary integration. The mandatory readings provide the basis for fulfilling the two mandatory assignments:

1. Group assignment: Analyse and compare four empirical case studies in terms of integration using a tailored rubric including core elements of the course (i.e. concepts, theories, methods, tools, roles, etc.) in groups of 3-4 students (groups will be decided by students); prepare an oral presentation including individual insights on integration, consolidated insights on group dynamics, and key findings on case studies; upload final and complete rubric and presentation on moodle.
2. Individual assignment: Write a learning journal with individual reflections on the course content, the group work and the challenges and opportunities students experienced in bringing different perspectives together when preparing assignment 1 using a guideline provided by the lecturers.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

701-1580-00L	Environmental and Agricultural Regulation: Law and Governance	W	3 KP	1V	R. Norer, S. Hug
	<i>After 01.03.2024 no registration possible. Target group and waiting list will be invited to the mandatory introduction on 04.03.2024.</i>				
Kurzbeschreibung	This course first introduces the students to the main features of international environmental law (actors, sources, key concepts, governance structures and institutional frameworks) and gives an overview of its foundational principles and objectives. In addition, particular subject matters such as climate change, flora, fauna and biodiversity and agricultural regulations will be looked at.				
Lernziel	The aim of this course is to make students with a technical scientific background aware of the legal and political context of international environmental and agricultural policy and to give them an understanding of the legal framework surrounding environmental protection and agriculture.				
Inhalt	Topics covered in lectures: 1. Introduction and key concepts 2. Fresh Water Resources 3. Climate 4. Wolves and pasture economy 5. Glyphosate and public participation 6. Int. environmental governance 7. Performance review				

Literatur	<p>What's indispensable?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Selected articles and cases will be made available</li> <li>Ulrich Beyerlin/Thilo Maruhn, International Environmental Law, Hart Publishing, Oxford 2011</li> </ul> <p>Further Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavanya Rajamani and Jacqueline Peel (eds.), The Oxford Handbook of International Environmental Law, Oxford University Press, Oxford 2nd ed 2021</li> <li>Brian Jack, Agriculture and EU environmental law, Ashgate 2009</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	No specific pre-existing legal knowledge is required, however all students must have successfully completed "Grundzüge des Rechts" (851-0708-00 V) or "Umweltrecht" (851-0738-04) or must have comparable knowledge.				
	The course is taught in an interactive way and participation is expected from the students. Participation will be capped at 30 in order to maintain the interactive nature of the classes. All classes, readings, and assignments, are in English. Performance will be assessed through a paper, a short presentation and a short performance review.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. uncertain if lecture takes place.</i>				
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				
Lernziel	<p>Students can describe, analyse and explain</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>				
Inhalt	<p>*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.</p> <p>Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.</p> <p>Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.</p> <p>Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.</p>				
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.				
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project. Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-1654-00L</b>	<b>Forest Economics and Environmental Valuation</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Olschewski</b>
Kurzbeschreibung	Students learn theoretical concepts and apply practical techniques for the valuation environmental services. They will get to know how these methods can support decisions regarding the optimal allocation of natural resources. Based on national and international case studies, the students will practice what was learned in class by doing practical exercises related to such cases.				
Lernziel	The students should understand the purpose of valuing ecosystem services and the importance in policy formation. Furthermore, they should learn, how people's preferences for ecosystem services can be elicited, and how the concept of economic value can adequately be applied. The participants should be able to apply valuation methods, to recognize the strengths and weaknesses of each approach, and to avoid common mistakes made in valuing ecosystem services.				

Inhalt	This course combines lectures and practical exercises. It consists of analyzing the forest sector, presenting national and international environmental problems and discussing economic approaches to solve them. Besides valuation based on market prices, indirect and direct valuation approaches will be introduced, such as travel-cost, implicit-price and productivity-oriented methods as well as contingent valuation and choice experiments. The theoretical background of these approaches will be explained, and their contribution to an optimal natural resource allocation and to the design of environmental policies will be discussed. Practical exercises will be prepared by the students at home and presented in class.				
Skript	The lecture slides and exercises will be provided in English.				
Literatur	The lecture will be based on parts of the text book: Bergen, V., Löwenstein, W. & Olschewski, R. (2013): Forstökonomie - Ansätze für eine vernünftige Umwelt- und Landnutzung. Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Vahlen Verlag, München. 477 S.				
Kompetenzen	Exercises will be based on the accompanying book: Bergen, V., Löwenstein, W. & Olschewski, R. (2014): Übungsbuch zur Forst- und Umweltökonomie. In: Schriften zur Forst- und Umweltökonomie, Band 39., J.D. Sauerländer's Verlag, Bad Orb. 172 S.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
Persönliche Kompetenzen	Problemlösung			geprüft	
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-1652-00L</b>	<b>Food Security - From the Global to the Local Dimension ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Sonnevelt, D. Barjolle</b>
	<i>Participants are selected after an application process. Information regarding the application processes will be given at the first information event on 21th February 2024 (17:15-18:00), room tba.</i>				
Kurzbeschreibung	Food security, environmental health and quality, livelihoods and social well-being represent key outcomes of sustainable food systems. Achieving global food security is an important element of the UN Agenda 2030 and its Sustainable Development Goals.				
Lernziel	This year, the focus of the course will be on how the concept of true cost accounting for food contributes to more sustainable food system and its impact on food and nutrition security. FAO currently works intensively on "true cost of food" as both the State of Food and Agriculture (SOFA) Report 2023 and 2024 will be on true cost of food. Furthermore, we will link the topic to an ongoing research Sinergia research project ( <a href="https://e4s.center/resources/projects/true-cost-of-food/">https://e4s.center/resources/projects/true-cost-of-food/</a> ) and an ongoing case study for Switzerland to be published in the SOFA report 2024, under the lead of FiBL (Adrian Müller).				
	The participants of the course will explore the true cost accounting for food and its impact on food system transformation and on food and nutrition security. Food production and consumption has multiple impacts across the entire food system. These can be positive such as the provision of food for a growing population, income for farming households and other actors across the food system. Often, they also negative, such as land use change, the emission of greenhouse gases, the spread of antibiotic resistance, the degradation of soil, pollution of river or ground water and the rise of obesity and the spread of disease. These damages are very rarely reflected in the price of food. Those "hidden" costs are covered through taxes, health care costs, pollution clean-up, water rates, as well as deferred costs including emissions causing climate change which will have to be paid for by subsequent generations.				
	The aim of the course is to learn, discuss and reflect, both based on conceptual level as well using concrete cases, about the concept of true cost accounting for food and how it can be used to sustainably transform food system and support food and nutrition security. Students will learn from inputs, papers, exchanges with experts at FAO and from science and policy as well as discussions in groups about the complexity of sustainable food systems and how true cost of food can support a transformation to more sustainable food systems. The students will discover and explore the concept of true cost accounting for food as well as a systemic approach to implement the evidence that it generates for adapting or introducing instruments, tools, strategies, and policies from local to global scale.				
Inhalt	Core element of the course is a three-day workshop at FAO in Rome (03.04.-05.04.2024) in which students will exchange with experts from FAO and other Rome based agencies on different topic linked to food security and sustainable food systems with a focus on elements important for true cost and true value of food.				
	The main outcomes of sustainable food systems are food and nutrition security, environmental quality and health, including the protection of natural resources and the mitigation of climate change impacts, decent livelihoods and social wellbeing. The concept of "Food systems" is key to understand the complex framework of actions to ensure food and nutrition security of present and future generations around the globe but also within local systems. Farmers and the related farming practices, food processors, logistics operators and retailers as well as the consumers themselves are among the key actors in any food system. Others are policy makers, public administration, research institutions, etc. Several methods and tools have been developed to assess sustainability and resilience of agriculture and food systems. True cost of food is a concept which has gained in importance in recent years. In this course, you will learn more about the concept and the approach chosen by FAO to measure true cost and true value of food, globally and at national level.				
	Availability, access, utilization and stability are generally recognized as the four dimensions of food security, combining (i) availability of food at a certain time and a certain place, (ii) individuals physical and monetary accessibility, (iii) appropriate use of the food to make sure it's healthy and of high quality and (iv) stability of the food system, especially regarding the economic, political and environmental conditions. The High Level Panel of Experts of the Committee for Food Security (CFS) recommends in their last report released in 2020 to acknowledge two further dimensions: agency, as the capacity (of individuals or groups) to make their own decisions about food production, processing, distribution and consumption, and their ability to participate in processes which shape food system policies and governance.				
	Eradicating hunger and ensuring food security for all at any time is one of the key challenges of our society. The specific issues related to "food systems" will be at focus of this course. In desk research, discussions and by listening to experts, students will critically reflect and analyze the role of true cost and true value of food in supporting food security can be achieved, livelihoods improved, and natural resources conserved.				
	In the course students will discuss and explore following three main aspects:				
	(i) Exploring concepts, approaches and tools leading to a better and more holistic understanding of sustainable food systems, food and nutrition security, human and environmental health, livelihoods and social wellbeing;				
	(ii) Reviewing and critical reflection of true cost and true value of food;				
	(iii) Reflecting about the perspectives and roles of various food system actors such as farmers, processors, food industry, retailers, policy makers (both at national and local level), United-Nations Agencies like FAO, research institutions, and other players such as civil society, consumers on true cost and true value of food and how this concept supports sustainable food system transformation.				
Skript	The course will not provide a script. We will share the presentations and other material available and compose a document of the material elaborated by the students during the workshop after the course.				
	Material on the course will be shared on Moodle: link will follow				

Literatur	We will share literature and information on moodle and expect the students to actively search for relevant information and share them with their colleagues.		
Voraussetzungen / Besonderes	The Lecture is held in English and accepts approx. 20 MSc-students from agricultural and environmental sciences.		
	We plan a visit to Rome and FAO, meeting with experts from FAO, and eventually other organizations such as e.g. IFAD to allow for lively discussions in the week after Easter (no classes) from 03.04.-05.04.2024.		
	The main part of the course are discussions and interactions with experts and within students' small groups to learn together about "true cost accounting of food" as a tool to build sustainable food systems by contributing to the achievement of the SDGs and global food and nutrition security. There is a 3-day workshop planned in Rome at FAO which will take place in the week after Easter (03.-05.04.2024). This workshop will be co-organized with the Swiss Representation to FAO, IFAD and WFP in Rome and colleagues from the Rom-based agencies (FAO, IFAD and WFP). We expect the different students' groups to prepare for this workshop and actively contribute to the discussion.		
	To inform and prepare the course, one first preparatory event on 21th February 2024 (17:15-18:00) at LEE C114 will be organized.		
	On that day, we will present details of the course its objectives, the content, desired outputs, logistics and the involvement and deliverables we expect from the participants. Student semester performance includes active participation in all lectures (online and physical at ETH) and during the workshop, as well as a written group paper due in June 2024. Interested students have then one week time to decide and apply to this learning journey. Participants will be selected based on a short questionnaire on their background and motivation.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
Kritisches Denken		geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	

<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				

## ►► Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1446-00L</b>	<b>Forest and Landscape Conservation and Management W (Field Course)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>J. Ghazoul, T. Crowther</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt. Priority is given to Master students in Environmental Sciences with the Majors Forest and Landscape Management, Ecology and Evolution, and the Environmental Systems and Policy. PhD students in Environmental Sciences count also as target group.</i>				
Kurzbeschreibung	Landscape restoration and conservation is subject to biophysical, socio-economic, and political constraints, demanding socio-ecological systems understanding. Drawing on existing initiatives, and the perspectives of a range of stakeholders, students will explore how restoration might be implemented across social and environmental priorities in Scotland, a country undergoing rapid landscape change.				
Lernziel	Specific learning objectives include: Natural science focus <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Experience different management approaches to restoration, and evaluate their social and environmental costs and benefits.</li> <li>2. Identify important biophysical components and their dynamics, and consider how they can be objectively measured.</li> <li>3. Identify ecological and biophysical interactions and constraints across landscapes, and consider how these can be managed given conservation/restoration objectives.</li> <li>4. Understand risks and uncertainties of conservation and restoration actions, and how these are perceived by different actors.</li> <li>5. Evaluate how technologies might inform the implementation of restoration.</li> </ol> Social science focus <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Identify alternative visions for future landscapes across different stakeholder groups, given differing stakeholder perspectives and priorities.</li> <li>7. Consider how values are attributed to natural resources or landscape elements, as perceived by different stakeholders.</li> <li>8. Identify conflicts that arise, and how these are addressed across different stakeholder interests.</li> <li>9. Explore how alternative governance structures influence restoration decision making pathways.</li> <li>10. Consider financial mechanisms to leverage funding for restoration projects.</li> </ol> Integrative focus <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Construct conceptual models of socio-ecological systems.</li> <li>12. Develop and evaluate ecosystem management strategies using a multi-functional landscape approach.</li> </ol>				

Inhalt	<p>Students will visit multiple sites and programmes that are implementing different forms of conservation and restoration objectives. These cases encompass different scales, priorities, land uses, and governance structures. Students will collect information and data from a variety of stakeholders, sources, and settings, and use this information to build a socio-ecological systems understanding of conservation and restoration in Scotland. Students will be responsible for running interviews, and securing the further qualitative and quantitative information they need for a systems modelling approach.</p> <p>Proposed field excursion schedule included in the Annex.</p> <p>Related videos:  Conservation Management (student reflections on earlier field course in Scotland)  Living Landscapes in the Scottish Highlands (provides context)</p>				
Literatur	<p>A full literature list will be provided, but key references include:</p> <p>Beckert, M., et al. (2016). Of trees and sheep: Trade-offs and synergies in farmland afforestation in the Scottish Uplands.  Burton, V., et al. (2019). "Green Gold to Wild Woodlands; understanding stakeholder visions for woodland expansion in Scotland." <i>Landscape Ecology</i> 34(7): 1693-1713.  Duckett, D., et al. (2016). "Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland." <i>Landscape and Urban Planning</i> 154: 44-56.  Fischer, A. and K. Marshall (2010). "Framing the landscape: Discourses of woodland restoration and moorland management in Scotland." <i>Journal of Rural Studies</i> 26(2): 185-193.  Hobbs, R. (2009). "Woodland restoration in Scotland: Ecology, history, culture, economics, politics and change." <i>Journal of Environmental Management</i> 90(9): 2857-2865.  Munoz-Rojas, J., et al. (2015). "Synergies and conflicts in the use of policy and planning instruments for implementing forest and woodland corridors and networks; a case study in NE Scotland." <i>Forest Policy and Economics</i> 57: 47-64.  Thomas, H. J. D., et al. (2015). "Towards a research agenda for woodland expansion in Scotland." <i>Forest Ecology and Management</i> 349: 149-161.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students should have taken the following courses:  Conservation and Restoration (Crowther, Ghazoul, Maynard) – Bachelor  Foundations of Ecosystem Management (Ghazoul, Dray) – Master  Other relevant courses from the Masters programme include Multifunctional Forest Management, Landscape Modelling of Biodiversity, Policy and Economics of Ecosystem Services, Environmental Governance.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft		
<b>701-1456-00L</b>	<b>Applied Ecosystem Management (Field Course in Serbia) ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p>This course introduces students to a socio-ecological system that combines high depopulation rates and corruption with extraordinary cultural and biological diversity that are at risk of loss. This system is explored with local stakeholders and in the field, analysed by a conceptual model and measures are identified that support both conservation and development goals for the region.</p>				
Lernziel	<p>By visiting this course, the students are able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Use a conceptual model to analyse an unfamiliar socio-ecological system with regards to its main drivers and their interrelatedness.</li> <li>Establish basic strategic elements of a development plan.</li> <li>Identify realistic measures towards sustainability respecting system-inherent limitations.</li> <li>Apply, contextualize and integrate subject-specific knowledge on an interdisciplinary real world problem.</li> </ol>				
Inhalt	<p>Eastern Serbia offers economic, ecological and social characteristics that are greatly distinct to the ones predominant in Central European socio-ecological systems: Following epochs of communism and war, Eastern Serbia faces some of the highest rural depopulation rates in Europe and consequently suffers from land abandonment. The still rich rural culture and many traditional agricultural practices are expected to be lost if no measures are taken. At the same time, the region still holds a high biodiversity with a high number of endemic species and many species which have long been extinct in other parts of Central Europe. These ecological values are under high threat of being lost as a consequence of the depopulation processes.</p> <p>In the course, the multiple facets of this unfamiliar socio-ecological system are investigated based on interviews with local stakeholders and experts. In short excursions, land-use activities, biodiversity as well as cultural and touristic assets are explored. The gathered information is used to identify the most prevalent drivers of the socio-ecological system with the help of a simple conceptual model. Based on this model and on additional strategic analyses, goals and measures can be deduced that span the competing fields of conservation and development and aim at developing the region towards sustainability. These measures are evaluated, elaborated and discussed with local people. Finally, the results are summarized in a report for the local stakeholders.</p>				
Skript	Ivanov S. & F. Knaus 2012: Stara Planina. A brief introduction. Unpublished. 24p.				
Literatur	<p>Adams W.M. et al. 2004: Biodiversity Conservation and the Eradication of Poverty. <i>Science</i> 306: 1146-1149.</p> <p>Chan K.M.A. et al. 2007: When agendas collide: Human welfare and biological conservation. <i>Conservation Biology</i> 21(1): 59-68.</p> <p>FOS 2009: Using Conceptual Models to Document a Situation Analysis: An FOS How-To Guide. Foundations of Success, Bethesda, Maryland, USA. 21p.</p>				



Voraussetzungen / Besonderes The course takes place from 10th to 22nd of July and is limited to 16 students. Preference is given to Master students and students fulfilling the prerequisites. A mixture of students from different Majors is sought to contribute to the integration of skills and approaches. Travels to Serbia require a valid passport.

Prerequisites for attending this course are skills and knowledge equivalent to those taught in the following ETH courses:

- Foundations of Ecosystem Management
- Naturschutz und Naturschutzbiologie
- Land Use History and Historical Ecology

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

## ► Vertiefung in Wald- und Landschaftsmanagement

### ►► Naturwissenschaftliche Grundlagen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1646-00L</b>	<b>Carbon and Nutrient Cycling under Global Change</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Hagedorn, T. Crowther, S. Dötterl</b>
Kurzbeschreibung	The course covers the pools and fluxes of carbon and nutrients across various types of ecosystems and landscapes and how they are affected by changing climate and land-use. Specifically, the course explores carbon and nutrient cycling: (i) in vegetation and soils at the plot to global scale; (ii) the role of soil properties as controls; and (iii) the effects of climate change and land management.				
Lernziel	The participants learn to identify, analyze and propose solutions for problems and research questions associated with land management and climate change effects on carbon and nutrient cycling in various ecosystems and landscapes. A variety of experimental data will be presented from stemming from ongoing research projects of the involved lecturers. Analyses of this data encompasses a range of statistical approaches which are widely used in environmental research.				
Inhalt	After short thematic introductions, the participants will work in small groups on the following topics:				
	Part 1 Pools and fluxes of carbon and nutrients in terrestrial ecosystems across Switzerland				
	o Carbon and nutrient cycles from the plot to national scale				
	o Impacts of land use change on biomass and soil carbon				
	o Effects of soil warming and drought on biogeochemical cycles				
	Part 2: Tropical land use change: Geomorphic cascades, soil degradation, soil weathering				
	o Weathering and geochemistry as controls on carbon and nutrient cycles				
	o Feedbacks between soil development, soil transport and soil loss for carbon cycling				
	o Patterns and consequences of disturbance for soil landscapes in the fast changing African Tropics				
	Part 3: Global biogeochemical cycles and climate change				
	o Global biogeochemical cycles and impacts on climate				
	o Carbon cycle feedbacks to climate change				
	o Changes in global nutrient balance				
	The participants will work on specific projects which includes the evaluation and interpretation of data as well as the preparation of a presentation either as a poster, report or a talk.				
Literatur	Biogeochemistry - An Analysis of Global Change <a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry">https://www.sciencedirect.com/book/9780123858740/biogeochemistry</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Apart from a background in terrestrial ecosystems, the participants must have basic knowledge in soil sciences, plant nutrition, and biogeochemical cycles.				
	The course will build on individual learning and interactive teaching. The format of the course is that the students work in small groups of 2 or 3 members on a small project in each of the three parts of the course. Introductory information will be given on the first day of the course and at the beginning of each part. For structuring the projects, homework will be given from week to week. Each group will do a poster presentation (end of part 1), a short report (end of part 2) and an oral presentation (end of part 3) on their respective subjects. Active participation at all contact hours is compulsory for all students.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
	Kreatives Denken	geprüft			
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		

<b>701-1606-00L</b>	<b>Advanced Forest Entomology and Pathology</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3V</b>	<b>M. Gossner, S. Prospero</b>
Kurzbeschreibung	The course builds up on the Bachelor course Entomology and Pathology. The basics of the ecology, function, importance and management of insects and pathogens (in particular fungi) in forests are deepened and illustrated with examples from research. In addition to general aspects of forest health with regard to native and invasive species, applied and methodological aspects are also addressed.				

Lernziel	<p>The course has the following learning objectives:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) To deepen the general knowledge of the ecology, function and importance of insects and pathogens in forests.</li> <li>2) To understand the most important ecological principles and regulatory mechanisms.</li> <li>3) To understand the ecological importance of insects and pathogens in forest ecosystems.</li> <li>4) To understand the role of global change for forest health, forest management and nature conservation measures with regard to insects and pathogens.</li> <li>5) To become familiar with relevant methodological aspects, including screening for resistance, biological control, pest risk analysis and molecular diagnostics.</li> <li>6) To understand the importance of interactions between insects, pathogens and trees and their underlying mechanisms.</li> <li>7) To understand the need for collaboration between the disciplines Entomology and Pathology to address major challenges in forest health.</li> </ol>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Native pathogens – Advanced ecology, Functions, Management</li> <li>- Native insects - Advanced Ecology, Functions, Management</li> <li>- Invasive pathogens - Impact, Management</li> <li>- Invasive insects - Impact, Management</li> <li>- Population genetics</li> <li>- Urban ecology</li> <li>- Disturbance ecology (Fire, Storms, Drought etc.)</li> <li>- Climate change and Pests and Pathogens</li> <li>- Armillaria root rot</li> <li>- Bark beetle population dynamics</li> <li>- Forest management biodiversity - Nature Conservation</li> <li>- Trophic interactions and foodwebs</li> <li>- Herbivore - pathogen interactions</li> <li>- Chemical ecology to understand mechanisms of trophic interactions</li> <li>- Screening for resistance</li> <li>- Biocontrol</li> <li>- Pest-Risk analyses</li> <li>- Molecular Diagnostics</li> </ul>
Literatur	<p>Accompanying book to the lecture (not compulsory):  Wermelinger B. 2021: Forest Insects in Europe  Diversity, Functions and Importance. CRC Press, 365 pp.  Tainter FH, Baker FA. 1996. Principles of Forest Pathology. New York: John Wiley &amp; Sons, Inc. 805 pp</p>
Voraussetzungen / Besonderes	Attendance of the bachelor lecture Entomology and Pathology and general basics in ecology are expected.

## ►► Ökosystemmanagement

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1616-00L	<b>Growth of Trees and Forests – From Germination to Tree Death</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>2G</b>	<b>A. Rigling, A. Gessler</b>
Kurzbeschreibung	Tree and stand growth are key processes for forest management and key indicators of tree performance and stand productivity. Understanding of the physiological processes that steer germination, growth and mortality of trees is crucial. Moreover, knowledge on the impact of abiotic and biotic factors is central for the understanding of forest dynamics on various spatiotemporal scales.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To understand the physiological processes that steer germination, growth and mortality of trees.</li> <li>- To evaluate the impact of abiotic and biotic factors on tree physiology and tree growth.</li> <li>- To distinguish the key processes that govern growth at the tree, stand and forest level.</li> <li>- To quantify the effects of climate, environment, disturbances and management on tree and stand growth.</li> <li>- To provide an overview of the recent literature on these topics based on case studies / ongoing projects that are discussed in class.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Introduction to forest dynamics from the growth of single trees to entire forest ecosystems. The course will provide an overview on characteristics of different climatic zones including xeric, temperate, boreal and tropical forests. It is structured into the following sub-topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Physiology of tree growth: Physiological processes steering tree growth from a small seedling to old, tall trees, with a focus on i) carbon allocation from roots to stem, branches and leaves, and ii) the hydraulic system. The effects of abiotic and biotic forcing factors on tree physiology will be considered in detail.</li> <li>2) Physiology and ecology of tree death (mortality ecology): Why and how are trees dying? Significance of tree death for forest ecosystems, including stand dynamics, nutrient, carbon and water cycles.</li> <li>3) Growth strategies of woody plants in extreme environments: From droughtlimited xeric sites to temperature-limited upper and northern treelines. Special focus on the effects of disturbances on tree and forest growth. Strategies of different (tree) species to deal with environmental extremes.</li> <li>4) Forest stand dynamics: From the single tree to stand growth. Growth and yield – growth tables and growth models. Monocultures vs. mixed forests. Even-aged vs. structured stands, competition vs. facilitation, overyielding. Link to forest succession, disturbances and forest management, incl. agroforestry.</li> <li>5) Carbon dynamics of forests: National and global trends in tree and stand growth. Drought-induced tree mortality versus global greening, carbon reporting (links to T. Crowther and S. Seneviratne).</li> </ol>				
Literatur	<p>Kozłowski &amp; Pallardy (1997) Growth Control in Woody Plants. Academic Press San Diego, pp. 641.  Pretzsch (2009) Forest Dynamics, Growth and Yield – From measurement to model, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 670.  Larcher (1995) Physiological Plant Ecology, Springer Berlin, pp. 506.  Oliver &amp; Larson (1996) Forest Stand Dynamics, John Wiley &amp; Sons Inc. New York, pp. 520.  Wohlgemuth, Jentsch, Seidl (2019) Störungsökologie, Haupt Verlag Bern, pp. 396.</p>				

Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge and skills equivalent to those of the courses (all taught in the BSc): 701-0561-00L Forest Ecology/ Waldökologie (autumn semester) 701-0582-00L Concepts of ForestManagement/ Waldnutzungskonzepte (spring semester), and 701-0303-00L Waldvegetation und Waldstandorte/ Forest Communities and their Sites				
<b>701-1636-01L</b>	<b>Ökologie und Management von Gebirgswäldern</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>H. Bugmann, M. Frehner</b>
Kurzbeschreibung	Die Faktoren, welche die Struktur und Funktion von Gebirgswäldern bestimmen, werden qualitativ und quantitativ analysiert. Limitierende Faktoren entlang von Höhen-Gradienten werden untersucht, und die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels werden hergeleitet. Die Studierenden erlernen moderne Konzepte der Gebirgswald-Bewirtschaftung im Vergleich zu Tieflagen-Wäldern.				
Lernziel	Die Studierenden können... - jene Faktoren erläutern, welche die Struktur, Funktion und Dynamik von Gebirgswäldern bestimmen, und die Auswirkungen auf wichtige Ökosystemleistungen (mit einem Schwerpunkt auf Holzproduktion, Schutzwirkung vor Naturgefahren, Biodiversität) bestimmen - diese Eigenschaften quantitativ evaluieren für konkrete Objekte im Gebirgswald, mit einem Schwerpunkt auf der Interaktion zwischen der Waldstruktur und gravitativen Naturgefahren				
Inhalt	- Einführung in die quantitative und qualitative Bedeutung von Gebirgswäldern auf der lokalen, regionalen und globalen Ebene - Analyse der Faktoren, welche die Struktur, Funktion und Dynamik von Gebirgswäldern bestimmen - Quantitative Erklärungen für die Eigenschaften von Gebirgswäldern (Kontinuum-Theorie vs. Standortskunde) - Wald-Wild-Interaktion, Jagd - Bewirtschaftung von Gebirgswäldern im Unterschied zu Tieflagen-Wäldern - moderne Konzepte der Gebirgswald-Bewirtschaftung (wann und wie) - Effektive und kosten-effiziente Bewirtschaftungs-Ansätze				
Skript	Skript wird abgegeben, zudem wird weiterführende Literatur angegeben und im Unterricht teils auch verwendet.				
Literatur	u.a.: Frehner et al. (2005), NaiS. BAFU, Bern				
Voraussetzungen / Besonderes	Äquivalente Kenntnisse zu jenen, die in den folgenden ETH-Kursen vermittelt werden: - Waldökologie - Standortskunde (beide im BSc UMNW) - Management of Multifunctional Forests (MSc UMNW).				
Kompetenzen	Der Kurs umfasst sieben Feldtage, die aus klimatischen Gründen erst nach Semesterende durchgeführt werden.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert

## ►► Entscheidungsfindung, Politik und Planung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1653-00L</b>	<b>Policy and Economics of Ecosystem Services</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>uncertain if lecture takes place.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	The course addresses ecosystem services, their value for society, the causes of their degradation, the stakeholders involved in their provision and use, and policies to reduce their degradation. One focus is on environmental economics approaches, highlighting their potential and limitations. During the spring of 2023 this course will focus on these issues through the case of the Brazilian Amazon.				
Lernziel	Students can describe, analyse and explain <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic concepts used to describe ecosystem services provision and management;</li> <li>• the basic social and natural science theory underlying ecosystem service degradation,</li> <li>• the role and characteristics of different key stakeholders involved in ecosystem services management, including their different value systems;</li> <li>• the different types of policy instruments and institutional arrangements that can be used for improved ecosystem services management and provision; and</li> <li>• empirical tools to assess the performance of various policy instruments and management systems for ecosystem services provision, and to investigate the factors of success or failure of different policy instruments</li> </ul>				
Inhalt	*Please note, that due to the course instructor being located in the United Kingdom, this course is condensed into six 4 hour lectures on Friday mornings. There is a chance that one or two lectures may take place online due to unforeseen circumstances.  Many of the world's ecosystem services are being degraded or used unsustainably, which has considerable impacts on human well-being. Various aspects need to be taken into account to change this development, to work towards improved ecosystem services management and to design appropriate policy instruments and institutional contexts. First, the societal value of different ecosystem services and the trade-offs between them needs to be assessed.  Second, an assessment of the causes of excessive ecosystem services degradation is needed. Potential causes include the presence of externalities and public goods, improperly designed property rights systems, divergence of private and social discount rates, and lack of information and knowledge. Third, we need to understand the drivers of human decision-making in relation to ecosystem services use. Fourth, choosing an appropriate policy instrument (or a combination thereof) requires an understanding of the relative strengths and weaknesses of different instruments, their preconditions for success and the political economy of their implementation.  Finally, it is important to assess the actual impacts of different policy and management options. This requires a careful assessment of appropriate baselines, of the situation after a policy or management change, and of the various stakeholder groups involved, etc. To address all these issues, we will first work with some broad conceptual issues and theories relevant to this field and then deepen our understanding through reading and assignments focused on the case of the Brazilian Amazon.				
Skript	Lecture notes, homework exercises and readings will be made available on Moodle.				
Literatur	There is no single textbook for this class. Instead, a number of texts will be distributed and used during the lecture, and some texts for further reading will be indicated.				

Voraussetzungen / Besonderes	The course consists of a combination of lectures, homework assignments and discussions in small groups. The final grade will be based on the homework assignments, class participation, and a group project. Students are expected to be familiar with basic environmental economics' concepts such as externality, public good, market failure, opportunity cost, social optimum and market equilibrium, the basic types of policy instruments, and methods of policy analysis. Students with no background in environmental economics, policy analysis, or econometrics will find the course more difficult as many of the papers we read come from these fields.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Entscheidungsfindung		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
		Kooperation und Teamarbeit		gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>701-1654-00L</b>	<b>Forest Economics and Environmental Valuation</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Olschewski</b>
Kurzbeschreibung	Students learn theoretical concepts and apply practical techniques for the valuation environmental services. They will get to know how these methods can support decisions regarding the optimal allocation of natural resources. Based on national and international case studies, the students will practice what was learned in class by doing practical exercises related to such cases.				
Lernziel	The students should understand the purpose of valuing ecosystem services and the importance in policy formation. Furthermore, they should learn, how people's preferences for ecosystem services can be elicited, and how the concept of economic value can adequately be applied. The participants should be able to apply valuation methods, to recognize the strengths and weaknesses of each approach, and to avoid common mistakes made in valuing ecosystem services.				
Inhalt	This course combines lectures and practical exercises. It consists of analyzing the forest sector, presenting national and international environmental problems and discussing economic approaches to solve them. Besides valuation based on market prices, indirect and direct valuation approaches will be introduced, such as travel-cost, implicit-price and productivity-oriented methods as well as contingent valuation and choice experiments. The theoretical background of these approaches will be explained, and their contribution to an optimal natural resource allocation and to the design of environmental policies will be discussed. Practical exercises will be prepared by the students at home and presented in class.				
Skript	The lecture slides and exercises will be provided in English.				
Literatur	The lecture will be based on parts of the text book: Bergen, V., Löwenstein, W. & Olschewski, R. (2013): Forstökonomie - Ansätze für eine vernünftige Umwelt- und Landnutzung. Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Vahlen Verlag, München. 477 S.  Exercises will be based on the accompanying book: Bergen, V., Löwenstein, W. & Olschewski, R. (2014): Übungsbuch zur Forst- und Umweltökonomie. In: Schriften zur Forst- und Umweltökonomie, Band 39., J.D. Sauerländer's Verlag, Bad Orb. 172 S.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>103-0338-00L</b>	<b>Projektwoche Landschaftsentwicklung</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>9P</b>	<b>S.-E. Rabe, E. Celio, A. Grêt-Regamey</b>
Kurzbeschreibung	In der Lehrveranstaltung werden insbesondere die Aspekte Erfassen, Verstehen und Bewerten von landschaftsrelevanten Nutzungen, Ansprüchen und Entwicklungen vermittelt. Es werden für die Landschaftsentwicklung eines realen Projektgebietes Zielvorstellungen entwickelt und entsprechende Massnahmen definiert.				
Lernziel	Die Studentinnen und Studenten können: - die Zusammenhänge bezüglich der Ausgestaltung der Landschaft erkennen und verstehen. - die Landschaft als Ganzes und in Einzelelementen erfassen und bewerten. - die Konzepte des Landschaftsansatzes verstehen und anwenden - fundierte Massnahmen erarbeiten und für die Akteure des Projektgebietes angemessen präsentieren.				
Inhalt	Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus: - theoretischen Inputs interner und externer Referenten - einer Vorexkursion ins Projektgebiet - Gruppenarbeiten - der Projektwoche und der Erarbeitung eines Berichtes  Je nach zu bearbeitendem Themenbereich (bspw. Gewässer, Landschaftsästhetik, Naturgefahren, Naturschutz) werden entsprechende Methoden eingesetzt, welche in Gruppen selbständig erarbeitet und dokumentiert werden. Dies gilt sowohl für die Methoden zur Erfassung und Bewertung von Landschaftselementen und –eigenschaften als auch für die Erarbeitung der planerischen Grundlagen und Entwürfe.  Fragestellungen und Methoden werden in der Vorbereitung erarbeitet und definiert um in der Projektwoche angewandt zu werden. Aufbauend auf den Bewertungen werden Massnahmen erarbeitet, die auf die eingangs definierte Fragestellung unter Berücksichtigung einer wünschenswerten Entwicklung zugeschnitten sind.				
Skript	Kein Skript. Die Unterlagen, bestehend aus Präsentationsunterlagen der einzelnen vorbereitenden Inputs und zugehörigen Materialien stehen auf der Homepage des Fachbereichs PLUS zum Download bereit.				
Literatur	Download: <a href="http://irf.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html">http://irf.ethz.ch/de/education/vorlesungen/msc/projektwoche_landschaftsentwicklung.html</a> Wird im Rahmen der Lehrveranstaltung genannt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen sind ein Interesse an landschaftsbezogenen Fragestellungen und das Engagement zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Grundwissen zu planerischen Instrumenten (bspw. Umweltplanung) wird vorausgesetzt.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

## ►► Methoden und Werkzeuge

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1674-00L</b>	<b>Spatial Analysis, Modelling and Optimisation</b> <i>Voraussetzung: Teilnahme an der Lehrveranstaltung 701-0951-00L "GIS - Einführung in die räumlichen Informationswissenschaften und -technologien" oder eine gleichwertige Vorbildung.</i>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. A. M. Niederhuber, V. Griess, A. Semiao Ramos Cordeiro Dias</b>
Kurzbeschreibung	Problems encountered in forest- and landscape management often have a spatial dimension. Methods and technics of geoinformation sciences GIS and/or optimization give support to identify good solutions. Students learn to conceptualize, implement and combine I) spatial analysis & modeling of geodata and, II) optimization techniques, based on theoretical inputs and practical work on small projects.				
Lernziel	Understand, search for, and manage various types of geospatial data; Carry out conceptual data modelling for a spatial and/or optimisation problem and translate it into a tangible form within a GIS software; Conceptualize spatial and/or optimisation problems and design a workflow that transitions from "data processing" through "advanced spatial analysis" to "presentation of results"; Implement such a workflow in standard GIS and/or optimisation software, verify and validate the procedures, then present the final results.				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge and skills equal those of the course "GIS - Einführung in die räumliche Informationswissenschaften und Technologien"				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>701-1679-00L</b>	<b>Landscape Modelling of Biodiversity: From Global Changes to Conservation</b>	<b>W</b>	<b>5 KP</b>	<b>3G</b>	<b>L. Pellissier, C. Graham, N. Zimmermann</b>
Kurzbeschreibung	The course provides the student with the spatial tools to address societal challenges toward ensuring the sustainable use of terrestrial ecosystems and the conservation of biodiversity. Students learn theory, tools and models during a few introductory sessions and apply this knowledge to solve a practical problem in groups related to climate change, land use change and biodiversity conservation.				
Lernziel	Students learn: - Theoretical foundations of the species ecological niche - Biodiversity concepts and global change impacts - Basic concepts of spatial (& macro-) ecology - Environmental impact assessment and planning - Advanced statistical methods (GLM and RF) in the statistical environment R. - The use of GIS functionality in R				
Inhalt	1. The basics: Introduction to the concept of the ecological niche, and biodiversity theories. Overview of the knowledge on expected biodiversity response to global changes and conservation planning methods. Introduction to the statistical methods of Generalized Linear (GLM) and Random Forest (RF). Introduction to basic GIS and programming elements in the statistical environment R. This part will be evaluated by a written exam after the first half of the semester. 2. The class project: In groups of 3-4, students solve a conservation planning problem independently in R using the techniques taught in the introductory classes. The students then prepare a presentation of the obtained results that will be discussed during a mini-symposium (graded).				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in statistics (OLS regression, test statistics), basic knowledge in geographic information science, and basic knowledge in R (data processing, functions, loops). Students should be familiar with the content of the following lectures: 701-3001-00L Environmental Systems Data Science: Data Processing 701-3003-00L Environmental Systems Data Science: Machine Learning				

## ►► Interdisziplinäre Projektarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1692-00L</b>	<b>Applied Forest and Landscape Management Lab ■</b>	<b>O</b>	<b>5 KP</b>	<b>8P</b>	<b>V. Griess, N. Brüggemann, H. Bugmann, A. Carminati, S. Dötterl, F. Knaus, M. Lévesque, L. Pellissier, A. Rigling</b>
Kurzbeschreibung	Abschlusskurs in dem komplexe, reale Probleme im Bereich des Wald- und Landschaftsmanagements gelöst werden, zu denen keine Lehrbuchlösungen existieren. Die Studierenden arbeiten in Projektteams und nehmen die Rolle von Planungsbüros ein. Sie integrieren ihre während des Studiums erworbenen Fertigkeiten und vertiefen ihre Analyse-, Problemlöse- und Berichterstattungsfähigkeiten.				

Lernziel	Die projekt-orientierte Lernumgebung zielt darauf ab, folgende Fähigkeiten der Studierenden zu entwickeln und zu festigen: - Anhand einer realen Problemstellung ein Projekt vom Auftrag bis zur Berichterstattung selbständig bearbeiten, - selbständig einen passenden Lösungsansatz für die identifizierte Problemstellung entwickeln - Wissen und Fertigkeiten verschiedener Fachdisziplinen anwenden, integrieren und an die Problemstellung anpassen, - Methoden und Instrumente für die Analyse von (Geo-)Daten problemspezifisch einsetzen.		
Inhalt	Die Fallstudie geht für jede Gruppe von einer spezifischen Fragestellung aus, die von kantonalen oder regionalen Entscheidungsträgern vorgegeben wird. Die Studierenden beschaffen Informationen aus Literatur und Datenbanken, entwickeln einen Lösungsansatz, führen eigene Datenerhebungen durch, analysieren (Geo-)Daten und schreiben einen Zielgruppen-orientierten Bericht. Originalpläne und -dokumente stehen in der Originalsprache zur Verfügung. Die Studierenden lösen die Problemstellung, indem sie einem systematischen Problemlöse-Zyklus folgen, den sie der Situation anpassen: - Erfassen und Formulieren der Problemstellung, Zieldefinition - Erfassen des Ist-Zustandes - Entwickeln eines methodischen Ansatzes, das die benötigten Lösungen für die identifizierten Probleme oder Fragstellungen liefert - Evaluieren möglicher Lösungen und/oder Szenarien - Lösungsvorschlag und Empfehlung für die Entscheidungsträger		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

## ►► Wahlfächer

### ►►► Naturwissenschaftliche Grundlagen

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1602-00L	<b>Long-Term Dynamics in Swiss Forest Reserves</b> <i>The maximum number of participants is 16. The course does not take place with fewer than 14 participants. Participants are expected to be present throughout the entire week. All registrations are put on a waiting list; candidates are selected according to the criteria mentioned under "Prerequisites". Target Group: Master in Environmental Sciences majoring in Forest and Landscape Management. Students will be informed by the end of February if they can participate.</i>	W	2 KP	3P	H. Bugmann
Kurzbeschreibung	Students are analyzing case studies of long-term forest dynamics based on inventory datasets and their own experience in these forests. This week-long excursion illustrates concepts from classroom courses in the BSc (e.g., Waldökologie, Landschaftsökologie), deepens the knowledge of students, and sheds light on the potentials and limitations of long-term monitoring efforts.				
Lernziel	Based on this course, students will... ... develop a deep understanding of forest dynamics across a wide range of ecological conditions (lowland to high-elevation, wet to dry); ... integrate, apply and deepen classroom knowledge on the natural processes that are shaping forest and landscape dynamics based on hands-on exercises; ... learn how to connect detailed forest inventory data with their own experience of the respective forests.				
Inhalt	Switzerland harbors a unique network of reserves where forest development in the absence of management interventions is monitored scientifically since 30+ and up to 60+ years. This effort was begun in 1948 by ETH Professor Leibundgut and continues to date. We will take students to selected reserves of this network to evaluate and discuss the processes shaping long-term forest dynamics. The course takes place during a full week in early September, i.e. after the exam session and prior to the beginning of the fall semester.  Program: 1st day: Tariche Bois Banal (JU): The subtle balance between beech and fir - who is winning? 2nd day: Follatères (VS): Living on the edge – how slow can forest dynamics be when moisture is the key limiting factor? Biodiversity implications 3rd day: Derborence (VS): A primeval fir-spruce forest due to two 18th century landslides? The role of wind disturbance in natural forest dynamics 4th day: Aletschwald (VS): Reforestation after the Little Ice Age or deterioration due to overabundance of deer? 5th day: Bödmerenwald (SZ): The largest primeval spruce forest of Europe?				
Skript	book chapters and other handouts will be made available to students				
Literatur	Brang, P., Heiri, C. & Bugmann, H. (eds), 2011. Waldreservate: 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz. Haupt-Verlag, Bern				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge equivalent to the one conveyed in the ETH BSc courses • "Einführung in die Dendrologie" • "Waldökologie" • "Landschaftsökologie" Knowledge of botany is an asset for this course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement	gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>751-5118-00L</b>	<b>Global Change Biology</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann, M. Costa, O. Díaz Yáñez, K.-M. Kohonen</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on the interactions of global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society. Impacts of global change on forests and agro-ecosystems that will strongly affect sustainable resource use across the 21st century and responsible and smart solutions are addressed.				
Lernziel	Students will better understand the impacts of global change on ecosystems and food systems at a range of spatial and temporal scales, be able to synthesize knowledge from various disciplines in the context of global change, and be able to evaluate options for sustainable resource use, climate mitigation and adaptation options.				
Inhalt	Students will learn to present scientific information to a scientific audience by preparing an executive summary and an oral presentation to answer a specific scientific question. Students will get extensive feedback from teachers and peers. Thereby, students will also learn how to give constructive feedback to peers.				
	Changes in climate and land use are major issues that students will be faced with during their working life, independently of where they will work. Thus, an advanced understanding on how global change, ecosystem processes, land use practices, politics, and society interact and that it is critical to act responsibly and work as an agricultural or environmental scientist in the future.				
	Thus, during this course, the effects of global change on forests and agro-ecosystems as well as their feedbacks to the climate system will be presented and discussed. Effects on ecosystem structure, composition, productivity and biogeochemical cycling, but also on the stability of production systems against disturbances will be addressed.				
Voraussetzungen / Besonderes	Up-to-date scenarios and models for coupled human-environmental systems will be discussed. The advantages and disadvantages of different management options will be evaluated, including sustainable resource use and climate mitigation as well as adaptation.				
	This course is based on fundamental knowledge about plant ecophysiology, soil science, and ecology in general.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft			

## ►►► Ökosystemmanagement

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1446-00L</b>	<b>Forest and Landscape Conservation and Management (Field Course)</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>9P</b>	<b>J. Ghazoul, T. Crowther</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>Priority is given to Master students in Environmental Sciences with the Majors Forest and Landscape Management, Ecology and Evolution, and the Environmental Systems and Policy. PhD students in Environmental Sciences count also as target group.</i>				
Kurzbeschreibung	Landscape restoration and conservation is subject to biophysical, socio-economic, and political constraints, demanding socio-ecological systems understanding. Drawing on existing initiatives, and the perspectives of a range of stakeholders, students will explore how restoration might be implemented across social and environmental priorities in Scotland, a country undergoing rapid landscape change.				
Lernziel	Specific learning objectives include: Natural science focus 1. Experience different management approaches to restoration, and evaluate their social and environmental costs and benefits. 2. Identify important biophysical components and their dynamics, and consider how they can be objectively measured. 3. Identify ecological and biophysical interactions and constraints across landscapes, and consider how these can be managed given conservation/restoration objectives. 4. Understand risks and uncertainties of conservation and restoration actions, and how these are perceived by different actors. 5. Evaluate how technologies might inform the implementation of restoration. Social science focus 6. Identify alternative visions for future landscapes across different stakeholder groups, given differing stakeholder perspectives and priorities. 7. Consider how values are attributed to natural resources or landscape elements, as perceived by different stakeholders. 8. Identify conflicts that arise, and how these are addressed across different stakeholder interests. 9. Explore how alternative governance structures influence restoration decision making pathways. 10. Consider financial mechanisms to leverage funding for restoration projects. Integrative focus 11. Construct conceptual models of socio-ecological systems. 12. Develop and evaluate ecosystem management strategies using a multi-functional landscape approach.				

Inhalt	<p>Students will visit multiple sites and programmes that are implementing different forms of conservation and restoration objectives. These cases encompass different scales, priorities, land uses, and governance structures. Students will collect information and data from a variety of stakeholders, sources, and settings, and use this information to build a socio-ecological systems understanding of conservation and restoration in Scotland. Students will be responsible for running interviews, and securing the further qualitative and quantitative information they need for a systems modelling approach.</p> <p>Proposed field excursion schedule included in the Annex.</p> <p>Related videos:  Conservation Management (student reflections on earlier field course in Scotland)  Living Landscapes in the Scottish Highlands (provides context)</p>				
Literatur	<p>A full literature list will be provided, but key references include:</p> <p>Beckert, M., et al. (2016). Of trees and sheep: Trade-offs and synergies in farmland afforestation in the Scottish Uplands.  Burton, V., et al. (2019). "Green Gold to Wild Woodlands; understanding stakeholder visions for woodland expansion in Scotland." <i>Landscape Ecology</i> 34(7): 1693-1713.  Duckett, D., et al. (2016). "Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland." <i>Landscape and Urban Planning</i> 154: 44-56.  Fischer, A. and K. Marshall (2010). "Framing the landscape: Discourses of woodland restoration and moorland management in Scotland." <i>Journal of Rural Studies</i> 26(2): 185-193.  Hobbs, R. (2009). "Woodland restoration in Scotland: Ecology, history, culture, economics, politics and change." <i>Journal of Environmental Management</i> 90(9): 2857-2865.  Munoz-Rojas, J., et al. (2015). "Synergies and conflicts in the use of policy and planning instruments for implementing forest and woodland corridors and networks; a case study in NE Scotland." <i>Forest Policy and Economics</i> 57: 47-64.  Thomas, H. J. D., et al. (2015). "Towards a research agenda for woodland expansion in Scotland." <i>Forest Ecology and Management</i> 349: 149-161.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Ideally, students should have taken the following courses:  Conservation and Restoration (Crowther, Ghazoul, Maynard) – Bachelor  Foundations of Ecosystem Management (Ghazoul, Dray) – Master  Other relevant courses from the Masters programme include Multifunctional Forest Management, Landscape Modelling of Biodiversity, Policy and Economics of Ecosystem Services, Environmental Governance.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert geprüft		
<b>701-1456-00L</b>	<b>Applied Ecosystem Management (Field Course in Serbia) ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4P</b>	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	<p><i>Findet dieses Semester nicht statt.</i></p> <p>This course introduces students to a socio-ecological system that combines high depopulation rates and corruption with extraordinary cultural and biological diversity that are at risk of loss. This system is explored with local stakeholders and in the field, analysed by a conceptual model and measures are identified that support both conservation and development goals for the region.</p>				
Lernziel	<p>By visiting this course, the students are able to:</p> <p>a) Use a conceptual model to analyse an unfamiliar socio-ecological system with regards to its main drivers and their interrelatedness.  b) Establish basic strategic elements of a development plan.  c) Identify realistic measures towards sustainability respecting system-inherent limitations.  d) Apply, contextualize and integrate subject-specific knowledge on an interdisciplinary real world problem.</p>				
Inhalt	<p>Eastern Serbia offers economic, ecological and social characteristics that are greatly distinct to the ones predominant in Central European socio-ecological systems: Following epochs of communism and war, Eastern Serbia faces some of the highest rural depopulation rates in Europe and consequently suffers from land abandonment. The still rich rural culture and many traditional agricultural practices are expected to be lost if no measures are taken. At the same time, the region still holds a high biodiversity with a high number of endemic species and many species which have long been extinct in other parts of Central Europe. These ecological values are under high threat of being lost as a consequence of the depopulation processes.</p> <p>In the course, the multiple facets of this unfamiliar socio-ecological system are investigated based on interviews with local stakeholders and experts. In short excursions, land-use activities, biodiversity as well as cultural and touristic assets are explored. The gathered information is used to identify the most prevalent drivers of the socio-ecological system with the help of a simple conceptual model. Based on this model and on additional strategic analyses, goals and measures can be deduced that span the competing fields of conservation and development and aim at developing the region towards sustainability. These measures are evaluated, elaborated and discussed with local people. Finally, the results are summarized in a report for the local stakeholders.</p>				
Skript	Ivanov S. & F. Knaus 2012: Stara Planina. A brief introduction. Unpublished. 24p.				
Literatur	<p>Adams W.M. et al. 2004: Biodiversity Conservation and the Eradication of Poverty. <i>Science</i> 306: 1146-1149.</p> <p>Chan K.M.A. et al. 2007: When agendas collide: Human welfare and biological conservation. <i>Conservation Biology</i> 21(1): 59-68.</p> <p>FOS 2009: Using Conceptual Models to Document a Situation Analysis: An FOS How-To Guide. Foundations of Success, Bethesda, Maryland, USA. 21p.</p>				



Voraussetzungen / Besonderes	The course takes place from 10th to 22nd of July and is limited to 16 students. Preference is given to Master students and students fulfilling the prerequisites. A mixture of students from different Majors is sought to contribute to the integration of skills and approaches. Travels to Serbia require a valid passport.		
	Prerequisites for attending this course are skills and knowledge equivalent to those taught in the following ETH courses: - Foundations of Ecosystem Management - Naturschutz und Naturschutzbiologie - Land Use History and Historical Ecology		
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

<b>701-1544-00L</b>	<b>Forest Access and Transportation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Griess, L. Bont</b>
Kurzbeschreibung	Die forstliche Infrastruktur ist Grundvoraussetzung einer nachhaltigen Forstwirtschaft. Forststraßen spielen eine Schlüsselrolle im kommerziellen Erfolg von Holzerntemaßnahmen, bei der Pflege des Waldes und sind Hauptadern des Erholungstourismus. In dieser LV erwerben die Studierenden Grundkenntnisse der Planung und Instandhaltung forstlicher Infrastruktur.				
Lernziel	Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden die notwendigen Grundlagen der Walderschließungsplanung zu vermitteln, um sie in die Lage zu versetzen, geeignete Lösungen für bestehende und zukünftige Herausforderungen der forstlichen Erschließungsplanung zu entwickeln. Wir beginnen mit einem Überblick über die Geschichte des Holztransportes und einer Betrachtung der technischen Entwicklungen und sich ändernden Ansprüche bis hin zu heutigen Gegebenheiten. Auf Basis aktueller und zukünftig erwarteter Bedürfnisse analysieren wir im Weiteren Aspekte des Infrastrukturmanagements im Waldbereich auf Landschaftsebene. Ökonomische wie ökologische Konsequenzen, die aus der Erstellung forstlicher Infrastruktur entstehen, werden analysiert. Abschließend konkretisieren wir unsere Betrachtungen auf die Grundlagen der Gestaltung und die aktive Anlage und Pflege von Erschließungssystemen. Dieser Kursteil beinhaltet neben der Übersicht über die Herangehensweise and die Entwicklung neuer Systeme auch den Rückbau veralteter oder überflüssiger Wege. Im Rahmen eine Fallstudie durchlaufen die Studierenden schließlich den vollständigen Prozess des forstlichen Wegebaus unter Einbeziehung bestehender Rahmenbedingungen.				
Inhalt	- Einführung in die Walderschließungsplanung o Strukturen des ländlichen Raums o Das Zusammenwirken von Erschließung und Holzernte o Multifunktionalität forstlicher Wegenetze o Historische Überblick o Aktuelle forstliche Infrastruktur der Schweiz - Infrastrukturmanagement im Waldbereich o Forstlichen Erschließungsplanung o Rahmenbedingungen o Konzepte o Methoden o Betriebsplanung o Waldentwicklungsplanung - Grundlagen der Gestaltung von Erschließungssystemen o Geologie o Bodenklassifizierung o Bodenmechanik - Gestaltung von Erschließungssystemen o Erschließungskonzepte o Abgrenzung der Erschließungskonzepte o Beurteilung von Varianten - Forstlicher Wegebau o Grunderschließung o Feinerschließung o Grundlagen der Vermessung und Kartierung o Planung des Trassenverlaufs o Design von Kurven und Spitzkehren o Fahrwegaufbau o Materialeinsatz und Transport o Hydrologische Aspekte o Software gestützte Planung des Trassenverlaufs o Optimierung des Trassenverlaufs o Erhaltungsmaßnahmen - Folgenabschätzung der Erschließung und Feinerschließung				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen der Physik Inhalte der LV "Waldnutzungskonzepte" (BSc) und "Waldökologie" (BSc)				

<b>701-1604-00L</b>	<b>Wildtierökologie und -management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Graf, C. Signer, S. Suter</b>
Kurzbeschreibung	Die Zahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt. HINWEIS: Alle Studierende werden auf die Warteliste gesetzt. In Mitteleuropa leben Wildtiere und Menschen in enger Nachbarschaft, was zu Nutzungskonflikten führt. In diesem Spannungsfeld sucht Wildtiermanagement nach praxistauglichen Lösungen. Die Studierenden lernen die Grundprinzipien des Wildtiermanagements kennen. In ausgewählten Fallbeispielen vertiefen sie die Systemkenntnis und die Faktoren, welche den Prozess der Lösungsfindung beeinflussen.				
Lernziel	In diesem Modul erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse des Wildtiermanagements und ausgewählter Konflikte zwischen Wildtieren und Nutzungsinteressen des Menschen. Die Studierenden können... <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Wildtier-Mensch-Konflikten ablaufende Prozesse sowie die zu Grunde liegenden biologischen und ökologischen Faktoren beurteilen.</li> <li>• die Perspektiven der beteiligten «Stakeholder» integrieren.</li> <li>• adäquate Ziele und Massnahmen im Rahmen der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren.</li> <li>• Konzepte erstellen, um die Wirksamkeit umgesetzter Massnahmen zu prüfen.</li> </ul>				

Inhalt	<p>Wildtiermanagement ist ein Steuerungsprozess zum Lösen von Aufgaben und Problemen mit Bezug zu Wildtieren und ihren Lebensräumen. Es bewegt sich im Überschneidungsbereich von Ökologie, Naturschutzbiologie sowie wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen.</p> <p>In theoretischen Referaten, Fallbeispielen und drei Feldexkursionen werden die Studierenden die Schritte eines kompletten Wildtiermanagement-Zyklus reflektieren, von der Problemanalyse über die Definition der Ziele und adäquater Massnahmen bis zur Wirkungskontrolle.</p> <p>Dieses Modul beinhaltet zwei Semesterwochenstunden im Frühlingsemester und drei ganztägige Exkursionen während oder nach dem Semester.</p> <p>Auf Grund logistischer Aspekte in den Exkursionen wird die maximale Zahl der Studierenden auf 25 beschränkt. Die Selektion basiert auf der Basis "first come, first served" unter den Studierenden, welche die Voraussetzungen erfüllen.</p>				
	<p>Woche Thema</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einführung Wildtiermanagement</li> <li>2 Biologie und Ökologie des Wildschweins</li> <li>3 Wildschweinmanagement</li> <li>4 Ökologie und Management des Bibers</li> <li>5 Wald-Wildtier Interaktionen I</li> <li>6 Ökologie und Management des Rothirschs</li> <li>7 Wald-Wildtier Interaktionen II</li> <li>8 Diskussion Grossraubtiere</li> <li>9 Konfliktmanagement im WTM / Zukunft der Jagd in der Schweiz</li> <li>10 Technischer Fortschritt im Wildtiermonitoring (Fotofallen, Bioakustik, Telemetrie)</li> <li>11 Wildtiere und Freizeitaktivitäten</li> <li>12 Ökologische Infrastruktur, Wildtierkorridore und Prävention von Wildtierunfällen im Verkehr</li> <li>13 Nationale Wildtierinventare (Säugetieratlas, Rote Liste, etc.) und zukünftige Herausforderungen im Wildtiermanagement</li> </ol>				
Literatur	Robin K., Graf R.F., Schnidrig R. 2017. Wildtiermanagement – eine Einführung. Haupt-Verlag, Bern				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Die Inhalte der folgenden BSc-Lehrveranstaltungen werden für die Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung vorausgesetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Dendrologie</li> <li>• Waldökologie</li> <li>• Landschaftsökologie</li> <li>• Ökologie der Wirbeltiere</li> </ul>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung	geprüft gefördert gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert		
<b>701-1640-00L</b>	<b>Selected Topics of Multifunctional Forest Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>5P</b>	<b>M. Lévesque</b>
Kurzbeschreibung	In 9 full-day excursions, the three most frequent forest management systems (Swiss Femelschlag, single-tree selection / plenter forest and continuous cover forestry) are deepened. Key concepts are presented during the course, illustrated with concrete examples in the forest and put into practice. The practical course offers a unique possibility to exchange with experts and forest practitioners.				
Lernziel	At the end of this practical course, participants will:				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. have a consolidated understanding of multifunctional forest management and silviculture based on concrete examples, especially regarding the three most frequent silvicultural systems used in Switzerland <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Swiss Femelschlag</li> <li>▪ Single tree selection system (Plenter forest)</li> <li>▪ Continuous cover forestry (Dauerwald)</li> </ul> </li> <li>2. be able to conduct silvicultural assessments, evaluate silvicultural options and design concrete management recommendations for maintaining resilient and multifunctional forests.</li> </ol>				
Inhalt	<p>Nine full-day excursions on the following topics (they may change):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Swiss Femelschlag: theory, regeneration urgency and timing</li> <li>2. Swiss Femelschlag: Regeneration processes, periods, and spatial order</li> <li>3. Swiss Femelschlag: Regeneration and planning of silvicultural interventions</li> <li>4. Swiss Femelschlag: natural regeneration and felling systems, regeneration techniques</li> <li>5. Continuous cover forestry in broadleaved forests: theory and marteloscope exercise</li> <li>6. Classic single-tree selection (Plenter) system with spruce, fir and beech and transformation from even-aged forest to plenter forest</li> <li>7. Continuous cover forestry in broadleaved forests: Possibilities and limits</li> <li>8. Multifunctional forest management in the Black Forest</li> <li>9. Silviculture to sustain biodiversity and ecological continuity in oak forests</li> </ol> <p>This practical course allows students to exchange with forest practitioners and silviculture experts, as they will often contribute to the excursions.</p>				
Skript	None Lecture notes and documents will be provided				
Voraussetzungen / Besonderes	Knowledge of English and German language required. Some excursions will be held in German. Successful completion of the courses "Waldnutzungskonzepte" and "Multifunctional Forest Management" is advisable, but not necessary.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien	geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft geprüft gefördert

## ►►► Entscheidungsfindung, Politik und Planung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0743-01L</b>	<b>Rechtlicher Umgang mit natürlichen Ressourcen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Dajcar</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs vermittelt die Möglichkeiten und Schranken des Rechts zum Schutz natürlicher Ressourcen sowie von Kulturlandschaften. Es wird aufgezeigt, wie man komplexe Situationen, insbesondere raumbezogene Planungen rechtlich aus ganzheitlicher Sicht angeht. Dem präzisen schriftlichen Ausdruck wird ein hoher Stellenwert eingeräumt.				
Lernziel	Die Veranstaltung hat zum Ziel, die Studierenden mit der rechtlichen Dimension von umweltrelevanten Sachverhalten vertraut zu machen und das Verständnis für die komplexen Zusammenhänge innerhalb der Rechtsordnung zu fördern. Typische Probleme, die sich bei der praktischen Umsetzung des Umwelt- und Raumplanungsrechts stellen, sollen erkannt, systematisch erfasst und anhand von konkreten Fällen bearbeitet werden. Ein wichtiges Ziel stellt das Verfassen von präzisen schriftlichen Antworten dar.				
Inhalt	Der Kurs bietet anhand von konkreten Rechtsfällen eine Vertiefung in folgende Rechtsgebiete: Waldrecht - Natur- und Landschaftsschutzrecht - Raumplanungsrecht Unterrichtssprache: Deutsch				
Skript	Den Studierenden werden Unterlagen via elektronische Plattform Moodle abgegeben.				
Literatur	Griffel, A.; Raumplanungs- und Baurecht in a nutshell, Dike Verlag, 4. Auflage, Zürich/St. Gallen 2021 Griffel, A.; Umweltrecht in a nutshell, Dike Verlag, 3. Auflage, Zürich/St. Gallen 2023				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs dient der Vertiefung von Fragestellungen aus dem Wald-, Naturschutz-, Landschaftsschutz- und Raumplanungsrecht. Der vorgängige Besuch des Kurses "Umweltrecht: Konzepte und Rechtsgebiete" (851-0705-01) wird empfohlen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Verhandlung	gefördert gefördert gefördert geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert		

<b>701-1571-00L</b>	<b>Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Vienni Baptista, S. Hoffmann</b>
Kurzbeschreibung	<i>The course is especially recommended for, but not restricted to, students considering to enroll in the Transdisciplinary case study (tdCS) (701-1502-00L).</i> Meeting environmental and societal challenges requires responses that integrate a wide range of perspectives from different disciplines (i.e., interdisciplinary integration), as well as from science, policy and practice (i.e., transdisciplinary integration). Drawing on case studies, students will explore concepts, methods and tools of integration in a hands-on experiential setting.				
Lernziel	The course advances students subject- and method-specific competencies to analyse complex environmental and societal problems in order to design effective policy- and/or practice-oriented research projects or programs to address them. Integration, in this course, is a integral part of inter- and transdisciplinary research. It implies the co-production and synthesis of different knowledges, perspectives, insights, interests, expectations and collaborative approaches towards a problem and its potential solutions. It is a fundamental process in research when collaborating across scientific disciplines (e.g., natural and social sciences) and thematic fields (e.g., policy analysis) and working at the interface between science, policy and practice. The course offers a hands-on experiential setting together with empirical cases situated at that interface.				
	At the end of the course students are able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand and apply concepts of interdisciplinary and transdisciplinary integration, distinguish different dimensions and explain basic principles.</li> <li>• Apply different methods and tools of integration to complex environmental and societal problems and discuss their strengths and weaknesses, potentials and limitations.</li> <li>• Reflect on researchers' diverse roles in integration processes and discuss personal competencies and expertises needed to fulfill these roles.</li> <li>• Assess challenges and opportunities in designing, planning and implementing an integration process and generating an integrated output.</li> </ul>				

Inhalt	<p>The course focuses on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepts of interdisciplinary and transdisciplinary integration (i.e. process, output, one-sided, mutual) across different scientific communities (science of team science, integration and implementation science, science and technology studies, transformative research).</li> <li>• Dimensions (i.e. strategic, cognitive, social, emotional, spatial, temporal) and principles of integration (i.e. design integrative process, form diverse group, forge robust social bonds, create boundary objects, etc.).</li> <li>• Indicators (i.e. qualitative and quantitative) for assessing integration processes and integrated outputs.</li> <li>• Methods and tools of integration (e.g. Theory of Change, Nomadic concepts, Common conceptual framework, Joint research questions, etc.).</li> <li>• Researchers' roles in integration processes at the interface between science, policy and practice.</li> <li>• Personal competencies (e.g. flexibility, creativity, humility, persistence, patience, etc.) and expertise in integration (i.e. contributory expertise, interactional expertise, referred expertise).</li> </ul> <p>To approach these topics students will work on specific tasks within a diversity of case studies to gain hands-on experience on inter- and transdisciplinary integration. Cases lie at the interface between science, policy and practice targeting interdisciplinary and transdisciplinary integration (including humanities and social sciences). Experts from different research projects or programs will be invited to share insights from selected case studies, for example: innovative resource-oriented water and sanitation systems (WINGS), sustainable water management (NRP61), transformation of pesticide governance (TRAPEGO), integrated assessment models for sustainable development (DIAMOND), design and discovery of novel materials for energy harvesting (INTERSECTIONS), coordinated interactions between the Swiss society and the energy system (COSI).</p>				
Literatur	<p>Mandatory reading</p> <p>Concepts and theories</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohl, C., Klein, J.T., Hoffmann, S., Mitchell, C., Fam, D. (2021) Conceptualising transdisciplinary integration as a multidimensional interactive process, <i>Environmental Science &amp; Policy</i>, Volume 118, Pages 18-26, <a href="https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.005">https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.005</a></li> <li>• Vienni-Baptista, B., Fletcher, I., Lyall, C. Pohl, C. (2022) Embracing heterogeneity: Why plural understandings strengthen interdisciplinarity and transdisciplinarity, <i>Science and Public Policy</i>, 2022,; scac034, <a href="https://doi.org/10.1093/scipol/scac034">https://doi.org/10.1093/scipol/scac034</a></li> </ul> <p>Dimensions and principles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazey, I., Schöpke, N., Caniglia, G., Patterson, J., Hultman, J., van Mierlo, B., et al. (2018). Ten essentials for action-oriented and second order energy transitions, transformations and climate change research, <i>Energy Research &amp; Social Science</i>, Volume 40, 2018, Pages 54-70, <a href="https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.026">https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.026</a>.</li> </ul> <p>Methods and tools</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O'Rourke M (2017) Comparing methods for cross-disciplinary research <i>The Oxford handbook of interdisciplinarity</i>. Oxford University Press, Oxford</li> </ul> <p>Researchers roles, competencies and expertise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulten E, Hessels LK, Hordijk M, Segrave AJ (2021) Conflicting roles of researchers in sustainability transitions: balancing action and reflection. <i>Sustain Sci</i> 16 (4):1269-1283. <a href="https://doi:10.1007/s11625-021-00938-7">https://doi:10.1007/s11625-021-00938-7</a></li> <li>• Hoffmann, S., Deutsch, L., Klein, J.T. et al. (2022) Integrate the integrators! A call for establishing academic careers for integration experts. <i>Humanit Soc Sci Commun</i> 9, 147 (2022). <a href="https://doi.org/10.1057/s41599-022-01138-z">https://doi.org/10.1057/s41599-022-01138-z</a></li> </ul> <p>Complementary readings and resources</p> <p>Students will be offered complementary readings and online resources to use in the group work. The list will be provided in Moodle. Some examples of those resources are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guides and Case studies, SHAPE-ID toolkit (<a href="https://www.shapeidtoolkit.eu/downloadable-guides/">https://www.shapeidtoolkit.eu/downloadable-guides/</a>)</li> <li>• Methods factsheets for transdisciplinary research, td-net toolbox (<a href="https://naturalsciences.ch/co-producing-knowledge-explained/about">https://naturalsciences.ch/co-producing-knowledge-explained/about</a>)</li> <li>• Selected posts, Integration and Implementation Insights Blog (<a href="https://i2insights.org">https://i2insights.org</a>)</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Assignments</p> <p>The lessons offer conceptual and/or methodological inputs presented by the lecturers, case studies introduced by invited experts as well as enough time for group and individual activities carried out by students. Each lesson will be structured in a different way, allowing students to understand and apply different concepts, methods and tools, explore different dimensions and principles of inter- and transdisciplinary integration. The mandatory readings provide the basis for fulfilling the two mandatory assignments:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Group assignment: Analyse and compare four empirical case studies in terms of integration using a tailored rubric including core elements of the course (i.e. concepts, theories, methods, tools, roles, etc.) in groups of 3-4 students (groups will be decided by students); prepare an oral presentation including individual insights on integration, consolidated insights on group dynamics, and key findings on case studies; upload final and complete rubric and presentation on moodle.</li> <li>2. Individual assignment: Write a learning journal with individual reflections on the course content, the group work and the challenges and opportunities students experienced in bringing different perspectives together when preparing assignment 1 using a guideline provided by the lecturers.</li> </ol>				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Verhandlung</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p>		
701-1580-00L	Environmental and Agricultural Regulation: Law and Governance	W	3 KP	1V	R. Norer, S. Hug

After 01.03.2024 no registration possible.  
 Target group and waiting list will be invited to the  
 mandatory introduction on 04.03.2024.

Kurzbeschreibung	This course first introduces the students to the main features of international environmental law (actors, sources, key concepts, governance structures and institutional frameworks) and gives an overview of its foundational principles and objectives. In addition, particular subject matters such as climate change, flora, fauna and biodiversity and agricultural regulations will be looked at.
Lernziel	The aim of this course is to make students with a technical scientific background aware of the legal and political context of international environmental and agricultural policy and to give them an understanding of the legal framework surrounding environmental protection and agriculture.
Inhalt	Topics covered in lectures: 1. Introduction and key concepts 2. Fresh Water Resources 3. Climate 4. Wolves and pasture economy 5. Glyphosate and public participation 6. Int. environmental governance 7. Performance review
Literatur	What's indispensable? • Selected articles and cases will be made available • Ulrich Beyerlin/Thilo Marauhn, International Environmental Law, Hart Publishing, Oxford 2011  Further Literature: • Lavanya Rajamani and Jacqueline Peel (eds.), The Oxford Handbook of International Environmental Law, Oxford University Press, Oxford 2nd ed 2021 • Brian Jack, Agriculture and EU environmental law, Ashgate 2009
Voraussetzungen / Besonderes	No specific pre-existing legal knowledge is required, however all students must have successfully completed "Grundzüge des Rechts" (851-0708-00 V) or "Umweltrecht" (851-0738-04) or must have comparable knowledge.

The course is taught in an interactive way and participation is expected from the students. Participation will be capped at 30 in order to maintain the interactive nature of the classes. All classes, readings, and assignments, are in English. Performance will be assessed through a paper, a short presentation and a short performance review.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
-------------	-----------------------------	-----------------------	-----------

<b>103-0330-00L</b>	<b>Landscape Aesthetics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Rodewald</b>
---------------------	-----------------------------	----------	-------------	-----------	--------------------

Kurzbeschreibung	Landschaftsästhetik - Theorie und Praxis im Umgang mit der sinnlichen Wahrnehmung von Landschaftsqualitäten. Die Vorlesung umfasst Kurzexkursionen, Theorie- und Praxisvermittlung im Zusammenhang mit ästhetischen Landschaftsqualitäten und deren Entwicklungszielen.				
Lernziel	Kennenlernen der Konzepte der Landschaftsästhetik und Erarbeitung eines Überblicks über die Bedeutung, die Methoden und Anwendungsmöglichkeiten der ästhetischen Landschaftsbewertung und -entwicklung.				
Inhalt	Ästhetische Qualitäten der Landschaften sind schwer zu fassen. Dennoch spielen sie in der Beurteilung von Landschaftsveränderungen eine grosse Rolle. Seit einigen Jahren kommt den wahrnehmungstheoretischen und praktischen Methoden, welche das sinnliche Erfahrungspotenzial von Landschaften verständlich und erfassbar machen, ein wachsendes Interesse zu. Die praktische Auseinandersetzung mit Landschaften und ihren Entwicklungen erfordert ein Kennenlernen der Konzepte "Schönheit" und "ästhetische Wahrnehmung und Bewertung".				
Skript	Rodewald, R., Hangartner M., Bögli, N., Sudau, M., Switalski, M., Grêt-Regamey, A. 2020: Landscape Aesthetics: Theory and Practice of the Sensuous Cognition of Landscape Qualities – Lecture Script				
Literatur	Bourassa, S.C. 1991. The aesthetics of landscape, London Nohl, W. 2015. Landschaftsästhetik heute. Auf dem Wege zu einer Landschaftsästhetik des guten Lebens. Ausgewählte Aufsätze aus vier Jahrzehnten, München Rodewald, R., Gantenbein, K. 2016. Arkadien. Landschaften poetisch gestalten, Zürich Rodewald R., Liechi K. 2016. From Campagna to Arcadia: Changes in the reception of terraced landscapes in art and their practical implications. Annales Series Historia et Sociologia 26(3): 363-374. Wöbse, H. H. 2002. Landschaftsästhetik, Stuttgart				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Lektüre von Bourassa The aesthetics of landscape, 1991, wird erwartet.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		

<b>103-0468-00L</b>	<b>Participatory Environmental Modeling</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Salliou, B. Black, A. Grêt-Regamey, J. Schuur</b>
---------------------	---	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	The lecture engages students in a participatory modelling process of diverse, real-world, environmental problems working alongside a partner organisation. This years case studies come from three organisations: Transiterra in France, Mountain Wilderness in Switzerland and the Wildlife Conservation Society in Cambodia, with details provided below.				
Lernziel	In this course students will learn: • The process of developing a model to address an environmental problem: from choosing an appropriate technique (Agent-based modelling, Bayesian Networks and System dynamics), to conceptualization and model building. • Communication and facilitation skills to foster effective and legitimate collaboration with stakeholders.  Students then apply this knowledge and skills to a real-life case study, creating a model with stakeholders to address an environmental problem.				

Inhalt	This year the case studies will be based around the following themes:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• What are the relevant factors involved in the decision to clear land for Cashew production in villages surrounding the Keo Seima Wildlife Sanctuary, Cambodia? With Emiel de Lange and Henry Travers from WCS Cambodia</li> <li>• How does participation and compliance with a Payment for Ecosystem Services scheme for cashew production in Cambodia evolve in a community setting over time? With Emiel de Lange and Henry Travers from WCS Cambodia</li> <li>• What are the social factors influencing the approval of alpine solar energy projects in Wallis and Graubünden? With Aaron Heinzmann from Mountain Wilderness</li> <li>• What factors influence the perception of landscape wilderness in Switzerland? With Luisa Deubzer from Mountain Wilderness</li> <li>• How to assemble diversified and viable farms? With Silvère Dumazel from Transiterria</li> </ul>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert gefördert geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft geprüft gefördert gefördert gefördert gefördert
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement

<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				

## ► Vertiefung in Gesundheit, Ernährung und Umwelt

### ►► Öffentliche Gesundheit

*Das Modul Öffentliche Gesundheit ist obligatorisch für alle Studierende, die die Vertiefung Gesundheit, Ernährung und Umwelt gewählt haben.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>363-1066-00L</b>	<b>Designing Effective Projects for Promoting Health@Work</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. Bauer, P. Kerksieck</b>
Kurzbeschreibung	The fast-changing high-performance economy is highly dependent on healthy employees – and at the same time is putting their health at risk. Expectations of employees regarding health@work are rising. In a workshop format, students learn how to develop effective, exemplary projects to promote good working conditions, work-life balance or healthy lifestyles in companies.				
Lernziel	After active participation in the course, students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the key individual, team-level, and organizational factors influencing health@work</li> <li>• Be familiar with health-related challenges and opportunities of a changing world of work</li> <li>• Know intervention strategies for improving working conditions, work-life balance and health behaviors in companies</li> <li>• Be able to design an exemplary intervention project– based on key principles and a systematic planning cycle</li> </ul>				

**Inhalt**

The globalization and the digital transformation of our economy lead to fast changes in organizations and of working conditions. Work becomes more flexible regarding time, location and employment contracts. Simultaneously, employees become more demanding regarding their autonomy, the quality of working life and their work-life balance. In this dynamic context, offering standardized health promotion programs in companies is not sufficient anymore. Employers and employees need to jointly develop tailored approaches how to continuously assess and improve health@work. Thus, we want to enable you to support companies in this process.

The course consists of three parts. The first part with four sessions provides an introduction into approaches to promote health@work. The lectures will present and discuss these approaches using practical examples and discuss them with the students. The third lecture allows you identify the topic you like to work on during the course – and find other students for your related group work.

Session 1: Overview of course and of approaches to promote health@work  
 Session 2: Promoting Health @ Work: Improving working conditions  
 Session 3: Brainstorming: Find your group and your topic  
 Session 4: Promoting Health @ Work: (digital) lifestyle interventions  
 Session 5: Promoting Health @ Work: Work-Life-Balance and Leisure crafting interventions

The second part has a workshop format and aims to thoroughly develop the project ideas chosen by students in groups of two. The pitch presentations help to focus on the essence of the own idea and to trigger constructive feedback for improving it. These tutors support the teams in their systematic, detailed planning of the own project idea. Particularly, students will consider the four principles of successful health promotion projects: systematic planning, participation of stakeholders, combined individual- and environmental-level actions, integration into company routines.

Session 6: First pitch of group projects (Topic – Why / for whom / what you plan to do)  
 Session 7: Promoting health@work: SMART objectives; Project Management  
 Session 8: Promoting health@work: Balanced, focused strategy; plausible mechanism & outcomes (pitch)  
 Session 9: Compulsory 1:1 session with Teaching Assistants  
 Session 10: Promoting health@work: Organizational level change strategies & integration into organisation  
 Session 11: Promoting health@work: Evaluation types and methods

In the third part, the two-person project teams present their project plan in the plenary, discuss it with all students, and obtain feedback by the course leader.

Sessions 12: Presentations & discussions of projects (first half of groups)  
 Sessions 13: Presentations & discussions of projects (second half of groups)

Given the hands-on workshop character of this lecture, students are required to actively participate in all sessions. Besides raising knowledge on promoting health@work, the students generally will improve their project development skills. Also, as the course has students from D-MTEC, D-HEST and D-USYS, it facilitates their transdisciplinary exchange. Transdisciplinary skills are increasingly needed for addressing complex needs in our society.

**Literatur** Report 7. Workplace Health Management: Principles and Trends. Focus on Mental Health. Health Promotion Switzerland 2018

[https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report\\_007\\_HPS\\_2018-11\\_-\\_WHM\\_-\\_Principles\\_and\\_Trends.pdf](https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf)

**Voraussetzungen / Besonderes** A course for students dedicated to applied learning through projects. As the whole course is designed as a hands-on workshop for the students, active participation in all lectures is required. Class size limited to 30 students.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Verhandlung	gefördert
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>752-6104-00L</b>	<b>Nutrition for Health and Development</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Herter-Aeberli, J. Rigutto</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	The course presents nutrition and health issues with a special focus on developing countries. We look at micronutrient deficiencies, including their prevalence and assessment, and addressing these using food fortification. We also cover other aspects important to nutrition and health outcomes, such as WASH, food security, emergencies, infectious diseases, climate change, SDGs and more.				
<b>Lernziel</b>	This course aims to foster student knowledge and understanding of, research into, and application of learned tools and skills, in:				
	- evaluating nutritional problems in low- and middle-income countries				
	- commonly used nutrition and health indicators used to evaluate the nutritional status of populations				
	- micronutrient deficiencies and principles of food fortification with micronutrients as a solution				
	- other critical factors required for maximum success of nutrition interventions				
<b>Inhalt</b>	The course presents regional and global aspects and status of food security and commonly used nutrition and health indicators; child growth, childhood malnutrition and the interaction of nutrition and infectious diseases in developing countries; specific nutritional problems in emergencies; assessment methods and the prevalence of micronutrient deficiencies at regional and global level; principles of food fortification with micronutrients and examples of fortification programs; and other critical factors to consider for the success of global health nutrition programs and policy.				
<b>Skript</b>	Lecture notes will be made available per lecture via the Moodle course.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung Projektmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert

## ►► Ernährung und Gesundheit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>752-1300-01L</b>	<b>Food Toxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1G</b>	<b>S. J. Sturla, G. Aichinger</b>
Kurzbeschreibung	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations and toxins relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality.				
Lernziel	Course objectives are for the student to have a broad awareness of toxicant classes and toxicants relevant to food, and to know their identities (i.e. chemical structure or biological nature), origins, relevance of human exposures, general mode of biological action, and potential mitigation strategies.				
Inhalt	Builds on a foundation in Toxicology fundamentals to address situations relevant to Food Science, Nutrition, and Food Safety & Quality. Representative topics: Toxic Phytochemicals and Mycotoxins, Industrial Contaminants and Packaging Materials, Toxicants formed During Food Processing, Alcohol and Tobacco. The class is comprised of bi-weekly lectures, independent reading, and preparation of an independent evaluation of a food-related toxin.				
Literatur	Reading from the primary literature will be referenced in class and posted to the course website.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course "Introduction to Toxicology" (752-1300-00V) is a prerequisite for the students who want to take this course. Equivalent course may be accepted; contact the instructor.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft		
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
Persönliche Kompetenzen		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>752-6102-00L</b>	<b>The Role of Food and Nutrition for Disease Prevention</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Andersson</b>
Kurzbeschreibung	The course teaches the links between the diet and the etiology and progression of chronic diseases				
Lernziel	In this course, students will gain an understanding for the role of food and nutrition in the: - maintenance of health, - prevention of chronic disease, - progression of chronic diseases... ...at different life-stages.				
Skript	Presentations of the lecturers and relevant literature will be available on Moodle.				
Literatur	Obligatory course literature will be provided by the individual lecturers.				
Voraussetzungen / Besonderes	No compulsory prerequisites, but prior completion of Introduction to Nutritional Science (752-6001-00L) and Advanced Topics in Nutritional Science (752-6002-00L) is strongly advised.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung	gefördert gefördert		
<b>752-6303-00L</b>	<b>Neurobiology of Eating and Drinking ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>D. Burdakov</b>
Kurzbeschreibung	What neurons make us eat or drink? The course offers a multidisciplinary perspective on how the brain generates appetite and consumption, including approaches from biology and psychology, and modern experimental paradigms such as optogenetics. It will focus on analysis of recent primary research papers illustrating a selection of fundamental discoveries in this field in the past few years.				
Lernziel	Explain how specific neural circuits control eating and drinking, including insights from multiple experimental paradigms with appreciation of their limitations and solutions to these limitations.  Summarize detailed and specific primary research data into a more general picture, and communicate this process to a large audience in a clear way, including answering audience questions.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is an advanced neurobiology course, which is based on advanced research literature (academic reviews and original research articles), rather than textbooks. Knowledge of basic ("textbook-level") neurobiology is required in order to follow this course. Students who had basic courses in neurobiology during their bachelor (e.g. Physiology and Anatomy 1 and 2 of the ETH Food Science bachelor) will be sufficiently prepared for this course. Students without any background in neurobiology may need to do additional independent study in order to follow the course, since not much time will be dedicated to repeating basic neurobiology information during this course.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>752-6402-00L</b>	<b>Nutrigenomics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>G. Vergères</b>
Kurzbeschreibung	Nutrigenomics - toward personalized nutrition? Breakthroughs in biology recently led nutrition scientists to apply modern tools (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, genetics, epigenetics) to the analysis of the interactions of food with humans. The lecture presents these tools and illustrates their application in selected topics relevant to human nutrition and food sciences.				
Lernziel	- Overall understanding of the transdisciplinary research being conducted under the term nutrigenomics. - Overall understating of the omics technologies used in nutrigenomics and their applications to human nutrition and food science. - Ability to critically evaluate the potential and risks associated with the field of nutrigenomics				
Inhalt	- For the content of the script see section "Skript" below - The lecture is completed by presentations of the students (in group) of material related to the lecture.				
Skript	The script is composed of circa 440 slides (ca 15 slides/lecture) organized in 9 modules				
	Module 0 Nutrigenomics – Towards personalized nutrition				
	Module A Nutritional genomics				
	Module B Gut microbial genomics and nutrition				
	Module C Nutritional epigenomics				
	Module D Transcriptomics in nutrition research				
	Module E Proteomics in nutrition research				
	Module F Metabolomics in nutrition research				
	Module G Nutritional systems biology				
	Module H Personalized nutrition – opportunities and challenges				
Literatur	No extra reading requested. Most slides in the lecture are referenced with web addresses.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic training in biochemistry, molecular biology, physiology, and human nutrition. Interest in interdisciplinary sciences linking molecular biology to human health. Interest in the application of analytical laboratory methods to the understanding of human biology, in particular nutrition.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

## ►► Umwelt und Gesundheit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0662-00L</b>	<b>Environmental Exposures (Air Pollution and Noise) and Health Effects</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C.-T. Monn, M. Brink</b>
Kurzbeschreibung	Environmental exposures to air pollutants and noise and their effects on human health and well-being are discussed. Concepts and methods for exposure measurement and assessment are shown. In the first part of the lecture, air pollutants (e.g. fine particles and ozone) are dealt with. In the second part, noise exposure and its detrimental health effects stand in the foreground.				
Lernziel	Understand the basic concepts of exposure assessment (air pollution, noise exposure). Understand exposure-response relationships between environmental pollutants and disease risks. Know the methods used in health effects research and environmental epidemiology. Know how air pollution and noise are treated legally and by which means these factors can be reduced.				

Inhalt	Air Pollutants: - Sources of air pollutants - Fate in the atmosphere (dispersion, transformation etc.) - Indoor air pollution - Concepts of an exposure assessment - Concepts for setting air quality standards - Health effect of pollutants (e.g. from fine particles and ozone)  Noise - Introduction to acoustics, measurement of sound - Hearing and auditory processing - Exposure assessment of noise - Noise effects, Exposure-effect relationships of noise - Basics of noise control and abatement, exposure limits - Noise abatement policy		
Skript	Presentation slides (ppt, pdf) and additional files will be made available online prior to individual lecture dates.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

<b>701-1312-00L</b>	<b>Ecotoxicology</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3V</b>	<b>K. Schirmer, E. Janssen</b>
Kurzbeschreibung	This course will take up the principles of environmental chemistry and ecotoxicology from the bachelor courses and deepen the understanding on selected topics. Linkages will be made between i) bioavailability and effects, ii) structures of compounds and modes of toxic action, iii) effects over various biological levels, moderated by environmental factors, iv) chemical and biological assessments				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the key processes involved in fate, behavior and the bioaccumulation of (mainly) organic contaminants</li> <li>• demonstrate overview on and understanding of mechanisms of toxicity</li> <li>• relate structures and characteristics of compounds with effects</li> <li>• explain processes in hazard assessment and risk assessment</li> <li>• obtain further insight in integrative approaches in ecotoxicology</li> </ul>				
Inhalt	Units 1-4: Interactions of chemicals with the (a)biotic environment - physico-chemical properties - partitioning processes in environmental compartments - chemical analysis and effect directed analysis - partitioning to biological phases - uptake and elimination (Toxicokinetics part 1) - exercise: personal student chemicals and their environmental behavior  Units 5-7: Toxicokinetics and Toxicodynamics - toxicokinetic mechanisms: biotransformation and elimination - baseline toxicity, internal concentrations, molecular targets - specific molecular mechanisms of toxic actions – classification - consequences for organism/population function - Exercise: databases and estimation of toxicity  Unit 8-10: Toxic effects: from molecular to ecosystems - biological analysis and -omics approaches - level of complexity: molecules–cells–organisms–ecosystems - stress- and adaptive responses - multiple species concept - metal ecotoxicology  Unit 11-14: Stressor and exposure scenarios - mixtures and multiple stressors - targets and non-targets - dynamic exposures, time and dose, risk assessment - (inter) national case studies and linkage of learned concepts with approaches in practice - Exercise: linking compounds with modes of toxic action				
Skript	Material will be in the form of copies of lecture slides, selected publications and exercise material.				
Literatur	R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, third edition, Wiley, 2005				
Voraussetzungen / Besonderes	Principles of ecotoxicology, CH Walker, RM Sibly, SP Hopkin, DB Peakall, fourth edition, CRC Press, 2012 Required: 1. Basics in environmental chemistry 2. Basics in environmental toxicology				

<b>701-1350-00L</b>	<b>Case Studies in Environment and Health</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. McNeill, T. Julian, M. Scheringer</b>
Kurzbeschreibung	This course will focus on a few individual chemicals and pathogens from different standpoints: their basic chemistry or biology, their environmental behavior, (eco)toxicology, and human health impacts. The course will draw out the common points in each chemical or pathogen's history.				
Lernziel	This course aims to illustrate how the individual properties of chemicals and pathogens along with societal pressures lead to environmental and human health crises. The ultimate goal of the course is to identify common aspects that will improve prediction of environmental crises before they occur. Students are expected to participate actively in the course, which includes the critical reading of the pertinent literature and class presentations.				
Inhalt	Each class will feature the case study of a different chemical or pathogen that have had a profound effect on human health and the environment. The instructors will present eight to ten of these and the students will present a poster on their own pollutant or pathogen in groups of two. Students will be expected to contribute to the in class discussions and, on their selected topics, to lead the discussion.				
Skript	Handouts will be provided as needed.				
Literatur	Handouts will be provided as needed.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>701-1704-01L</b>	<b>Health Impact Assessment: Concepts and Case Studies</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Winkler</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the concept of health impact assessment (HIA) and discusses a suite of case studies in different contexts across the globe. HIA pursues an inter- and multidisciplinary approach, employs qualitative and quantitative methods with the overarching goal to support sustainable decision-making.				
Lernziel	After successful completion of the course, students should be able to: o critically reflect on the concept of HIA and the different steps from screening to implementation and monitoring; and o apply specific tools and methodologies for HIA of projects, programmes and policies in different social, ecological and epidemiological settings.				
Inhalt	The course will present a broad set of tools and methods for the systematic and evidence-based judgment of potential health effects related to projects, programmes and policies. Methodological features will be introduced and applied to a variety of case studies in the public sector (e.g. traffic-related air pollution, passive smoking and wastewater management) and private sector (e.g. extractive industries and renewable energies) all over the world.				
Skript	Handouts will be distributed.				
Literatur	Whenever possible, at least one peer-reviewed paper will be made available for each session.				

### ►► Infektionskrankheiten

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1708-00L</b>	<b>Infectious Disease Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. R. Regös, S. Bonhoeffer, R. D. Kouyos, S. Lehtinen</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces into current research on the population biology of infectious diseases. The course discusses the most important mathematical tools and their application to relevant diseases of human, natural or managed populations.				
Lernziel	Attendees will learn about: * the impact of important infectious pathogens and their evolution on human, natural and managed populations * the population biological impact of interventions such as treatment or vaccination * the impact of population structure on disease transmission  Attendees will learn how: * the emergence spread of infectious diseases is described mathematically * the impact of interventions can be predicted and optimized with mathematical models * population biological models are parameterized from empirical data * genetic information can be used to infer the population biology of the infectious disease				
Inhalt	The course will focus on how the formal methods ("how") can be used to derive biological insights about the host-pathogen system ("about"). After an introduction into the history of infectious diseases and epidemiology the course will discuss basic epidemiological models and the mathematical methods of their analysis. We will then discuss the population dynamical effects of intervention strategies such as vaccination and treatment. In the second part of the course we will introduce into more advanced topics such as the effect of spatial population structure, explicit contact structure, host heterogeneity, and stochasticity. In the final part of the course we will introduce basic concepts of phylogenetic analysis in the context of infectious diseases.				
Skript	Slides and script of the lecture will be available online.				
Literatur	The course is not based on any of the textbooks below, but they are excellent choices as accompanying material: * Keeling & Rohani, Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ Press 2008 * Anderson & May, Infectious Diseases in Humans, Oxford Univ Press 1990 * Murray, Mathematical Biology, Springer 2002/3 * Nowak & May, Virus Dynamics, Oxford Univ Press 2000 * Holmes, The Evolution and Emergence of RNA Viruses, Oxford Univ Press 2009				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge of population dynamics and population genetics as well as linear algebra and analysis will be an advantage.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>751-7408-00L</b>	<b>One Health</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>S. E. Ulbrich, T. Van Boeckel, J. Zinsstag</b>
---------------------	-------------------	----------	-------------	-----------	---

Kurzbeschreibung	Our health is irrevocably linked to those of animals and our environment. That is "One Health". This course will consolidate knowledge on the cause of diseases and the host's different defence mechanisms. Zoonotic diseases will be explored, along side arising issues concerning antibiotic resistance. Finally, the urgent yet challenging need for a multidisciplinary collaboration will be highlighted.		
Lernziel	Students will be able to understand, apply and disseminate the concept and methods of "One Health" regarding the respective different roles of the participating professionals across disciplines.		
	<p>Particularly, students acquire knowledge on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• infectious agents (bacteria, virus, parasites), their virulence and contagiousness;</li> <li>• the way particular zoonotic diseases manifest in individual animals and humans;</li> <li>• how zoonotic diseases spread across certain areas and manifest as epidemic or pandemic;</li> <li>• treatment options including preventive actions.</li> </ul> <p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the theoretical foundations and paradigms of the concept of One Health</li> <li>• analyze links between humans, animals and the environment</li> <li>• apply game theoretical approaches</li> <li>• measure the benefits of a cooperation between stakeholders</li> <li>• design One Health interventions</li> </ul>		
Inhalt	<p>Animals play an important role in the lives of humans across the globe. They provide food, fiber and livelihoods and are kept for travel, sport, education, or companionship. Over the last decades, global climate change and the worldwide land use alterations including deforestation and intensive farming practices have led to disruptions in environmental conditions and habitats that provide new opportunities for diseases to pass to animals.</p> <p>With the human population growing and expanding into geographic areas of former avoidance, more people live in close contact with wild and domestic animals, both livestock and pets. This close contact with animals provides increasing opportunities for zoonotic diseases to pass between animals and people, and to then spread among people. Zoonotic transmission can also occur in any context in which there is contact with or consumption of animals, animal products, or animal derivatives, which is likely in a companionistic (pets), economic (farming, trade, butchering), predatory (hunting, butchering or consuming wild game) or research context.</p> <p>The movement of people, animals, and animal products has increased due to the exponential enhancement of international mobility, travel and trade within the last century. As a result, both animal and human diseases can spread quickly around the globe, making issues of diseases not restricted to national borders.</p> <p>Thus, although the emergence of zoonotic diseases originated with the domestication of animals some thousands of years ago, only lately the spread of both endemic and new or emerging zoonotic diseases is of increasing worldwide concern as there has been a rise in frequency of appearance of new zoonotic diseases.</p> <p>Preventing strategies include hygiene techniques like hand washing, the use of aseptic material, wearing gloves and cooking food. Further treatment options include, but are not limited to vaccinations, the use of antimicrobial substances including antiseptics, disinfectants and antibiotics and pest control. Although antibiotic resistance occurs naturally, it is accelerated by the misuse of antibiotics in human and animal treatments. Thus, antibiotic resistance is one of the biggest threats to global health, food security, and development today.</p> <p>Agricultural Sciences, Veterinary medicine, Human Medicine and Environmental Sciences are core disciplines of importance. Professionals from animal (agricultural practitioners and scientists, veterinarians) and human health (doctors, nurses, public health practitioners, epidemiologists) as well as environment disciplines (ecologists, wildlife experts) together with policymakers need to communicate, collaborate on, and coordinate activities for successful public health interventions.</p>		
Skript	Study material: All lecture material will be provided via moodle.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ► Ergänzungen

### ►► Ergänzung in Nachhaltige Energienutzung

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-0206-00L	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
151-0928-00L	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				

Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion.				
Inhalt	The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>				
	IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>				
	IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>				
	Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien		geprüft geprüft	
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.				
	* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				
<b>227-0730-00L</b>	<b>Power Market II - Modeling and Strategic Positioning</b>	<b>W</b>	<b>6 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Reichelt, G. A. Koepfel</b>
Kurzbeschreibung	Optionen in der Energiewirtschaft Portfolio und Risiko Management: Hedging-Strategien und Risiko Bewertung Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken mit Realoptionen Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten Strategische Positionierung von Energieversorgungsunternehmen				
Lernziel	Die Studenten kennen die wesentlichen Derivate, die in der Elektrizitätswirtschaft zur Anwendung gelangen. Sie können Strategien zur Preisabsicherung erarbeiten bzw. bewerten. Sie verstehen die Optimierung von komplexen Wasserkraftwerksanlagen, kennen die Thematik der Kapazitätsmärkte und der Quotensysteme. Sie kennen die Grundlagen der Discounted Cash-flow (DCF) Methode sowie der Realoptionen und können sie für die Bewertung von Kraftwerken anwenden. Die Studenten können komplexe Energielieferverträge in die einzelnen Komponenten zerlegen und die Risiken identifizieren.				
Inhalt	Optionen in der Energiewirtschaft: Optionsbewertung mit Binominalen Bäumen und der Black-Scholes Formel, Sensitivitäten, implizite Volatilität Portfolio und Risiko Management: Delta- und Gamma-neutrale Preisabsicherung, Vergleich und Bewertung von Hedging-Strategien, Risiko Identifikation und -bewertung (Fallbeispiel) Optimierung und Hedging von Hydrokraftwerken Bewertung von Kraftwerken, Projekten und el. Netzen mit der discounted cash-flow Methode und Anwendung von Realoptionen Strategische Positionierung: Erarbeiten von verschiedenen Fällen (mini cases) Kapazitätsmärkte und Quotensysteme Anwendungen von Derivaten: komplexe Energielieferverträge mit Optionalitäten, flexible Produkte für Stromkunden Quantifizieren des Gegenparteirisikos Marketing des Produktes "Elektrizität"				
Skript	Handouts - all material in English				
Voraussetzungen / Besonderes	2-tägige Exkursion, Referate von Vertretern aus der Wirtschaft Moodle: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225">https://moodle-app2.let.ethz.ch/enrol/index.php?id=12225</a>				
<b>363-0514-00L</b>	<b>Energy Economics and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Filippini, S. Srinivasan</b>
Kurzbeschreibung	<i>It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw &amp; Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck &amp; Rubinfeld.</i> An introduction to energy economics and policy that covers the following topics: energy demand, investment in energy efficiency, investment in renewables, energy markets, market failures and behavioral anomalies, market-based and non-market based energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries.				

Lernziel	The students will develop an understanding of economic principles and tools necessary to analyze energy issues and to understand energy and climate policy instruments. Emphasis will be put on empirical analysis of energy demand and supply, market failures, behavioral anomalies, energy and climate policy instruments in industrialized and developing countries, and investments in renewables and in energy-efficient technologies.		
Inhalt	The course provides an introduction to energy economics principles and policy applications. The first part of the course will introduce the microeconomic foundation of energy demand and supply as well as market failures and behavioral anomalies. In a second part, we introduce the concept of investment analysis (such as the NPV) in the context of renewable and energy-efficient technologies. In the last part, we use the previously introduced concepts to analyze energy policies: from a government perspective, we discuss the mechanisms and implications of market oriented and non-market oriented policy instruments as well as applications in developing countries.  Throughout the entire course, we combine the material with insights from current research in energy economics. This combination will enable students to understand standard scientific literature in the field of energy economics and policy. Moreover, the class aims to show students how to relate current issues in the energy and climate spheres that influence industrialized and developing countries to insights from energy economics and policy.  Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.		
Voraussetzungen / Besonderes	It is recommended for students to have taken a course in introductory microeconomics. If not, they should be familiar with microeconomics as in, for example, "Microeconomics" by Mankiw & Taylor and the appendices 4 and 7 of the book "Microeconomics" by Pindyck & Rubinfeld.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert gefördert gefördert

<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas: electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		

## ►► Ergänzung in Physikalische Glaziologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>101-0288-00L</b>	<b>Snow and Avalanches: Processes and Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schweizer, S. L. Margreth</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt Schnee- und Lawinenprozesse und präventive Schutzmassnahmen im Sinne des integralen Risikomanagements.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Schnee- und Lawinenmechanik vermitteln</li> <li>- Methoden zur Modellierung von Schnee- und Lawinenprozessen aufzeigen</li> <li>- Wechselwirkung von Schnee- und Lawinen mit Objekten (Gebäude, Masten, Kunstbauten) und Natur (insb. Wald) darstellen</li> <li>- Methoden der kurz- und langfristigen Gefahrenanalyse erklären</li> <li>- Mögliche Schutzmassnahmen im Rahmen eines integralen Risikomanagements vorstellen</li> <li>- Grundlagen über Planung, Bemessung und Wirkung der verschiedenen kurz- und langfristigen Massnahmen vermitteln</li> </ul>				
Inhalt	Übersicht über Schnee- und Lawinenprozesse im Einzugsgebiet; Schneeniederschlag, Schneelasten, Extremwertstatistik; Schneeeigenschaften; Schneedecke; Interaktion Schneedecke-Atmosphäre; Lawinenbildung; Gefahrenbeurteilung, Lawinenprognose; Lawindynamik; Interaktion mit Objekten; Gefahrenzonierung; Schutzmassnahmen; Integrales Risikomanagement.				

Literatur Armstrong, R.L. and Brun, E. (Editors), 2008. Snow and Climate - Physical processes, surface energy exchange and modeling. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 222 pp.

Bründl, M., and Margreth, S.: Integrative risk management: The example of snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), edited by: Haerberli, W., and Whiteman, C., Hazards and Disaster Series, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 259-296, 2021.

BUWAL/SLF, 1984. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ, Bern.

Egli, T., 2005. Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern.

Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K. and Sokratov, S.A., 2009. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. HP-VII Technical Documents in Hydrology, 83. UNESCO-IHP, Paris, France, 90 pp.

Furukawa, Y. and Wettlaufer, J.S., 2007. Snow and ice crystals. Physics Today, 60(12): 70-71.

Margreth, S., 2007. Technische Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. 134 S.

McClung, D.M. and Schaerer, P. 2006. The Avalanche Handbook, 3rd ed., The Mountaineers, Seattle.

Mears, A.I., 1992. Snow-avalanche hazard analysis for land-use planning and engineering. 49, Colorado Geological Survey.

Schweizer, J., Bartelt, P., and van Herwijnen, A.: Snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), 2nd ed., edited by: Haerberli, W., and Whiteman, C., Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 377-416, 2021.

Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Reviews of Geophysics, 41(4): 1016, doi:10.1029/2002RG000123.

Shapiro, L.H., Johnson, J.B., Sturm, M. and Blaisdell, G.L., 1997. Snow mechanics - Review of the state of knowledge and applications. Report 97-3, US Army CRREL, Hanover, NH, U.S.A.

Voraussetzungen / Besonderes Ganztägige Exkursion (nicht obligatorisch) nach Davos zur Vertiefung ausgewählter Themen mit Einblick in die Tätigkeit des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Anfang März)

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

**651-1504-00L Snowcover: Physics and Modelling W 4 KP 3G M. Schneebeli, R. Dadic**

Kurzbeschreibung Snow is a fascinating high-temperature material and relevant for applications in glaciology, hydrology, atmospheric sciences, polar climatology, remote sensing and natural hazards. This course introduces key concepts and underlying physical principles of snow, ranging from individual crystals to polar ice sheets.

Lernziel The course aims at a cross-disciplinary overview about the phenomenology of relevant processes in the snow cover, traditional and advanced experimental methods for snow measurements and theoretical foundations with key equations required for snow modeling. Tutorials and short presentations will also consider the bigger picture of snow physics with respect to climatology, hydrology and earth science.

Inhalt The lectures will treat snow formation, crystal growth, snow microstructure, metamorphism, ice physics, snow mechanics, heat and mass transport in the snow cover, surface energy balance, snow models, wind transport, snow chemistry, electromagnetic properties, and experimental techniques.

The tutorials include a demonstration/exercise part and a presentation part. The demonstration/exercise part consolidates key subjects of the lecture using small data sets, mathematical toy models, order of magnitude estimates, image analysis and visualization, small simulation examples, etc. The presentation is given by the students, summarizing a relevant paper on the topic. The first practical experience with modern methods measuring snow properties can be acquired in the field excursion.

Skript Lecture notes, and selected publications.

Voraussetzungen / Besonderes We strongly recommend the field excursion to Davos on Saturday, March 09, 2024, in Davos. The excursion will teach you the primary use of traditional and modern field techniques (snow profile, Near-infrared photography, SnowMicroPen), and you will have the chance to use the instruments yourself. The excursion includes visiting the SLF cold laboratories with the micro-tomography setup and the snowmaker.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

**651-4162-00L Field Course Glaciology W 3 KP 6P A. Bauder, D. Farinotti, M. Werder**

Kurzbeschreibung *Priority is given to ETHZ students. If space is available UZH Geography and Earth System Sciences students may attend this field course at full cost.*

*No registration through myStudies. The registration for excursions and field courses goes through <http://exkursionen.erdw.ethz.ch> only.*

Lernziel Introduction to investigation methods in glaciology with both theory and experimental application. The students design, plan, and evaluate their individual projects, and present the results to their colleagues and the instructors.

- Introduction to measurement techniques in glaciology
- Experience with realisation of measurement and data analysis
- Interpretation and presentation of results

Inhalt	The course covers methodologies and techniques to analyse physical conditions of glaciers and their evolution. Basic measurement techniques of surveying, drilling as well as working with sensors and data loggers are introduced. Covered fields include topographical setting, mass balance, glacier fluctuations, ice flow and glacier hydrology. The course starts with an introduction in May at the end of the spring semester and is followed by 9 days in August including lectures at ETH and field work on Rhonegletscher.		
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in glaciology e.g. course 651-3561-00L Kryosphäre or 101-0289-00L Applied Glaciology is recommended. Good physical fitness and safe walking in pathless terrain required.		
Kompetenzen	Students registering for the course confirm having read and accepted the terms and conditions for excursions and field courses of D-ERDW <a href="https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf">https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/erdw/department/dokumente/studium/exkursionen/AGB_ERDW_Exkursionen_en.pdf</a>		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Projektmanagement Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert gefördert gefördert

### ►► Ergänzung in Einzugsgebiets-Management und Naturgefahren

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
101-0288-00L	<b>Snow and Avalanches: Processes and Risk Management</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Schweizer, S. L. Margreth</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt Schnee- und Lawinenprozesse und präventive Schutzmassnahmen im Sinne des integralen Risikomanagements.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Schnee- und Lawinenmechanik vermitteln</li> <li>- Methoden zur Modellierung von Schnee- und Lawinenprozessen aufzeigen</li> <li>- Wechselwirkung von Schnee- und Lawinen mit Objekten (Gebäude, Masten, Kunstbauten) und Natur (insb. Wald) darstellen</li> <li>- Methoden der kurz- und langfristigen Gefahrenanalyse erklären</li> <li>- Mögliche Schutzmassnahmen im Rahmen eines integralen Risikomanagements vorstellen</li> <li>- Grundlagen über Planung, Bemessung und Wirkung der verschiedenen kurz- und langfristigen Massnahmen vermitteln</li> </ul>				
Inhalt	Übersicht über Schnee- und Lawinenprozesse im Einzugsgebiet; Schneeniederschlag, Schneelasten, Extremwertstatistik; Schneeeigenschaften; Schneedecke; Interaktion Schneedecke-Atmosphäre; Lawinenbildung; Gefahrenbeurteilung, Lawinenprognose; Lawindynamik; Interaktion mit Objekten; Gefahrenzonierung; Schutzmassnahmen; Integrales Risikomanagement.				
Literatur	<p>Armstrong, R.L. and Brun, E. (Editors), 2008. Snow and Climate - Physical processes, surface energy exchange and modeling. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 222 pp.</p> <p>Bründl, M., and Margreth, S.: Integrative risk management: The example of snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), edited by: Haeberli, W., and Whiteman, C., Hazards and Disaster Series, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 259-296, 2021.</p> <p>BUWAL/SLF, 1984. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ, Bern.</p> <p>Egli, T., 2005. Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern.</p> <p>Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K. and Sokratov, S.A., 2009. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. HP-VII Technical Documents in Hydrology, 83. UNESCO-IHP, Paris, France, 90 pp.</p> <p>Furukawa, Y. and Wettlaufer, J.S., 2007. Snow and ice crystals. Physics Today, 60(12): 70-71.</p> <p>Margreth, S., 2007. Technische Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. 134 S.</p> <p>McClung, D.M. and Schaerer, P. 2006. The Avalanche Handbook, 3rd ed., The Mountaineers, Seattle.</p> <p>Mears, A.I., 1992. Snow-avalanche hazard analysis for land-use planning and engineering. 49, Colorado Geological Survey.</p> <p>Schweizer, J., Bartelt, P., and van Herwijnen, A.: Snow avalanches, in: Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters (Second Edition), 2nd ed., edited by: Haeberli, W., and Whiteman, C., Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 377-416, 2021.</p> <p>Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Reviews of Geophysics, 41(4): 1016, doi:10.1029/2002RG000123.</p> <p>Shapiro, L.H., Johnson, J.B., Sturm, M. and Blaisdell, G.L., 1997. Snow mechanics - Review of the state of knowledge and applications. Report 97-3, US Army CRREL, Hanover, NH, U.S.A.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Ganztägige Exkursion (nicht obligatorisch) nach Davos zur Vertiefung ausgewählter Themen mit Einblick in die Tätigkeit des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Anfang März)				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Problemlösung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Ergänzung in Forsttechnik und Holzprodukte

Um diesen Minor erfolgreich abzuschliessen, müssen KP für die beiden obligatorische Lehrveranstaltungen erworben werden:

- 701-1645-00 Forest Operations im HS und
- 701-1544-00 Forest Access and Transportation im FS

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-1544-00L</b>	<b>Forest Access and Transportation</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Griess, L. Bont</b>
Kurzbeschreibung	Die forstliche Infrastruktur ist Grundvoraussetzung einer nachhaltigen Forstwirtschaft. Forststraßen spielen eine Schlüsselrolle im kommerziellen Erfolg von Holzernemaßnahmen, bei der Pflege des Waldes und sind Hauptadern des Erholungstourismus. In dieser LV erwerben die Studierenden Grundkenntnisse der Planung und Instandhaltung forstlicher Infrastruktur.				
Lernziel	Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden die notwendigen Grundlagen der Walderschließungsplanung zu vermitteln, um sie in die Lage zu versetzen, geeignete Lösungen für bestehende und zukünftige Herausforderungen der forstlichen Erschließungsplanung zu entwickeln. Wir beginnen mit einem Überblick über die Geschichte des Holztransportes und einer Betrachtung der technischen Entwicklungen und sich ändernden Ansprüche bis hin zu heutigen Gegebenheiten. Auf Basis aktueller und zukünftig erwarteter Bedürfnisse analysieren wir im Weiteren Aspekte des Infrastrukturmanagements im Waldbereich auf Landschaftsebene. Ökonomische wie ökologische Konsequenzen, die aus der Erstellung forstlicher Infrastruktur entstehen, werden analysiert. Abschließend konkretisieren wir unsere Betrachtungen auf die Grundlagen der Gestaltung und die aktive Anlage und Pflege von Erschließungssystemen. Dieser Kursteil beinhaltet neben der Übersicht über die Herangehensweise and die Entwicklung neuer Systeme auch den Rückbau veralteter oder überflüssiger Wege. Im Rahmen eine Fallstudie durchlaufen die Studierenden schließlich den vollständigen Prozess des forstlichen Wegebaus unter Einbeziehung bestehender Rahmenbedingungen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Walderschließungsplanung <ul style="list-style-type: none"> <li>o Strukturen des ländlichen Raums</li> <li>o Das Zusammenwirken von Erschließung und Holzernete</li> <li>o Multifunktionalität forstlicher Wegenetze</li> <li>o Historische Überblick</li> <li>o Aktuelle forstliche Infrastruktur der Schweiz</li> </ul> </li> <li>- Infrastrukturmanagement im Waldbereich <ul style="list-style-type: none"> <li>o Forstlichen Erschließungsplanung</li> <li>o Rahmenbedingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Konzepte</li> <li>o Methoden</li> <li>o Betriebsplanung</li> <li>o Waldentwicklungsplanung</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- Grundlagen der Gestaltung von Erschließungssystemen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Geologie</li> <li>o Bodenklassifizierung</li> <li>o Bodenmechanik</li> </ul> </li> <li>- Gestaltung von Erschließungssystemen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erschließungskonzepte</li> <li>o Abgrenzung der Erschließungskonzepte</li> <li>o Beurteilung von Varianten</li> </ul> </li> <li>- Forstlicher Wegebau <ul style="list-style-type: none"> <li>o Grunderschließung</li> <li>o Feinerschließung</li> </ul> </li> <li>o Grundlagen der Vermessung und Kartierung</li> <li>o Planung des Trassenverlaufs</li> <li>o Design von Kurven und Spitzkehren</li> <li>o Fahrwegaufbau</li> <li>o Materialeinsatz und Transport</li> <li>o Hydrologische Aspekte</li> <li>o Software gestützte Planung des Trassenverlaufs</li> <li>o Optimierung des Trassenverlaufs</li> <li>o Erhaltungsmaßnahmen</li> <li>- Folgenabschätzung der Erschließung und Feinerschließung</li> </ul>				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen der Physik Inhalte der LV "Waldnutzungskonzepte" (BSc) und "Waldökologie" (BSc)				
<b>101-0678-00L</b>	<b>Wood Physics &amp; Wood Materials</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>I. Burgert, G. A. De Freitas Siqueira, G. Panzarasa</b>
Kurzbeschreibung	Fundamental relationships between structure and properties of wood and wood-based materials are covered. Based on the hierarchical structure of wood, the course conveys aspects of nanostructural characterization and micromechanical analysis. In view of recent wood material developments, concepts for the assembly of advanced wood materials and cellulose-based materials will be demonstrated.				
Lernziel	Wood is a renewable resource, which is increasingly used in engineering applications. Main objective of the course is a better understanding of physical properties of wood, wood-based materials and functional wood materials as well as the underlying relationships between structure and properties. This knowledge is fundamental for an appropriate use of wood and wood-based materials in common and new fields of application.				
Inhalt	<p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hierarchical structure of wood and assembly of wood-based products</li> <li>Wood properties, such as density, wood moisture content, swelling and shrinkage</li> <li>Mechanical properties at different length scales</li> <li>Nanostructural characterization</li> <li>Materials from nanocellulose</li> <li>Wood modification</li> <li>Wood polymer composites</li> <li>Wood hybrid materials</li> <li>Functional wood materials</li> </ul>				

Skript	Handouts will be provided prior to each lecture.		
Literatur	Niemz, P.; Sonderegger, W.: Holzphysik - Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, Hanser Verlag 2017 Bodig, J.; Jayne, B.A.: Mechanics of wood and wood composites. Krieger, Malabar, Florida 1993 Dunky, M.; Niemz, P.: Holzwerkstoffe und Leime. Springer, Berlin 2002 Wagenführ, A.; Scholz, F.: Taschenbuch der Holztechnik (Kapitel 1.4 und 2, P. Niemz), Hanser Verlag 2008		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert

## ►► Ergänzung in Landwirtschaftliche Pflanzenproduktion und Umwelt

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-0280-00L</b>	<b>Kulturpflanzen im World Food System</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Walter, A. Lüscher</b>
Kurzbeschreibung	Kulturpflanzen im World Food System stellt ausgewählte Kulturpflanzen im Kontext verschiedener Nutzungssysteme der Schweiz und der Tropen dar und zeigt gegenseitige Beziehungen auf. Am Beispiel dieser Pflanzen werden allgemeine Prinzipien des Anbaus und der Bedeutung im World Food System dargestellt.				
Lernziel	Die Lehrveranstaltung zielt darauf ab, unter den Studierenden das Verständnis zu fördern für die Herkunft unserer Nahrungsmittel und für die Grundlagen, Möglichkeiten und Einschränkungen bei deren Erzeugung. Am Beispiel ausgewählter Kulturpflanzen stärkt sie die Fähigkeit der Studierenden, Nutzungssysteme zu analysieren und Anbausysteme von Kulturpflanzen als Ausdruck ökologischer und ökonomisch-politischer Rahmenbedingungen zu verstehen.				
	Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage: a) Die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen der Schweiz zu erkennen. b) Nutzungssysteme im weltweiten Kontext und ihre Beziehungen untereinander zu analysieren. c) Anbausysteme von Kulturpflanzen und ihre Bedeutung im Ernährungssystem als Ausdruck ökologischer und betrieblicher Rahmenbedingungen zu verstehen d) Auswirkungen des Marktes (Inland, Export) und ökologisch-politischer Rahmenbedingungen auf Anbausystem und -intensität einiger ausgewählter Kulturpflanzen zu erfassen				
Inhalt	Die Veranstaltung gliedert sich in zwei Abschnitte, die von Dozierenden aus dem jeweiligen Fachgebiet unterrichtet werden.  Im ersten Abschnitt von acht oder neun Doppelstunden werden vor allem zentrale Kulturpflanzen der Schweiz und angrenzender Länder behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei auf Weizen gelegt. Für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturpflanzen werden zentrale Aspekte der Produktion, aber auch der Nutzung und Qualitätskriterien der Produkte vorgestellt. Auch Weiterentwicklungsmöglichkeiten für Anbau und Entwicklung neuer Sorten sowie Forschungsfelder werden angesprochen. Ferner werden ausgewählte tropische Nutzpflanzen in für sie typischen Nutzungssystemen dargestellt. Bei allen Kulturpflanzen werden folgende Themen in unterschiedlicher Intensität behandelt: Ihre Bedeutung im Ernährungssystem, daraus gewonnene Produkte, Botanik, Oekophysiologie, Anbautechnik, Züchtung sowie ernährungsphysiologische Aspekte.  Im zweiten Abschnitt werden die Bedeutung der Wiesen und Weiden als Landnutzungsform und das Leitbild des Schweizerischen Futterbaus vorgestellt. Morphologische Eigenschaften und Ansprüche der wichtigsten Gräser- und Leguminosenarten zur Raufutterproduktion im gemässigten Klima werden dargestellt. Darauf aufbauend wird beispielhaft die Bewirtschaftung intensiv und extensiv genutzter Wiesen behandelt und aufgezeigt wie sich diese unterschiedliche Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung und die Leistungen der Wiese auswirkt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>751-4002-00L</b>	<b>Graslandssysteme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit und ihre Besonderheiten vorgestellt. Vorkommen, Artenzusammensetzung, Böden, Management und Erträge werden ebenso angesprochen wie der Einfluss von Feuer, invasiven Arten oder Übernutzung. Die Nutzung von existierenden Datensätzen wird thematisiert.				
Lernziel	Die Studierenden werden wichtige Graslandssysteme und ihre ökologischen Besonderheiten auf globalem Massstab kennen, fähig sein, verschiedenartige Einflüsse auf Erträge und Stoffumsätze in Graslandssystemen verschiedener Klimate grob abzuschätzen und zu bewerten, und in der Lage sein, selbstständig mit Fachliteratur und bereits vorhandenen Datensätzen zu arbeiten, in der Gruppe ein Forschungsprojekt zu planen und eine Vorstudie zu machen sowie diese im Plenum zu präsentieren.				
Inhalt	In diesem Kurs werden Grasländer weltweit betrachtet und ihre Besonderheiten, v. a. in der Artenzusammensetzung, den Stoffumsätzen und ihrer Bewirtschaftung, im Vergleich zu Schweizer Grasländern erarbeitet. Faktoren wie Feuer, invasive Arten, Übernutzung, Extensivierung und Intensivierung werden besprochen. Auswirkungen von globalem Wandel, d. h., Änderungen im Klima und in der Landnutzung, auf Grasländer und ihre Erträge sowie Auswirkungen internationaler Verträge (Kyoto-Protokoll, Biodiversitätskonvention, Desertifikationskonvention) werden diskutiert.				
Skript	Handouts stehen online.				
Voraussetzungen / Besonderes	Dieser Kurs basiert auf den Kursen "Öko- und Ertragsphysiologie" und "Crop Science: Teil Futterbau". Er bildet die Basis für den ebenfalls systemorientierten Kurs "Biogeochemistry and Sustainable Management" im Master.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
Soziale Kompetenzen		Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			geprüft
Persönliche Kompetenzen		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>751-4107-01L</b>	<b>Einführung in den Acker- und Futterbau</b> <i>Diese Veranstaltung ist ein Teil der umfangreicheren Lehrveranstaltung 751-4107-00 Pflanzenbau und NUR für Studierende im Nebenfach oder Minor gedacht.</i>  <i>Diese LE kann nur von Studierende besucht werden, die NICHT im BSc Agrarwissenschaften eingeschrieben sind.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Walter</b> , N. Buchmann, A. Lüscher, W. Richner
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung werden die Grundlagen des nachhaltigen Ackerbaus und Futterbaus behandelt.				
Lernziel	Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse und Bewirtschaftungsmethoden des Acker- und Futterbaus in der Schweiz und in Mitteleuropa. Die Studierenden können den Einfluss von Umweltfaktoren und Bewirtschaftung nicht nur auf Einzelpflanzen, sondern auch auf Wiesen- und Weidebestände und auf ihre Erträge beurteilen. Sie verstehen die Relevanz von Fruchtfolgemassnahmen und können Empfehlungen zur Etablierung von Landbewirtschaftungsmethoden geben. Den Studierenden sind nachhaltige, klimaneutrale und die Biodiversität erhaltende oder fördernde Bewirtschaftungsmassnahmen bekannt, und sie verstehen den Wert einer artenreichen Vegetation für die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Sie können sowohl mit praxisnaher als auch mit wissenschaftlicher Literatur dieses Fachgebietes umgehen und die darin enthaltene Information analysieren, kritisch reflektieren und ihre Meinung dazu angemessen schriftlich auf Deutsch zum Ausdruck bringen.				
Inhalt	Die Vorlesung ist in zwei inhaltliche Abschnitte untergliedert: Ackerbau und Futterbau. Diese Abschnitte werden durch unterschiedliche Dozierende unterrichtet. Durch Literaturarbeit werden die Inhalte vertieft. Zudem werden Verbindungen zwischen den einzelnen Aspekten aufgezeigt. Der Teil 'Ackerbau' befasst sich mit grundlegenden Schritten des ackerbaulichen Feldmanagements wie Bodenbearbeitung, Aussaat und Pflanzenpflege. Einwirkungen auf die Bodenstruktur, unterschiedliche Bearbeitungsmassnahmen für unterschiedliche Kulturen sowie Unterschiede in der Intensität des Eingriffes im Vergleich einer konventionellen und einer bodenschonenden Bearbeitung (z.B. Direktsaat) werden erklärt. Ebenso werden die wichtigsten Unterschiede konventioneller, integrierter und biologischer Produktion angesprochen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Etablierung von Fruchtfolgen unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten. Die Vorlesung bezieht sowohl wissenschaftliche Literatur als auch anwendungsnahe Publikationen ein; letztere werden mit den Studierenden im Hinblick auf acker- und futterbauliche Anwendung intensiver diskutiert. Im Teil 'Futterbau' werden die verschiedenen Typen des Futterbaus und die wichtigsten Mischungen, aber auch natürliche Pflanzengemeinschaften in Mitteleuropa vorgestellt (Bestandesbeurteilung). Basierend auf der Ökophysiologie von Einzelpflanzen wird die Ökophysiologie von Pflanzenbeständen erarbeitet. Es werden verschiedene Arten der Bewirtschaftung vorgestellt (z. B. Bestandeslenkung durch Düngung, Beweidung, Schnitttermine, etc.) und ihre Auswirkungen auf die Bestandeszusammensetzung und auf die Erträge diskutiert. Feedback-Mechanismen zwischen Umwelt und Futterbausystemen werden angesprochen. Die Rolle von Biodiversität von Graslandsystemen wird thematisiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Kommunikation			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft
<b>751-5000-00L</b>	<b>Sustainable Agroecosystems I ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>J. Six</b> , K. Benabderrazik, M. Hartmann
Kurzbeschreibung	Welche Faktoren, Prozesse und Interaktionen beeinflussen die Funktionsfähigkeit von Agrarökosystemen? In dieser Lehrveranstaltung mit integrierter Übung und Exkursion werden landwirtschaftliche Verfahren im Hinblick auf eine Förderung der Ressourceneffizienz analysiert, wobei die Verringerung negativer Umweltwirkungen und die Sicherung der sozio-ökonomischen Tragfähigkeit berücksichtigt wird.				
Lernziel	Die Studierenden setzen sich kritisch mit Konzepten der nachhaltigen Landwirtschaft, Agrarökosystemen und Agrarökologie auseinander.				
Inhalt	The course will address a wide range of agricultural and food systems topics in both temperate and tropical contexts, from the diversity of farming system, to climate smart agriculture to sustainable assessment. A wide variety of case studies will be presented, and complemented with a farm visit during the semester. Along the semester, the class is integrating practical exercises within a greenhouse.				
Literatur	Gliessman, S.R., Méndez, V.E., Izzo, V.M., & Engles, E.W. (2022). Agroecology: Leading the Transformation to a Just and Sustainable Food System (4th ed.). CRC Press. <a href="https://doi.org/10.1201/9781003304043">https://doi.org/10.1201/9781003304043</a>  Wezel, A., Herren, B.G., Kerr, R.B. et al. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. Agron. Sustain. Dev. 40, 40 (2020). <a href="https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z">https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die integrierten Übungen ermöglichen es den Studierenden das erworbene Wissen in einem mehrmonatigen Gewächshausexperiment zu erproben.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung Projektmanagement			geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit			geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken			geprüft geprüft
<b>751-4003-02L</b>	<b>Current Topics in Grassland Sciences (FS)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>N. Buchmann</b>
Kurzbeschreibung	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Lernziel	Students will be able to understand and evaluate experimental design and data interpretation of on-going studies, be able to critically analyze published research results, practice to present and discuss results in the public, and gain a broad knowledge of recent research and current topics in agro- and forest ecosystem sciences.				
Inhalt	Research results in agro- and forest ecosystem sciences will be presented by experienced researchers as well as by doctoral and graduate students. Citation classics as well as recent research results will be discussed. Topics will range from plant ecophysiology, biodiversity and biogeochemistry to management aspects in agro- and forest ecosystems.				
Skript	none				
Voraussetzungen / Besonderes	Useful: Attendance of the courses "Öko- und Ertragsphysiologie", "Crop Science, Part Futterbau", "Graslandssysteme" in the Bachelor or similar courses. Language will be English.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft geprüft
<b>751-4902-00L</b>	<b>Modern Pesticides - Mode of Action, Residues and Environmental Fate</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Poiger, M. E. Balmer, I. J. Bürge</b>
Kurzbeschreibung	The biochemical principles of the mode of action of current use plant protection products (PPP) are presented. Important topics are mechanisms for selectivity, development of resistance, residue formation in crops and food safety as well as behavior in the environment.				
Lernziel	The structures and modes of action of current use pesticides (synthetical compounds, natural compounds) are presented. The structure-activity relationships lead to considerations of actual use conditions in crops such as fungicides in viticulture, residues in edible parts of treated plants, possible side effects and environmental fate.				
Inhalt	After a short introduction on pesticide registration (administrative process as in Switzerland and EC, food safety), the biochemical background of the mode of action of important groups of current use PPP active ingredients is presented. Furthermore, selectivity of pesticides, leaching of herbicides to groundwater, accumulation of pesticides in soil, development of resistance of fungicides, formation of residues in edible parts of the crops, and side-effects on non-target organisms shall be covered.				
Skript	An e-script (pdf-files) is provided as download at the beginning of spring term.				
Literatur	none				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>751-5001-00L</b>	<b>Agroecologists without Borders</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4S</b>	<b>K. Benabderrazik, M. Grant, J. Six</b>
Kurzbeschreibung	Students will focus on ways to reach out to a wider public the complexity of science. Sub-topics like the role of socially engaged art, political ecologies, and decolonial food systems will be explored in the lecture. Students will be encouraged to develop critical thinking on the connections between water, sanitation, food security and ways to sustainably improve food systems resilience.				
Lernziel	(1) Students analyze one concrete example of an agricultural research project. (2) Students broaden their understanding of environmental and socio-economic challenges. (3) Engage with positive and empowering frameworks that motivate critical reflection and action on the types of transformative responses needed within agricultural and food systems. (4) Students articulate complexity and challenges in agricultural development interventions. (5) Students develop science communication skills by producing science communication materials in the context of the given case study. (6) Students practice their project management skills.				
Inhalt	In the spring term 2024 - the case study will be on the Bishopstowe Agroecology Living Lab (BALL) in South Africa. The case study is part of the ongoing research project "RUNRES – The rural-urban nexus: Establishing a nutrient loop to improve city region food systems resilience". The BALL consists of three components deemed critic: First, it is place-based community-led living lab which allows space for learning by doing al in addressing agroecology transition and food system transformation.and observation learning on all the 10 agroecology principles in one place. Second, it has a research infrastructure component which creates a space a participatory and on-farm scientific research and experimentation. For instance, the scientific experiments will be around circular economy principles. Third, it has an agroecology curriculum which will include short courses covering all the 10 principles of agroecology. Throughout the class, students will gain insights on ways to make science accessible and reachable for various stakeholders of the community. To facilitate community understanding of the role of the Living Lab, a science communication package will be developed in collaboration with students and scholars from the University of KwaZulu Natal.				
Literatur	Gliessman, S.R., Méndez, V.E., Izzo, V.M., & Engles, E.W. (2022). Agroecology: Leading the Transformation to a Just and Sustainable Food System (4th ed.). CRC Press. <a href="https://doi.org/10.1201/9781003304043">https://doi.org/10.1201/9781003304043</a>  Foster, J.B. (1999). Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology. The American Journal of Sociology, vol 105(2). Oo. 366-405. <a href="https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Marxs-Theory-of-Metabolic-Rift.pdf">https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Marxs-Theory-of-Metabolic-Rift.pdf</a>  Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikainen, J., Saikku, L., Schosler, H. (2015). Transition towards circular economy in the food system. Sustainability, 8, 69. <a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/69">https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/69</a>  Wilde, B.C.; Lieberherr, E.; Okem, A.E.; Six, J. Nitrified Human Urine as a Sustainable and Socially Acceptable Fertilizer: An Analysis of Consumer Acceptance in Msunduzi, South Africa. Sustainability 2019, 11, 2456. <a href="https://doi.org/10.3390/su11092456">https://doi.org/10.3390/su11092456</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Students signing up for this class should have a strong interest in environment, agricultural challenges and science communication.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft

## ►► Ergänzung in Umwelt-, Ressourcen- und Lebensmittelökonomie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>751-1500-00L</b>	<b>Entwicklungsökonomik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Harttgen</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in theoretische und empirische Grundlagen wirtschaftlicher Entwicklung. Theorie der Wirtschaftspolitik für Armutsreduktion.				
Lernziel	Das Ziel dieser Vorlesung besteht darin, die Studierenden in grundlegende entwicklungsökonomische und damit verwandte wirtschafts- und entwicklungspolitische Zusammenhänge einzuführen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer theoretischen und empirischen Einführung in die Konzepte der Armutsreduktion und Fragen der Bekämpfung von sozioökonomischer Ungleichheit. Davon ausgehend werden wichtige exogene und interne Triebkräfte erörtert, die wirtschaftliche Entwicklung und Armutsreduktion fördern oder behindern sowie wirtschafts- und entwicklungspolitische Maßnahmen besprochen, um globale Armut zu überwinden. Im Einzelnen wird dabei auf folgende Themen eingegangen:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung von Entwicklung, Armut und Ungleichheit</li> <li>- Theorien des Wirtschaftswachstums</li> <li>- Handel und Entwicklung</li> <li>- Bildung, Gesundheit, Bevölkerung und Entwicklung</li> <li>- Rolle des Staates und von Institutionen</li> <li>- Fiskal-, Geld- und Wechselkurspolitik.</li> </ul>				
Skript	Keines.				
Literatur	Günther, Harttgen und Michaelowa (2020): Einführung in die Entwicklungsökonomik.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Besonderes: Flipped class room: Die Veranstaltung besteht aus einem Seminarteil, aus eigener Literaturlernte sowie der Bearbeitung von Aufgabenblättern.</p> <p>Die Vorlesung basiert auf: Günther, Harttgen und Michaelowa (2019): Einführung in die Entwicklungsökonomik. Einzelne Kapitel müssen jeweils vor den Veranstaltungen gelesen werden. In den Veranstaltungen wird das Gelesene diskutiert und angewendet. Auch werden offene Fragen der Kapitel und Übungen besprochen.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Methodenspezifische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert			
	Kritisches Denken	geprüft			
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>751-1555-00L</b>	<b>Empirical Agricultural Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stetter, I. Parikoglou</b>
Kurzbeschreibung	This course covers quantitative methods to answer empirical research questions in agricultural economics and related disciplines. Such questions include causes of agricultural outcomes and effects of policies. Covered: Regression Analysis, Difference-in-Difference, Agricultural Production Analysis, Non-linear climate impacts and more. Lectures and practical exercises.				
Lernziel	After successful completion of the course, the students understand the potential and limitations of different econometric methods to answer their research questions. They understand the assumptions that need to be fulfilled and they know how to apply the methods. When they see applications of the methods, they can assess the reliability of the results.				
Inhalt	Regression, Difference-in-Difference, Regression Discontinuity Design, Non-linear Effects, Weather Risks and Climate Change in Agriculture, Weather Data handling Production economics				
Literatur	Angrist and Pischke: Mastering Metrics Greene: Econometric Analysis				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in microeconomic theory, statistics, and econometric analysis is clearly helpful but not required. Experience with the application of statistical software is advantageous too.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert	
			Kritisches Denken	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>751-1575-00L</b>	<b>Applied Optimization in Agricultural Economics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>R. Huber, C. Flury</b>

Kurzbeschreibung	Diese Vorlesung vermittelt einen Überblick zu ökonomischen Betriebs- und Sektormodellen in der Landwirtschaft. Die Studierenden lernen ein Modell zu konzipieren und zu programmieren. Durch die Diskussion von aktuellen Ergebnissen aus der Wissenschaft und Agrarpolitikberatung erhalten die Studierenden einen Einblick in die Vor- und Nachteile von angewandter Optimierung im Kontext der Agrarökonomie.		
Lernziel	Die Studierenden können ein einfaches Optimierungsmodell konzipieren und in einer Optimierungssoftware programmieren. Sie können Modellergebnisse aus der Wissenschaft und der Praxis korrekt interpretieren und Vor- und Nachteile vertieft diskutieren.		
Inhalt	Der Inhalt der Vorlesung ist dreigeteilt. 1) Die Dozierenden erläutern die methodischen Grundlagen der angewandten Optimierung und stellen verschiedene Studien aus der Wissenschaft und der Agrarpolitikberatung vor. Dazu gehört auch ein Gastvortrag von der Agroscope. 2) Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse durch das Lesen von vier wissenschaftlichen Artikeln. 3) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Software GAMS und programmieren anschließend in einer Gruppenarbeit ein kleines landwirtschaftliches Optimierungsmodell.		
Skript	Unterlagen werden in der Vorlesung abgegeben.		
Voraussetzungen / Besonderes	751-0401-00L Optimierung landwirtschaftlicher Produktionssysteme		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft

751-2102-00L	History of Food and Agriculture	W	3 KP	2V	P. Aerni
Kurzbeschreibung	Knowledge about the history of food and agriculture is crucial to understanding the emergence of modern agriculture and public resistance to industrial farming. The lecture discusses the evolution of agriculture and its impact on social structures, human health and the environment from an anthropological, a cultural, a political and a technological point of view.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to become familiar with the milestones of the history of food and agriculture</li> <li>- to understand innovation in agriculture as one of the major forces of change in the history of mankind</li> <li>- to learn how perceptions, politics and policies in food and agriculture are shaped by social, technological and environmental change</li> <li>- to be able to embed the current debate on the food crisis and climate change into a historical context</li> </ul>				
Inhalt	<p>This lecture starts with the Neolithic revolution and its cultural and environmental impact on humankind. In this context, it will discuss the transition from hunter-and-gatherer societies to societies that rely more upon the domestication of nature (agriculture and pastoralism) (Keeley 1996, Diamond 1999).</p> <p>The various forms of domestication of plants and animals and their economic, political and environmental implications for society will be discussed using examples from different parts of the world (Stone et al.2007).</p> <p>The emergence of civilization based on agrarian law will be discussed by using the example of the Roman Republic and later the Roman Empire (Weber 1891, Love, 1996).</p> <p>Subsequent innovations such as the three-field system in medieval times, the introduction of new plants and animals during the colonial period, and scientific and technological breakthroughs in plant breeding, agricultural practices and food preservation in the 19th century gave a major boost to agricultural productivity, food availability and agro-biodiversity. These prior developments also laid the foundation for industrial agriculture at the beginning of the 20th century (Kingsbury 2009). The global implications resulting from change in food preferences and agricultural innovation will be illustrated by using selected examples of innovations in food and agriculture (Braudel 2002, Pendergast 2010).</p> <p>Public resistance to industrial agriculture manifested itself in the early 1920s with counter-movements such as biodynamic farming (Kingsbury 2009) but also with organized lobbying groups that fought against change caused by refrigeration and cheap food (Freidberg 2009). Applying science to plant and animal breeding also caused a cultural divide in biology departments at universities between those who changed nature (plant breeders) and those who wanted to preserve it (botanists, ecologists).</p> <p>The period during and after the two World Wars changed the business of agriculture entirely. Food security became a matter of national security and thus justified state intervention on all levels in the production of food from farm to fork. This also helps explain why the Green Revolution was largely a public sector initiative that cared more for productivity increases on the supply side than for consumer preferences on the demand side (Aerni 2007). After the end of the Cold War, attention shifted from the supply side to the demand side and thus from food security to food safety.</p> <p>Food safety concerns were largely due to distrust of industrial agriculture and this led to major policy shifts in the way agricultural subsidies and resources were allocated and how food safety was managed and monitored. While the public sector largely withdrew from investing in productivity-related agricultural research, the private sector started to invest more. This led to the growing need to engage again in public-private partnership, as had been the case in the 19th century. Despite the Agreement on Agriculture of the World Trade Organization, agricultural trade remains highly restricted and the growing vertical integration of the food supply chain tends to concentrate market power with global retailers. They have designed private standards that are meant to protect consumers from unsafe food and promote good agricultural practices abroad, as well as ethical trade. Yet, the increasing importance of south-south trade in agriculture and the global food crisis might again shift more power back to producers (Aerni 2009).</p>				

Literatur	<p>Aerni P (2023) COP-27: A great opportunity to address the double crisis of food security and climate change—and for the EU to re-align its farm to fork strategy. <i>Frontiers in Environmental Economics</i>, 1082869.</p> <p>Aerni, P. (2021) 'The ethics of farm animal biotechnology from an anthropological perspective'. <i>Sustainability</i> 13(7), 3674.</p> <p>Aerni, P. (2021) Exploring the roots of the old GMO narrative and why young people have started to ask critical questions. A. Riccio et al. (eds) <i>Plant Biotechnology</i>. Springer:277-304.</p> <p>Aerni, Philipp (2011) Food Sovereignty and its Discontents. <i>ATDF Journal</i> 8(1/2): 23-49.</p> <p>Aerni, Philipp (2009) What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. <i>Ecological Economics</i> 68(6): 1872-1882.</p> <p>Appiah, A. K. (2002) Digging for Utopia: A review of 'The Dawn of Everything by David Graeber and David Wengrow. <i>New York Review of Books</i>: 80-82.</p> <p>Boserup, E. (1981) <i>Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Braudel, Fernand (2002) <i>The Wheels of Commerce. Civilization and Capitalism 15th -18th, Volume II</i>. Phoenix Press, London.</p> <p>Cook, Harold (2008) <i>Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age</i>. Yale University Press, New Haven.</p> <p>Fagan, Brian (2001) <i>The Little Ice Age: How Climate Made History</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Diamond, Jared (1999) <i>Guns, Germs and Steel</i>. Norton, New York.</p> <p>Freidberg, Susanne (2009) <i>Fresh: A Perishable History</i>. Harvard University Press, Cambridge, MA.</p> <p>Freidberg, S. (2007). Supermarkets and imperial knowledge. <i>Cultural Geographies</i>, 14(3): 321-342.</p> <p>Herrlinger, C. and Kock, M. (2016) Biodiversity Laws: An Emerging Regulation on Genetic Resources or 'IP on Life' through the backdoor. <i>Bioscience Law Review</i> 13(4): 119-131.</p> <p>Kingsbury, N. (2009) <i>Hybrid: the History and Science of Plant Breeding</i>. University of Chicago Press, Chicago.</p> <p>Love, John (1986) Max Weber and the Theory of Ancient Capitalism. <i>History and Theory</i> 25(2): 152-172.</p> <p>Morgan, Dan (1979) <i>Merchants of Grain: The Power and Profits of the Five Giant Companies at the Center of the World's Food Supply</i>. iUniverse, Inc: Lincoln, NE</p> <p>Pendergast, M. (2010) <i>Uncommon Grounds: The History of Coffee and how it transformed our World</i>. Basic Books, New York.</p> <p>Standage, T. (2009) <i>An Edible History of Humanity</i>. Walker &amp; Company, New York.</p> <p>Tauger, M. B. (2011) <i>Agriculture in World History</i>. Routledge, New York</p> <p>The Economist (2008) <i>Hunters and Gatherers: Noble or Savage</i>, Dec. 19th.</p> <p>The Economist (2021) <i>An Economic History of Restaurants</i>. Dec. 18th.</p> <p>The Economist (2022) <i>The Anthropocene Nitrogen Circle: The Wobbly-Wobbly Circle of Life</i>. Dec 14th</p> <p>Walter, J. and Schofield, R. (1991) <i>Famine, disease and social order in early modern society</i>: Cambridge University Press.</p> <p>Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>, 112(11), 3191-3199</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The 2-hour course will be held as a series of lectures. The course materials will be available in form of an electronic Reader at the beginning of the semester.</p> <p>The class will be taught in English.</p> <p>Students will be asked to give a (a) presentation (15 Minutes) or write a review paper based on a article selected from the electronic script, and (b) they will have to pass a written test at the end of the course in order to obtain 3 credit points in the ECTS System. In the final mark (a) will have a weight of 40% and (b) 60%.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Medien und digitale Technologien</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p>	<p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p>

<b>751-2312-00L</b>	<b>Agrarpolitik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Huber</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Vorlesung werden die Grundlagen für das Verständnis der Ausgestaltung und der Prozesse in der Schweizer Agrarpolitik vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden haben ein fundiertes und differenziertes Verständnis der Schweizer Agrarpolitik und können sich kritisch mit agrarpolitischen Entwicklungen und Diskussionen auseinandersetzen.				
Inhalt	Inhaltlich besteht die Vorlesung aus vier Teilen. Der erste Teil beschäftigt sich mit dem Umfeld der Agrarpolitik in einem internationalen Kontext. Im zweiten Teil werden theoretische und konzeptionelle Grundlagen der Agrarpolitik beschrieben mit einem Schwerpunkt auf der wohlfahrtsökonomischen Bewertung von agrarpolitischen Instrumenten. Anschliessend wird im dritten Teil die Ausgestaltung der Schweizer Agrarpolitik im Detail vorgestellt. Der vierte Teil setzt den Fokus auf die Institutionen und Prozesse der Agrarpolitik im Kontext der neuen politischen Ökonomie.				
Skript	Huber R. Einführung in die Schweizer Agrarpolitik. vdf Verlag				
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Kritisches Denken</p>			

<b>751-2700-00L</b>	<b>Bodenmarkt und Bodenpolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>G. M. Giuliani</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Lernziel	Die Studierenden eignen sich Kenntnisse der Besonderheiten von landwirtschaftlichen Bodenmärkten und der Wirkungsmechanismen bodenpolitischer Eingriffe wie Höchstpreise, Verkaufsrechte und Landumverteilungen an. Insbesondere werden Kenntnisse über Marktstrukturen und Marktformen auf Bodenmärkten vermittelt.				
Inhalt	Der erste Teil der Vorlesung hat folgende Kapitel: Historischer Abriss der Bodennutzung; historische Modelle individueller und kollektiver Bodenordnungen; schweizerische landwirtschaftliche Bodenordnung und -politik; spezielle Theorieaspekte zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt; empirische Untersuchungen zu Bodeneigentum und -märkten; Verbindungen zwischen Bodenpolitik und Agrar- bzw. Agrarumwelt-Politik. Der zweite Teil handelt von Bodenbesitzstrukturen in Entwicklungs- und Transformations-Ländern. Nach einer allgemeinen systematischen und theoretischen Einführung in die allgemeine Problematik von Bodenverteilungen werden Fallbeispiele und bodenpolitisch aktuelle Themen behandelt. Die Vorlesung vermittelt Grundlagen, welche zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landnutzung beitragen und zur Etablierung nachhaltiger Landnutzungssysteme.				
Skript	Wird in der Vorlesung abgegeben.				
Literatur	Ist im Skript aufgeführt.				

► **Transdisziplinäre Fallstudien**

<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>701-1502-00L</b>	<b>Transdisciplinary Case Study ■</b> <i>Number of participants limited to 25.</i>	<b>W</b>	<b>7 KP</b>	<b>15P</b>	<b>M. Stauffacher, F. Knaus, B. Vienni Baptista</b>

Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch

Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"

Kurzbeschreibung	This course is a research-based teaching activity that takes place in a real-world setting. Students work independently in groups and learn to formulate research questions, to apply methods of data collection and analysis and to work in an interdisciplinary team and in close dialogue with society. In 2024, the case is the UNESCO Biosphere Entlebuch, a region in the Swiss Canton of Lucerne.
Lernziel	Students learn how to plan and implement their research work in interdisciplinary, intercultural teams of students and in close exchange with a local advisory group. This includes: structuring wicked real-world problems; deriving relevant research gaps and corresponding research questions; designing research plans; developing ethics proposal; applying qualitative and quantitative data collection and data analysis methods; working in interdisciplinary and intercultural teams; organising transdisciplinary collaboration between science and society.
Inhalt	The case study in the spring semester 2024 will be carried out together with the UNESCO Biosphere Entlebuch. The general topic is developed together with a local advisory group before the start of semester and serves as the starting point for the students' work. To this end, the general topic will be analysed, structured and translated into concrete research questions, which are then to be answered. The following people coach and support the students in the 2024 case study: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Michael Stauffacher (responsible lecturer, co-director TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Florian Knaus, MSc ETH (scientific coordinator, UNESCO Biosphere Entlebuch)</li> <li>• Dr. Bianca Vienni Baptista (Senior Researcher/Lecturer, TdLab, ETH Zürich)</li> <li>• Sandro Bösch (administrative, organisational support, TdLab, ETH Zürich)</li> </ul> <p>During the case study, we are closely collaborating with students and lecturers from the</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurich University of the Arts (ZHdK), Master in Transdisciplinarity, Prof. Irene Vögeli and Prof. Patrick Müller</li> </ul> <p>Advisory group: We will be supported on site by a local advisory group that will meet at least once before (January 2024), once during (March 2024) and once after the semester (fall 2024).</p>
Voraussetzungen / Besonderes	First information event: Tuesday, 12th December 2023 (17h15–18h00) in CHN K77 (TdLab). If you have questions, please send an Email to michael.stauffacher@usys.ethz.ch.

Students have to apply for this course by sending a two page motivation letter (why are you interested? what do you want to learn? what can you contribute?) before the end of January 2024 to michael.stauffacher@usys.ethz.ch and bianca.vienni@usys.ethz.ch

Important: for students in Agricultural Sciences, the case study is the alternative to the compulsory course "751-1000-00L Praxisprojekte Agro-Food"

The following parallel course is the perfect complement to the tdCS:  
701-1571-00L "Integration in Science, Policy and Practice: Inter- and Transdisciplinary Concepts, Methods, Tools"  
Concepts, methods and tools of interdisciplinary and transdisciplinary integration are being explored here. Some of these could be applied in the real-world setting of the tdCS.

Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement	geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert geprüft gefördert

---

**851-0655-00L ETH Global Development Summer School W 3 KP 6G**  
*Findet dieses Semester nicht statt.*

Kurzbeschreibung	Does not take place this semester. The ETH Global Development Summer School provides young researchers with the opportunity to work on current and sustainability-related topics in interdisciplinary and intercultural teams. Focus is given not only to teaching theoretical knowledge but also to solving specific case studies.
Lernziel	Does not take place this semester. Within ETH Zurich's Critical Thinking Initiative (CTI), students further develop their critical thinking and communications skills including: the capability to analyse and reflect critically, to form an independent opinion and develop a point of view, as well as to communicate, argue and act in an effective and responsible manner.  Based on this concept, the ETH Global Development Summer School is providing its students with the following qualifications and learning outcomes:  - Interdisciplinary and multicultural competence: Students gain basic knowledge in scientific disciplines beyond their own and learn how to work effectively in interdisciplinary and multicultural teams.  - Methodological competence: Students gain basic knowledge of different scientific methods beyond their selected study discipline.  - Reflection competence: Students learn to critically reflect their own way of thinking, their own research approaches, and how academia influences and interacts with society at large.  - Implementation skills: Students will apply creative technologies in solution finding processes to gain knowledge and prototyping-skills to increase hands-on experience by applying knowledge in concrete cases.  This year's event on sustainable mobility is a collaboration between ETH for Development (ETH4D) and Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST, Kumasi, Ghana), and will take place in Kumasi, Ghana.  To find more information and to register, visit our website: <a href="https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html">https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html</a>



Inhalt	Does not take place this semester. The Summer School is a collaboration between ETH for Development (ETH4D) and Kwame Nkrumah University of Science & Technology (KNUST) in Kumasi, Ghana. It provides students and young researchers the opportunity to develop and test solutions for a real-world challenge related to mobility. Students will work in interdisciplinary teams. The summer school will be held in person in Kumasi, Ghana.		
Literatur	Does not take place this semester. further information and registration: <a href="https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html">https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Does not take place this semester. No prerequisites. The summer school is open to Bachelor, Master and Doctoral students from all disciplines. Candidates must apply for the limited slots through a competitive application process. Applications will be evaluated on their academic strength, creativity, technical-related expertise, and their dedication to contribute to solving the world's most pressing challenges. Participants will be informed of the selection by 10 March 2023.		
Kompetenzen	Depending on the Covid-19 situation, the course might have to change format or be postponed.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung
Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ► Berufspraxis

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1001-00L	<b>Berufspraxis</b> <i>Nur für Umweltnaturwissenschaften MSc. Die Berufspraxis kann erst absolviert und belegt werden, nachdem die Zulassungsbedingungen und allfällige Auflagen für den Master-Studiengang erfüllt sind.</i>	O	30 KP		J. Schlosser
Kurzbeschreibung	<p><i>Anmeldung und Anerkennung der Berufspraxis via <a href="https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/praxis">https://www.lehrbetrieb.ethz.ch/praxis</a> Keine Belegung über myStudies notwendig. Alle weiteren Informationen siehe: Moodle-Kurs Berufspraxis UMNW: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15228">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15228</a></i></p> <p>In der Berufspraxis lernen die Studierenden ausserhalb der ETH und der ihr angegliederten Forschungsinstituten den beruflichen Umgang mit Umweltfragen kennen. Sie setzen ihr erlerntes Wissen um, indem sie Umweltprobleme in ihrer naturwissenschaftlichen, technischen und sozialwissenschaftlichen Komplexität analysieren und Lösungsstrategien gemeinsam mit gesellschaftlichen Akteuren erarbeiten.</p>				
Lernziel	In der Berufspraxis lernen die Studierenden durch eigene praktische Tätigkeit den beruflichen Umgang mit Umweltfragen von der technisch-wissenschaftlichen, planerischen, administrativen und / oder beratenden Seite her kennen. Sie wenden das im Studium bereits erworbene Fachwissen an. Überdies vertiefen sie das Verständnis, unter welchen Rahmenbedingungen im Berufsalltag umweltgerechte Lösungen erarbeitet und verwirklicht werden. So entwickeln sie wichtige berufsbezügliche Kompetenzen. Zudem zeigt ihnen die Berufspraxis Möglichkeiten späterer Berufstätigkeiten auf und vermittelt ihnen Kontakte für den Berufseinstieg.				
Inhalt	Die Berufspraxis ist ein obligatorischer Teil des Master-Studiengangs und dauert mindestens 18 Wochen Vollzeit. Sie kann in der Schweiz oder im Ausland absolviert werden. Die Studierenden suchen sich ihre Praxisstelle selber. Sie hat den Zielen und Anforderungen der Berufspraxis zu entsprechen.				
Skript	Praxisstellen für Umweltnaturwissenschaftler / Umweltnaturwissenschaftlerinnen gibt es in folgenden Bereichen: Umweltberatungs-, Ingenieur- und Planungsbüros, Umwelttechnikfirmen, Industrie- und Dienstleistungsunternehmen, Verwaltungen von Bund, Kantonen und Gemeinden, Organisationen und Verbände sowie Betriebe in den Bereichen Erziehung, Ausbildung und Medien mit Bezug zu Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen. In der Regel wird die Berufspraxis ausserhalb von universitären Hochschulen und Forschungsanstalten absolviert.				
Literatur	<p>Detaillierte Informationen und Vorlagen zur obligatorischen Berufspraxis sind auf Moodle zu finden: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15228">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15228</a></p> <p>Weitere Unterstützung gibt der Unternehmenskatalog mit Betrieben in der Schweiz und im Ausland, die nach Möglichkeiten Praktikumsstellen anbieten bzw. bei denen bisher Berufspraktika stattgefunden haben: <a href="http://www.usys.ethz.ch/pa-berufspraxis-umnw">www.usys.ethz.ch/pa-berufspraxis-umnw</a></p> <p>Bewerbungsratgeber ETH Career Center <a href="https://ethz.ch/studierende/de/karriere/Startseite_CareerCenter/Standortbestimmung/BRG_Detail.html">https://ethz.ch/studierende/de/karriere/Startseite_CareerCenter/Standortbestimmung/BRG_Detail.html</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Studierenden suchen die Praxisstelle selber. Damit ein Praktikum als obligatorische Berufspraxis anerkannt wird, muss eine Praktikumsvereinbarung vorgängig durch die Berufspraxiskoordinatin genehmigt werden.				
	Weitere Informationen und Hilfestellungen auf <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15228">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=15228</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
701-1002-00L	<b>Master's Thesis ■</b> <i>Zur Master-Arbeit wird nur zugelassen, wer</i> <i>a) das Bachelor-Diplom beantragt oder abgeschlossen hat,</i> <i>b) mindestens 32 KP in den Kernfächern des Major erworben hat,</i> <i>c) alle Auflagen für die Zulassung zum Master-Studiengang, inklusive allfälliger Prüfungsrepetitionen, erfüllt hat.</i> <i>Weitere Infos stehen auf der Webseite:</i> <a href="https://www.usys.ethz.ch/studium/umweltnaturwissenschaften/master/arbeit.html">https://www.usys.ethz.ch/studium/umweltnaturwissenschaften/master/arbeit.html</a>	O	30 KP	64D	Dozent/innen
Kurzbeschreibung	The study programme is completed by a Master's thesis. The Master's thesis is an independent, scientific work. A topic within the field of specialization is chosen. It lasts 6 months.				
Lernziel	This component is designed to enable the students to explore how the course content can be applied to an actual scientific problem. The thesis also provides an opportunity for the students to exercise initiative and to demonstrate that they are capable of working independently and in a scientifically structured manner.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

### ► Wahlfächer

#### ►► Vorlesungsverzeichnis der ETH Zürich

*Gesamtes Lehrangebot der ETH Zürich*

#### ►► Weitere Wahlfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
751-5127-00L	<b>Microbiomics I: The Microbiome of the Plant-Soil System</b>	W	2 KP	2G	M. Hartmann
Kurzbeschreibung	This class conveys the current knowledge and state-of-the-art methods for studying the plant-soil microbiome through a combination of theoretical input lectures, selected case studies from ongoing research projects, and flipped classroom assignments.				
Lernziel	After the course, the participants will be able to (1) explain how microorganisms influence and respond to changes in the plant-soil system (2) evaluate the strengths and limitations of specific methods used in microbial ecology research (3) integrate the acquired knowledge into the critical assessment of current literature in this field				
Inhalt	The plant-soil microbiome is an essential component of agroecosystems, regulating crop growth, nutrient use efficiency, stress resilience, and disease resistance. In this course, students will develop a fundamental understanding of (i) how microorganisms shape the functioning of the plant-soil system, (ii) how ecosystem management and global changes are influencing diversity and functioning of these microbial systems, and (iii) how the microbiome might be managed to improve sustainable agricultural production. A strong focus will be placed on getting to know the methodological toolbox to study microbes in the environment including different next-generation DNA sequencing applications such as metabarcoding and metagenomics. Theoretical input lectures will be combined with presentations of current research projects. Flipped classroom assignments will be used to critically discuss research findings of specific publications or to evaluate the strength and limitation of the specific methods.				
Literatur	Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM and Stahl DA (2019). Brock Biology of Microorganisms, 15th edition, Pearson Education Limited. Paul E (2014). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, 4th edition, Academic Press.				
Voraussetzungen / Besonderes	The participants should have some basic background in biology and a keen interest in learning and discussing how microorganisms shape the functioning of our planet. Whereas this course unit can be taken as standalone class, it also serves as preparatory class for the hands-on block course on microbiome analysis (Microbiomics II).				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
Soziale Kompetenzen		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert

<b>751-5127-01L</b>	<b>Microbiomics II: Metabarcoding - From Bioinformatics W to Statistics</b>	<b>1 KP</b>	<b>2P</b>	<b>M. Hartmann</b>
Kurzbeschreibung	<p>The course 751-5127-00 Microbiomics I: The microbiome of the plant-soil system is a prerequisite of this course (only for MSc students).</p> <p>Master and PhD-students from the ETH Zurich should register through myStudies. All other PhD-students should register via the <a href="https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html">https://ethz.ch/services/en/service/courses-continuing-education.html</a> (&gt; Select Plant Sciences)</p> <p>This computer block course provides a thorough introduction to the application of next-generation sequencing techniques for analyzing diversity of microbial communities. Using a combination of theoretical lectures and hands-on computer exercises, the participants learn the computational steps from bioinformatic processing of sequencing reads down to the final statistical evaluations.</p>			
Lernziel	<p>After the course, the participants will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) understand the concept, potential and limitation of microbial NGS applications</li> <li>2) analyze metabarcoding data to obtain meaningful information</li> <li>3) use multivariate statistical methods evaluate and visualize microbial community data</li> <li>4) make informed decisions on best practices for their own data</li> </ol>			
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The participants should have some background in microbial ecology and understand the basics of next-generation sequencing techniques as a tool to study microbes in the environment. Participants that are not familiar with these topics are encouraged to take the course unit «The Microbiome of the Plant-Soil System: Part I» as preparatory class (mandatory for master students). No programming or scripting expertise is required, but some basic experience with using command line applications is of advantage since not all the basics can be thoroughly covered in that short amount of time. However, some basic introduction to UNIX-based command line applications will be provided on the first day. All hands-on exercises will be run on UNIX-environments (Linux, Mac) and participants are expected to bring their own UNIX-based laptop (please consult your IT representative if necessary). All statistical analyses will be run in R using RStudio (any operating system). Participants should have installed the following software packages on their computers: Miniconda, R and RStudio, all other software tools will be installed on site using the Miniconda package manager.</p>			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
		Verfahren und Technologien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert	
	Kreatives Denken	gefördert		
	Kritisches Denken	gefördert		
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		

## ► Auflagen-Lerneinheiten

Das untenstehende Lehrangebot gilt nur für MSc Studierende mit Zulassungsaufgaben.

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>406-0062-AAL</b>	<b>Physics I</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
Kurzbeschreibung	<p>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</p> <p>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</p> <p>Introduction to the concepts and tools in physics: mechanics of point-like and rigid bodies, elasticity theory, elements of hydrostatics and hydrodynamics, periodic motion and mechanical waves.</p>				
Lernziel	<p>Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve them.</p> <p>The student should acquire an overview over the basic concepts in mechanics.</p>				
Inhalt	<p>Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4</p> <p>Chapters: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (without: 6-5, 6-6, 6-8), 7, 8 (without 8-9), 9, 10 (without 10-10), 11 (without 11-7), 13 (without 13-13, 13-14), 14 (without 14-6)</p>				
Literatur	<p>see "Content"</p> <p>Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2002, 544 S., ca.: Fr. 68.-</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>406-0063-AAL</b>	<b>Physics II</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Introduction to the "way of thinking" and the methodology in Physics. The Chapters treated are Magnetism, Refraction and Diffraction of Waves, Elements of Quantum Mechanics with applications to Spectroscopy, Thermodynamics, Phase Transitions, Transport Phenomena.				
Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve the latter.				
	The student should acquire an overview over the basic concepts used in the theory of heat and electricity.				
Inhalt	Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4				
	Chapters: 17 (without 17-5, 17-10), 18 (without 18-5, 18-6, 18-7), 19, 20 (without 20-7, 20-8, 20-9, 20-10, 20-11), 21 (without 21-12), 23, 25 (without 25-9, 25-10), 26 (without 26-4, 26-5, 26-7), 27, 28 (without 28-4, 28-5, 28-8, 28-9, 28-10), 29 (without 29-5, 29-8), 32 (without 32-8), 33 (without 33-4, 33-5, 33-9, 33-10), 34 (without 34-4, 34-6, 34-7), 35 (without 35-2, 35-3, 35-9, 35-11, 35-12, 35-13), and 15 waves (without 15-3, 15-5, 15-7, 15-9, 15-10, 15-11)				
Literatur	see "Content"				
	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2 Elektrizität, Optik, Wellen Verlag Wiley-VCH, 2003, Fr. 77.-				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>406-0064-AAL</b>	<b>Physics I and II</b>	<b>E-</b>	<b>10 KP</b>	<b>21R</b>	<b>A. Vaterlaus</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Concepts and tools in physics: mechanics of point-like and rigid bodies, elasticity theory, elements of hydrostatics and hydrodynamics, periodic motion and mechanical waves.				
	The "way of thinking" and the methodology in Physics. Magnetism, Refraction and Diffraction of Waves, Elements of Quantum Mechanics with applications to Spectroscopy, Thermodynamics, Phase Transitions, Transport Phenomena.				
Lernziel	Introduction to the scientific methodology. The student should develop his/her capability to turn physical observations into mathematical models, and to solve the latter.				
	The student should acquire an overview over the basic concepts used in mechanics, in the theory of heat and electricity.				
Inhalt	Book: Physics for Scientists and Engineers, Douglas C. Giancoli, Pearson Education (2009), ISBN: 978-0-13-157849-4				
	Chapters: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (without: 6-5, 6-6, 6-8), 7, 8 (without 8-9), 9, 10 (without 10-10), 11 (without 11-7), 13 (without 13-13, 13-14), 14 (without 14-6), 15 (without 15-3, 15-5), 17 (without 17-5, 17-10), 18 (without 18-5, 18-6, 18-7), 19, 20 (without 20-7, 20-8, 20-9, 20-10, 20-11), 21 (without 21-12), 23, 25 (without 25-9, 25-10), 26 (without 26-4, 26-5, 26-7), 27, 28 (without 28-4, 28-5, 28-8, 28-9, 28-10), 29 (without 29-5, 29-8), 32 (without 32-8), 33 (without 33-4, 33-5, 33-9, 33-10), 34 (without 34-4, 34-6, 34-7), 35 (without 35-2, 35-3, 35-9, 35-11, 35-12, 35-13).				
Literatur	see "Content"				
	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1: Mechanik und Thermodynamik Wiley-VCH Verlag, 2002, 544 S., ca.: Fr. 68.-				
	Friedhelm Kuypers Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2 Elektrizität, Optik, Wellen Verlag Wiley-VCH, 2003, Fr. 77.-				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>406-0251-AAL</b>	<b>Mathematics I</b>	<b>E-</b>	<b>6 KP</b>	<b>13R</b>	<b>A. Cannas da Silva</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch  
Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	This course covers mathematical concepts and techniques necessary to model, solve and discuss scientific problems - notably through ordinary differential equations.		
Lernziel	Mathematics is of ever increasing importance to the Natural Sciences and Engineering. The key is the so-called mathematical modelling cycle, i.e. the translation of problems from outside of mathematics into mathematics, the study of the mathematical problems (often with the help of high level mathematical software packages) and the interpretation of the results in the original environment.		
Inhalt	<p>The goal of Mathematics I and II is to provide the mathematical foundations relevant for this paradigm. Differential equations are by far the most important tool for modelling and are therefore a main focus of both of these courses.</p> <p>1. Linear Algebra and Complex Numbers: systems of linear equations, Gauss-Jordan elimination, matrices, determinants, eigenvalues and eigenvectors, cartesian and polar forms for complex numbers, complex powers, complex roots, fundamental theorem of algebra.</p> <p>2. Single-Variable Calculus: review of differentiation, linearisation, Taylor polynomials, maxima and minima, fundamental theorem of calculus, antiderivative, integration methods, improper integrals.</p> <p>3. Ordinary Differential Equations: variation of parameters, separable equations, integration by substitution, systems of linear equations with constant coefficients, 1st and higher order equations, introduction to dynamical systems.</p>		
Skript	See literature		
Literatur	- Bretscher, O.: Linear Algebra with Applications, Pearson Prentice Hall. - Thomas, G. B.: Thomas' Calculus, Part 1, Pearson Addison-Wesley.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: familiarity with the basic notions from Calculus, in particular those of function, derivative and integral.		

Schedule and location of the assistance hours (Mathe-Lab) may be found on the Moodle webpages for the parallel courses in German:  
- 401-0251-00L Mathematik I in the Fall semester and  
- 401-0252-00L Mathematik II in the Spring semester.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft

---

<b>406-0252-AAL</b>	<b>Mathematics II</b>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>15R</b>	<b>A. Cannas da Silva,</b> S. Kalisnik Hintz
---------------------	-----------------------	-----------	-------------	------------	---

*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese  
Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch  
Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	Continuation of the topics of Mathematics I, with main focus on multivariable calculus.		
Lernziel	Mathematics is of ever increasing importance to the Natural Sciences and Engineering. The key is the so-called mathematical modelling cycle, i.e. the translation of problems from outside of mathematics into mathematics, the study of the mathematical problems (often with the help of high level mathematical software packages) and the interpretation of the results in the original environment.		
Inhalt	<p>The goal of Mathematics I and II is to provide the mathematical foundations relevant for this paradigm. Differential equations are by far the most important tool for modelling and are therefore a main focus of both of these courses.</p> <p>- Multivariable Differential Calculus: functions of several variables, partial differentiation, curves and surfaces in space, scalar and vector fields, gradient, curl and divergence.</p> <p>- Multivariable Integral Calculus: multiple integrals, line and surface integrals, work and flow, Green, Gauss and Stokes theorems, applications.</p> <p>- Introduction to Partial Differential Equations: separation of variables, heat equation, wave equation, Laplace equation.</p>		
Skript	See literature		
Literatur	- Thomas, G. B.: Thomas' Calculus, Part 2, Pearson Addison-Wesley. - Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons.		
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: familiarity with the basic notions from Calculus, in particular those of function, derivative and integral.		

Schedule and location of the assistance hours (Mathe-Lab) may be found on the Moodle webpages for the parallel courses in German:  
- 401-0251-00L Mathematik I in the Fall semester and  
- 401-0252-00L Mathematik II in the Spring semester.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft

---

<b>406-0253-AAL</b>	<b>Mathematics I &amp; II</b>	<b>E-</b>	<b>13 KP</b>	<b>28R</b>	<b>A. Cannas da Silva,</b> S. Kalisnik Hintz
---------------------	-------------------------------	-----------	--------------	------------	---

*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese  
Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch  
Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese  
Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	Mathematics I covers mathematical concepts and techniques necessary to model, solve and discuss scientific problems - notably through ordinary differential equations. The main focus of Mathematics II is multivariable calculus.		
Lernziel	Mathematics is of ever increasing importance to the Natural Sciences and Engineering. The key is the so-called mathematical modelling cycle, i.e. the translation of problems from outside of mathematics into mathematics, the study of the mathematical problems (often with the help of high level mathematical software packages) and the interpretation of the results in the original environment.		
	The goal of Mathematics I and II is to provide the mathematical foundations relevant for this paradigm. Differential equations are by far the most important tool for modelling and are therefore a main focus of both of these courses.		

Inhalt	<p>1. Linear Algebra and Complex Numbers: systems of linear equations, Gauss-Jordan elimination, matrices, determinants, eigenvalues and eigenvectors, cartesian and polar forms for complex numbers, complex powers, complex roots, fundamental theorem of algebra.</p> <p>2. Single-Variable Calculus: review of differentiation, linearisation, Taylor polynomials, maxima and minima, fundamental theorem of calculus, antiderivative, integration methods, improper integrals.</p> <p>3. Ordinary Differential Equations: variation of parameters, separable equations, integration by substitution, systems of linear equations with constant coefficients, 1st and higher order equations, introduction to dynamical systems.</p> <p>4. Multivariable Differential Calculus: functions of several variables, partial differentiation, curves and surfaces in space, scalar and vector fields, gradient, curl and divergence.</p> <p>5. Multivariable Integral Calculus: multiple integrals, line and surface integrals, work and flow, Green, Gauss and Stokes theorems, applications.</p> <p>6. Introduction to Partial Differential Equations: separation of variables, heat equation, wave equation, Laplace equation.</p>					
Skript	See literature					
Literatur	<p>- Bretscher, O.: Linear Algebra with Applications, Pearson Prentice Hall. - Thomas, G. B.: Thomas' Calculus, Part 1, Pearson Addison-Wesley. - Thomas, G. B.: Thomas' Calculus, Part 2, Pearson Addison-Wesley. - Kreyszig, E.: Advanced Engineering Mathematics, John Wiley &amp; Sons.</p>					
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Prerequisites: familiarity with the basic notions from Calculus, in particular those of function, derivative and integral.</p> <p>Schedule and location of the assistance hours (Mathe-Lab) may be found on the Moodle webpages for the parallel courses in German: - 401-0251-00L Mathematik I in the Fall semester and - 401-0252-00L Mathematik II in the Spring semester.</p>					
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien				geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen				geprüft
<b>406-0603-AAL</b>	<b>Stochastics (Probability and Statistics)</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>		<b>M. Kalisch</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>					
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>					
Kurzbeschreibung	Introduction to basic methods and fundamental concepts of statistics and probability theory for non-mathematicians. The concepts are presented on the basis of some descriptive examples. The course will be based on the book "Statistics for research" by S. Dowdy et.al. and on the book "Introductory Statistics with R" by P. Dalgaard.					
Lernziel	<p>The objective of this course is to build a solid fundament in probability and statistics. The student should understand some fundamental concepts and be able to apply these concepts to applications in the real world. Furthermore, the student should have a basic knowledge of the statistical programming language "R". The main topics of the course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to probability</li> <li>- Common distributions</li> <li>- Binomialtest</li> <li>- z-Test, t-Test</li> <li>- Regression</li> </ul>					
Inhalt	<p>From "Statistics for research": Ch 1: The Role of Statistics Ch 2: Populations, Samples, and Probability Distributions Ch 3: Binomial Distributions Ch 6: Sampling Distribution of Averages Ch 7: Normal Distributions Ch 8: Student's t Distribution Ch 9: Distributions of Two Variables [Regression]</p> <p>From "Introductory Statistics with R": Ch 1: Basics Ch 2: Probability and distributions Ch 3: Descriptive statistics and tables Ch 4: One- and two-sample tests Ch 5: Regression and correlation</p>					
Literatur	<p>"Statistics for research" by S. Dowdy et. al. (3rd edition); Print ISBN: 9780471267355; Online ISBN: 9780471477433; DOI: 10.1002/0471477435; From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435">http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471477435</a></p> <p>"Introductory Statistics with R" by Peter Dalgaard; ISBN 978-0-387-79053-4; DOI: 10.1007/978-0-387-79054-1 From within the ETH, this book is freely available online under: <a href="http://www.springerlink.com/content/m17578/">http://www.springerlink.com/content/m17578/</a></p>					
<b>529-2001-AAL</b>	<b>Chemistry I and II</b>	<b>E-</b>	<b>9 KP</b>	<b>19R</b>		<b>J. Cvengros</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>					
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch</i>					

*Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	General Chemistry I and II: Chemical bond and molecular structure, chemical thermodynamics, chemical equilibrium, kinetics, acids and bases, electrochemistry		
Lernziel	Introduction to general and inorganic chemistry. Basics of the composition and the change of the material world. Introduction to the thermodynamically controlled physico-chemical processes. Macroscopic phenomena and their explanation through atomic and molecular properties. Using the theories to solve qualitatively and quantitatively chemical and ecologically relevant problems.		
Inhalt	1. Stoichiometry 2. Atoms and Elements (Quantum Mechanical Model of the Atom) 3. Chemical Bonding 4. Thermodynamics 5. Chemical Kinetics 6. Chemical Equilibrium (Acids and Bases, Solubility Equilibria) 7. Electrochemistry		
Skript	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMISTRY The Central Science, Global Edition, Pearson, 2015.		
Literatur	Mortimer, Müller CHEMIE (deutsch) Housecroft and Constable, CHEMISTRY (englisch) Oxtoby, Gillis, Nachtrieb, MODERN CHEMISTRY (englisch)		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>529-0234-AAL</b>	<b>Chemistry I</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>11R</b>	<b>J. Cvengros</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
	<i>Please contact Dr. Jan Cvengros for further information at the beginning of the semester</i>				
Kurzbeschreibung	Chemie I: Chemische Bindung und Molekülstruktur, chemische Thermodynamik und Kinetik, chemisches Gleichgewicht.				
Lernziel	Erarbeiten von Grundlagen zur Beschreibung von Aufbau, Zusammensetzung und Umwandlungen der materiellen Welt. Einführung in thermodynamisch bedingte chemisch-physikalische Prozesse. Mittels Modellvorstellungen zeigen, wie makroskopische Phänomene anhand atomarer und molekularer Eigenschaften verstanden werden können. Anwendungen der Theorie zum qualitativen und quantitativen Lösen einfacher chemischer und umweltrelevanter Probleme.				
Inhalt	1. Stöchiometrie Stoffmenge und Stoffmasse. Zusammensetzung von Verbindungen. Reaktionsgleichung. Ideales Gasgesetz. 2. Atombau Elementarteilchen und Atome. Elektronenkonfiguration der Elemente. Periodisches System der Elemente. 3. Chemische Bindung und ihre Darstellung. Raumstruktur von Molekülen. Molekülorbitale. 4. Grundlagen der chemischen Thermodynamik System und Umgebung. Beschreibung des Zustands und der Zustandsänderungen chemischer Systeme. 5. Erster Hauptsatz Innere Energie, Wärme und Arbeit. Enthalpie und Reaktionsenthalpie. Thermodynamische Standardbedingungen. 6. Zweiter Hauptsatz Entropie. Entropieänderungen im System und im Universum. Reaktionsentropie durch Reaktionswärme und durch Stoffänderungen. 7. Gibbs-Energie und chemisches Potential Kombination der zwei Hauptsätze. Reaktions-Gibbs-Energie. Stoffaktivitäten bei Gasen, kondensierten Stoffen und gelösten Spezies. Gibbs-Energie im Ablauf chemischer Reaktionen. Gleichgewichtskonstante. 8. Chemisches Gleichgewicht Massenwirkungsgesetz, Reaktionsquotient und Gleichgewichtskonstante. Gleichgewicht bei Phasenübergängen. 9. Säuren und Basen Verhalten von Stoffen als Säure oder Base. Dissoziationsfunktionen von Säuren. pH-Begriff. Berechnung von pH-Werten in Säure-Base-Systemen und Speziierungsdiagramme. Säure-Base-Puffer. Mehrprotonige Säuren und Basen. 11. Auflösung und Fällung Heterogene Gleichgewichte. Lösungsprozess und Löslichkeitskonstante. Speziierungsdiagramme. Das Kohlendioxid-Kohlensäure-Carbonat-Gleichgewicht in der Umwelt.				
Literatur	Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, CHEMISTRY The Central Science, Global Edition, Pearson, 2015				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Problemlösung	geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft gefördert		
<b>529-2002-AAL</b>	<b>Chemistry II</b>	<b>E-</b>	<b>5 KP</b>	<b>11R</b>	<b>J. Cvengros, H. Grützmacher</b>

*Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.*

*Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.*

Kurzbeschreibung	Chemistry II: Redox reactions, chemistry of the elements, introduction to organic chemistry		
Lernziel	General base for understanding of inorganic and organic chemistry.		
Inhalt	1. Redoxreactions		
	2. Inorganic Chemistry Rules for nomenclature of inorganic compounds. Systematic description of the groups of elements in the periodical system and the most important compounds of these elements. Formation of compounds as a consequence of the electronic structure of the elements.		
	3. Introduction to organic chemistry Description of the most important classes of compounds and of the functional groups. Principal reactivity of these functional groups. Stereochemistry. Reaction mechanisms: SN1- and SN2-reactions, electrophilic aromatic substitutions, eliminations (E1 and E2), addition reactions (C=C and C=O double bonds). Chemistry of carbonyl and carboxyl groups.		
Skript	C.E.Housecroft, E.C.Constable, Chemistry, 4rd Edition, Pearson, Harlow (England), 2010 (ISBN 0-131-27567-4), Kap. 18-33		
Literatur	Th.L.Brown, H.E.LeMay, B.E.Bursten; Chemie, 10. Auflage, Pearson Studium, München, 2007 (ISBN 3-8273-7191-0)		
Kompetenzen	D.W.Oxtoby, H.P.Gillis, N.H.Nachtrieb, Principles of Modern Chemistry, Fifth Edition, Thomson, London, 2002 (ISBN 0-03-035373-4)	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien geprüft Verfahren und Technologien geprüft
		Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen geprüft Entscheidungsfindung geprüft Problemlösung geprüft
		Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken geprüft Kritisches Denken geprüft Selbstbewusstsein und Selbstreflexion gefördert Selbststeuerung und Selbstmanagement gefördert

<b>551-0001-AAL</b>	<b>General Biology I</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>U. Sauer, O. Y. Martin, A. Widmer</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Organismic biology to teach the basic principles of classical and molecular genetics, evolutionary biology and phylogeny. First in a series of two lectures given over two semesters for students of agricultural and food sciences, as well as of environmental sciences.				
Lernziel	The understanding of basic principles of biology (inheritance, evolution and phylogeny) and an overview of the diversity of life.				
Inhalt	The first semester focuses on the organismal biology aspects of genetics, evolution and diversity of life in the Campbell chapters 12-34.				
	Week 1-7 by Alex Widmer, Chapters 12-25 12 Cell biology Mitosis 13 Genetics Sexual life cycles and meiosis 14 Genetics Mendelian genetics 15 Genetics Linkage and chromosomes 20 Genetics Evolution of genomes 21 Evolution How evolution works 22 Evolution Phylogentic reconstructions 23 Evolution Microevolution 24 Evolution Species and speciation 25 Evolution Macroevolution				
	Week 8-14 by Oliver Martin, Chapters 26-34 26 Diversity of Life Introduction to viruses 27 Diversity of Life Prokaryotes 28 Diversity of Life Origin & evolution of eukaryotes 29 Diversity of Life Nonvascular&seedless vascular plants 30 Diversity of Life Seed plants 31 Diversity of Life Introduction to fungi 32 Diversity of Life Overview of animal diversity 33 Diversity of Life Introduction to invertebrates 34 Diversity of Life Origin & evolution of vertebrates				
Skript	No script				
Literatur	Campbell et al. (2021) Biology - A Global Approach. 12th Edition (Global Edition)				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a virtual self-study lecture for non-german speakers of the "Allgemeine Biologie I (551-0001-00L) lecture. The exam will be written jointly with the participants of this lecture. The covered content closely follows the Campbell chapters as you can work with the English version. Please take a short look into the slides of the respective German lectures so that you can see which parts a docent focussed on and if there is anything that deviates from Campbell content.				
	Since General Biologie I is a self study and you are flexible when to take it, we generally recommend to take the exam in the winter examination session together with the students that take the repeat exam from the last year. If you chose this option, please contact the docenten to gain access to the slides from the previous lecture. There will only be minor differences between slides from different lecture years.				
	Example exam questions will be discussed during the lectures, and old exam questions are kept by the various student organisations. If necessary, please contact Prof. Uwe Sauer (sauer@ethz.ch) for details regarding the exam.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien geprüft Verfahren und Technologien geprüft			



<b>551-0003-AAL</b>	<b>General Biology I+II</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>7 KP</b>	<b>13R</b>	<b>U. Sauer, K. Bomblies, O. Y. Martin, A. Widmer</b>
Kurzbeschreibung	General Biology I: Organismic biology to teach the basic principles of classical and molecular genetics, evolutionary biology and phylogeny.  General Biology II: Molecular biology approach to teach the basic principles of biochemistry, cell biology, cgenetics, evolutionary biology and form and function of vacular plants.				
Lernziel	General Biology I: The understanding of basic principles of biology (inheritance, evolution and phylogeny) and an overview of the diversity of life.  General Biology II: The understanding basic concepts of biology: the hierarchy of the structural levels of biological organisation, with particular emphasis on the cell and its molecular functions, the fundamentals of metabolism and molecular genetics, as well as form and function of vascular plants.				
Inhalt	General Biology I: General Biology I focuses on the organismal biology aspects of genetics, evolution and diversity of life in the Campbell chapters 12-34.  Week 1-7 by Alex Widmer, Chapters 12-25 12 Cell biology Mitosis 13 Genetics Sexual life cycles and meiosis 14 Genetics Mendelian genetics 15 Genetics Linkage and chromosomes 20 Genetics Evolution of genomes 21 Evolution How evolution works 22 Evolution Phylogentic reconstructions 23 Evolution Microevolution 24 Evolution Species and speciation 25 Evolution Macroevolution  Week 8-14 by Oliver Martin, Chapters 26-34 26 Diversity of Life Introduction to viruses 27 Diversity of Life Prokaryotes 28 Diversity of Life Origin & evolution of eukaryotes 29 Diversity of Life Nonvascular&seedless vascular plants 30 Diversity of Life Seed plants 31 Diversity of Life Introduction to fungi 32 Diversity of Life Overview of animal diversity 33 Diversity of Life Introduction to invertebrates 34 Diversity of Life Origin & evolution of vertebrates  General Biology II: The structure and function of biomacromolecules; basics of metabolism; tour of the cell; membrane structure and function; basic energetics of cellular processes; respiration, photosynthesis; cell cycle, from gene to protein; structure and growth of vascular plants, resource acquisition and transport, soil and plant nutrition.  Specifically the following Campbell chapters will be covered: Week 1-5 by Uwe Sauer 5 Biochemistry Biological macromolecules and lipids 7 Cell biology Cell structure and function 8 Cell biology Cell membranes 10 Cell biology Respiration: introduction to metabolism 10 Cell biology Cell respiration 11 Cell biology Photosynthetic processes  Week 6-8 by Oliver Martin 16 Genetics Nucleic acids and inheritance 17 Genetics Expression of genes 18 Genetics Control of gene expression 19 Genetics DNA Technology  Week 8-13 by Kirsten Bomblies 35 Plant structure&function Plant Structure and Growth 36 Plant structure&function Transport in vascular plants 37 Plant structure&function Plant nutrition 38 Plant structure&function Reproduction of flowering plants 39 Plant structure&function Plants signal and behavior				
Skript	No script				
Literatur	Campbell et al. (2021) Biology - A Global Approach. 12th Edition (Global Edition)				

Voraussetzungen / Besonderes	Some parts of the course require basic knowledge in general and organic chemistry.				
	This is a virtual self-study lecture for non-German speakers of the "Allgemeine Biologie I (551-0001-00L) and "Allgemeine Biologie II (551-0002-00L) lectures. The exam will be written jointly with the participants of this lecture.				
	The covered content closely follows the Campbell chapters and you can work with the English version. Please take a short look into the slides of the respective German lectures so that you can see which parts a docent focussed on and if there is anything that deviates from Campbell content. Primarily the last lecture of Professor Sauer will differ somewhat from Campbell and the slides will be in English.				
	Since General Biologie I and II is a self study and you are flexible when to take it, we generally recommend to take the exam in the winter examination session together with the students that take the repeat exam from the last year. If you chose this option, please contact the docenten to gain access to the slides from the previous lecture. There will only be minor differences between slides from different lecture years.				
	You can get access to the slides of the actual Allgemeine Biologie lecture by either enrolling in the course or contacting the docenten of the lecture to give you access to the Moodle page.				
	Example exam questions will be discussed during the lectures, and old exam questions are kept by the various student organisations. If necessary, please contact Prof. Uwe Sauer (sauer@ethz.ch) for details regarding the exam.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-0023-AAL</b>	<b>Atmosphäre</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>E. Fischer</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	Basic principles of the atmosphere, physical structure and chemical composition, trace gases, atmospheric cycles, circulation, stability, radiation, condensation, clouds, oxidation capacity and ozone layer.				
Lernziel	Understanding of basic physical and chemical processes in the atmosphere. Understanding of mechanisms of and interactions between: weather - climate, atmosphere - ocean - continents, troposphere - stratosphere. Understanding of environmentally relevant structures and processes on vastly differing scales. Basis for the modelling of complex interrelations in the atmosphere.				
Inhalt	Basic principles of the atmosphere, physical structure and chemical composition, trace gases, atmospheric cycles, circulation, stability, radiation, condensation, clouds, oxidation capacity and ozone layer.				
<b>701-0071-AAL</b>	<b>Mathematics III: Systems Analysis</b>	<b>E-</b>	<b>4 KP</b>	<b>9R</b>	<b>R. Knutti, H. Wernli</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	In der Systemanalyse geht es darum, durch ausgesuchte praxisnahe Beispiele die in der Mathematik bereit gestellte Theorie zu vertiefen und zu veranschaulichen. Konkret behandelt werden: Dynamische lineare Boxmodelle mit einer und mehreren Variablen; Nichtlineare Boxmodelle mit einer oder mehreren Variablen; zeitdiskrete Modelle, und kontinuierliche Modelle in Raum und Zeit.				
Lernziel	Erlernen und Anwendung von Konzepten (Modellen) und quantitativen Methoden zur Lösung von umweltrelevanten Problemen. Verstehen und Umsetzen des systemanalytischen Ansatzes, d.h. Erkennen des Kernes eines Problems - Abstraktion - Quantitatives Erfassen - Vorhersage.				
Inhalt	<a href="http://www.up.ethz.ch/education/systems-analysis.html">http://www.up.ethz.ch/education/systems-analysis.html</a>				
Skript	Folien werden über Ilias zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Imboden, D. and S. Koch (2003) Systemanalyse - Einführung in die mathematische Modellierung natürlicher Systeme. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert	
		Kritisches Denken		gefördert	
<b>701-0243-AAL</b>	<b>Biology III: Essentials of Ecology</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>J. Alexander</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>				
	<i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>				
Kurzbeschreibung	This course is for students needing further ecological background. Topics covered include population growth, species interactions, the movement of energy and nutrients through ecosystems, and ecological responses to environmental change will be covered. Applications of ecological concepts to conservation and restoration will also be covered.				
Lernziel	Students will understand how ecological processes operate in natural communities. They will appreciate how mathematical theory, field experimentation, and observational studies combine to generate a predictive science of ecological processes.				
	Upon completing the course, students will be able to:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand models of population growth, and the processes they represent</li> <li>- Gain knowledge of the factors determining the outcome of species interactions (e.g. competition, predation, mutualism), and their implications for populations and communities.</li> <li>- Understand how diversity is maintained and why it varies across environmental and disturbance gradients, and during succession</li> <li>- Appreciate how energy and nutrients cycle throughout ecosystems .</li> <li>- Understand how anthropogenic change influences populations, communities and ecosystems</li> <li>- Appreciate how ecological principles underlie restoration and conservation efforts.</li> </ul>				
Inhalt	Readings from a text book will focus on understanding central processes in ecology.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung			gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>701-0401-AAL</b>	<b>Hydrosphäre</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>M. H. Schroth, R. Kipfer</b>
Kurzbeschreibung	Im Selbststudium beschäftigen sich Studierende mit Prozessen, welche den Wasserkreislauf der Erde bestimmen. Hierzu werden die Energieflüsse sowie die Mischungs- und Transportprozesse in aquatischen Systemen betrachtet. Inhaltliche und methodische Zusammenhänge zwischen der Hydrosphäre, Atmosphäre und Pedosphäre werden erarbeitet.				
Lernziel	Qualitatives und quantitatives Verständnis der physikalischen (und geochemischen) Prozesse, welche die natürliche Dynamik im Grundwasser, Seen und Ozeanen bestimmen und den Austausch von Stoffen und Energie steuern.				
Inhalt	<p>Topics of the course.</p> <p>Physical properties of water (i.e. density and equation of state)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- global water resources</li> <li>Exchange at boundaries</li> <li>- energy (thermal &amp; kinetic), gas exchange</li> </ul> <p>Mixing and transport processes in open waters</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vertical stratification, large scale transport</li> <li>- turbulence and mixing</li> <li>- mixing and exchange processes in rivers</li> </ul> <p>Groundwater and its dynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ground water as part of the terrestrial water cycle</li> <li>- ground water hydraulics, Darcy's law</li> <li>- aquifers and their properties</li> <li>- hydrochemistry and tracer</li> <li>- ground water use</li> </ul> <p>Case studies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Water as resource, 2. Water and climate</li> </ul>				
Literatur	<p>Textbooks for self-studying.</p> <p>Surface water.</p> <p>'Physics and Chemistry in Lakes', ed: Lerman, A., Imboden, D.M., and Gat, J., Springer Verlag, 1995: Chapter 4: Imboden, D.M., and Wüest, A. 'Mixing Mechanisms in Lakes'</p> <p>'Environmental Organic Chemistry', ed: Schwarzenbach, R., Imboden, D. M., and Gschwend, Ph., Wiley, 2002: Chapter 6.4: Air-Water Partitioning Chapter 19.2: Bottleneck Boundaries</p> <p>Ground water: Fitts, C.R., 2013. Groundwater Science. 2nd ed., Academic Press, Amsterdam.</p> <p>Optional additional readers.</p> <p>Park, Ch., 2001, The Environment, Routledge, 2001 Fetter, C.W. 'Applied Hydrogeology', Prentice Hall, 1994 (3rd edition).</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien			geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-0473-AAL</b>	<b>Weather Systems</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>M. A. Sprenger, I. Thurnherr</b>
Kurzbeschreibung	Satellite observations; analysis of vertical soundings; geostrophic and thermal wind; cyclones at mid-latitude; global circulation; north-atlantic oscillation; atmospheric blocking situations; Eulerian and Lagrangian perspective; potential vorticity; Alpine dynamics (storms, orographic wind); planetary boundary layer				
Lernziel	Introduction to basic aspects of atmospheric dynamics. Focus is given to the global-scale atmospheric circulation, synoptic-scale processes (in particular low-pressure systems), and the influence of mountains on the atmospheric flow.				
Inhalt	Satellite observations; analysis of vertical soundings; geostrophic and thermal wind; cyclones at mid-latitude; global circulation; north-atlantic oscillation; atmospheric blocking situations; Eulerian and Lagrangian perspective; potential vorticity; Alpine dynamics (storms, orographic wind); planetary boundary layer				
Literatur	Atmospheric Science, An Introductory Survey John M. Wallace and Peter V. Hobbs, Academic Press				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Projektmanagement			gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
<b>701-0475-AAL</b>	<b>Atmospheric Physics</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>U. Lohmann</b>

Kurzbeschreibung	This course covers the basics of atmospheric physics, which consist of: cloud and precipitation formation, thermodynamics, aerosol physics, radiation as well as the impact of aerosols and clouds on climate and artificial weather modification.		
Lernziel	Students are able - to explain the mechanisms of cloud and precipitation formation using knowledge of humidity processes and thermodynamics. - to evaluate the significance of clouds and aerosol particles for climate and artificial weather modification.		
Inhalt	Moist processes/thermodynamics; aerosol physics; cloud formation; precipitation processes, storms; importance of aerosols and clouds for climate and weather modification, clouds and precipitation		
Skript	Lohmann, U., Lüönd, F. and Mahrt, F., An Introduction to Clouds: From the Microscale to Climate, Cambridge Univ. Press, 391 pp., 2016.		
Literatur	Lohmann, U., Lüönd, F. and Mahrt, F., An Introduction to Clouds: From the Microscale to Climate, Cambridge Univ. Press, 391 pp., 2016.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

<b>701-0501-AAL</b>	<b>Pedosphere</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>R. Kretzschmar</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to the formation and properties of soils as a function of parent rock, landscape position, climate, and soil organisms. Complex relationships between soil forming processes, physical and chemical soil properties, soil biota, and ecological soil properties are explained and illustrated by numerous examples.				
Lernziel	Understanding of soils as integral parts of ecosystems, development and distribution of soils as a function of environmental factors, and processes leading to soil degradation.				
Inhalt	Definition of the pedosphere, soil functions, rocks as parent materials, minerals and weathering, soil organisms, soil organic matter, physical soil properties and functions, chemical soil properties and functions, soil formation, principles of soil classification, global soil regions, soil fertility, land use and soil degradation.				
Literatur	- Scheffer/Schachtschabel - Soil Science, Springer, Heidelberg, 2016. - Brady N.C. and Weil, R.R. The Nature and Properties of Soils. 14th ed. Prentice Hall, 2007.				
Voraussetzungen / Besonderes	Prerequisites: Basic knowledge in chemistry, biology and geology.				

<b>701-0721-AAL</b>	<b>Psychology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>	<b>M. Siegrist</b>
Kurzbeschreibung	This self-study course. is an introductory course in psychology. This course will emphasize cognitive psychology and the psychological experiment.				
Lernziel	Knowledge of key concepts and exemplary theories of psychology and their relation to "daily" psychology. Comprehension of relation between theory and experiment in psychology.  Goals: Learning how psychologists are thinking, a side change from the ETH natural science perspective to psychological thinking.  Domains of psychology: - Psychology fields - Concept definitions of psychology - Theories of psychology - Methods of psychology - Results of psychology  Capability: Be able to define a psychological research question Basics understanding of role of psychology  Comprehension: Psychology as a science of experience and behavior of the human				
Inhalt	Einführung in die psychologische Forschung und Modellbildung unter besonderer Berücksichtigung der kognitiven Psychologie und des psychologischen Experiments. Themen sind u.a.: Wahrnehmung; Lernen und Entwicklung; Denken und Problemlösen; Kognitive Sozialpsychologie; Risiko und Entscheidung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		

<b>752-4001-AAL</b>	<b>Microbiology</b> <i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>  <i>Alle anderen Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>	<b>E-</b>	<b>2 KP</b>	<b>4R</b>	<b>M. Ackermann</b>
Kurzbeschreibung	Vermittlung der Grundlagen im Fach Mikrobiologie mit Schwerpunkt auf den Themen: Bakterielle Zellbiologie, Molekulare Genetik, Wachstumsphysiologie, Biochemische Diversität, Phylogenie und Taxonomie, Prokaryotische Vielfalt, Interaktion zwischen Menschen und Mikroorganismen sowie Biotechnologie.				
Lernziel	Vermittlung der Grundlagen im Fach Mikrobiologie.				
Inhalt	Der Schwerpunkt liegt auf den Themen: Bakterielle Zellbiologie, Molekulare Genetik, Wachstumsphysiologie, Biochemische Diversität, Phylogenie und Taxonomie, Prokaryotische Vielfalt, Interaktion zwischen Menschen und Mikroorganismen sowie Biotechnologie.				

Skript	Wird von den jeweiligen Dozenten ausgegeben.			
Literatur	Die Behandlung der Themen erfolgt auf der Basis des Lehrbuchs Brock, Biology of Microorganisms			
<b>351-1158-AAL</b>	<b>Principles of Economics</b>	<b>E-</b>	<b>3 KP</b>	<b>6R</b>
	<i>Belegung ist NUR erlaubt für MSc Studierende, die diese Lerneinheit als Auflagenfach verfügt haben.</i>			
	<i>Alle andere Studierenden (u.a. auch Mobilitätsstudierende, Doktorierende) können diese Lerneinheit NICHT belegen.</i>			
Kurzbeschreibung	Students understand basic microeconomics and macroeconomics problems and theories. They are able to argue along economic principles and to judge policy measures.			
Lernziel	Upon successful completion of the course, you will be able to: - Describe the basic microeconomic and macroeconomic problems and theories. - Make economic arguments to a given topic. - Evaluate economic measures.			
Inhalt	Households, firms, supply and demand: How are household preferences and consumption behavior formed? How does a household react to price changes? How are goods prices formed? At what prices are firms willing to offer goods? How do we make economic decisions? Markets: What is "perfect competition" and how does a competitive market work? Are monopolies always a bad thing? How can governments influence the market? Market failure: What happens when prices give wrong signals? Labor market: How do supply and demand work in the labor market? What influences unemployment? National Accounts: How big is the Swiss economy? Foreign trade: Why do countries trade with each other? What are the consequences for the domestic market? Money and inflation: What exactly is money? How does money creation work, and what happens when there is too much (or too little) money on the market?			
Literatur	Students will be asked to apply these concepts to issues in their own field of study and to current issues in society.			
Kompetenzen	Mankiw, N.G.: "Principles of Economics", 8th edition, South-Western College/West, Mason 2018.			
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft

### Umweltnaturwissenschaften Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
KP	Kreditpunkte
■	Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Verfahrenstechnik Master

## ► Kernfächer

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>151-0170-00L</b>	<b>Computational Multiphase Thermal Fluid Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>F. Coletti, A. Dehbi, Y. Sato</b>
Kurzbeschreibung	The course deals with fundamentals of the application of Computational Fluid Dynamics to gas-liquid flows as well as particle laden gas flows including aerosols. The course will present the current state of art in the field. Challenging examples, mainly from the fluid-machinery and plant, are discussed in detail.				
Lernziel	Fundamentals of 3D multiphase flows (Definitions, Averages, Flow regimes), mathematical models (two-fluid model, Euler-Euler and Euler-Lagrange techniques), modeling of dispersed bubble flows (inter-phase forces, population balance and multi-bubble size class models), turbulence modeling, stratified and free-surface flows (interface tracking techniques such as VOF, level-sets and variants, modeling of surface tension), particulate and aerosol flows, particle tracking, one and two way coupling, random walk techniques to couple particle tracking with turbulence models, numerical methods and tools, industrial applications.				
<b>151-0206-00L</b>	<b>Energy Systems and Power Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>R. S. Abhari, A. Steinfeld</b>
Kurzbeschreibung	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Lernziel	Introductory first course for the specialization in ENERGY. The course provides an overall view of the energy field and pertinent global problems, reviews some of the thermodynamic basics in energy conversion, and presents the state-of-the-art technology for power generation and fuel processing.				
Inhalt	World primary energy resources and use: fossil fuels, renewable energies, nuclear energy; present situation, trends, and future developments. Sustainable energy system and environmental impact of energy conversion and use: energy, economy and society. Electric power and the electricity economy worldwide and in Switzerland; production, consumption, alternatives. The electric power distribution system. Renewable energy and power: available techniques and their potential. Cost of electricity. Conventional power plants and their cycles; state-of-the-art and advanced cycles. Combined cycles and cogeneration; environmental benefits. Solar thermal; concentrated solar power; solar photovoltaics. Fuel cells: characteristics, fuel reforming and combined cycles.				
Skript	Vorlesungsunterlagen werden verteilt				
<b>151-0207-00L</b>	<b>Theory and Modeling of Reactive Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>C. E. Frouzakis, I. Mantzaras</b>
Kurzbeschreibung	The course first reviews the governing equations and combustion chemistry, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Catalytic combustion and its coupling with homogeneous combustion are dealt in detail, and turbulent combustion modeling approaches are presented. Available numerical codes will be used for modeling.				
Lernziel	Theory of combustion with numerical applications				
Inhalt	The analysis of realistic reactive flow systems necessitates the use of detailed computer models that can be constructed starting from first principles i.e. thermodynamics, fluid mechanics, chemical kinetics, and heat and mass transport. In this course, the focus will be on combustion theory and modeling. The reacting flow governing equations and the combustion chemistry are firstly reviewed, setting the ground for the analysis of homogeneous gas-phase mixtures, laminar diffusion and premixed flames. Heterogeneous (catalytic) combustion, an area of increased importance in the last years, will be dealt in detail along with its coupling with homogeneous combustion. Finally, approaches for the modeling of turbulent combustion will be presented. Available numerical codes will be used to compute the above described phenomena. Familiarity with numerical methods for the solution of partial differential equations is expected.				
Skript	Handouts				
Voraussetzungen / Besonderes	NEW course				
<b>151-0208-00L</b>	<b>Computational Methods for Flow, Heat and Mass Transfer Problems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. W. Meyer-Masseti</b>
Kurzbeschreibung	Es werden numerische Methoden zur Lösung von Problemen der Fluidodynamik, Energie- & Verfahrenstechnik dargestellt und anhand von analytischen & numerischen Beispielen illustriert. Die Lehrveranstaltung wird im flipped classroom Format durchgeführt.				
Lernziel	Kenntnisse und praktische Erfahrung mit der Anwendung von Diskretisierungs- und Lösungsverfahren für Problem der Fluidodynamik und der Energie- und Verfahrenstechnik				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einleitung mit Anwendungen, Schritte zur numerischen Lösung</li> <li>- Klassifizierung partieller Differentialgleichungen, Beispiele aus Anwendungen</li> <li>- Finite Differenzen</li> <li>- Finite Volumen</li> <li>- Methoden der gewichteten Residuen, Spektralmethoden, finite Elemente</li> <li>- Randelementmethode</li> <li>- Stabilitätsanalyse, Konsistenz, Konvergenz</li> <li>- Numerische Lösungsverfahren, lineare Löser</li> </ul> Der Stoff wird mit Beispielen aus der Praxis illustriert.				
Skript	Folien und ein Skript werden ausgegeben.				
Literatur	Referenzen werden in der Vorlesung angegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	Grundlagen in Fluidodynamik, Thermodynamik und Programmieren (Selbst-Studium: Numerische Mathematik, Kaspar Nipp, 2010, <a href="https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377">https://doi.org/10.3929/ethz-a-010540377</a> )				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>151-0280-00L</b>	<b>Advanced Techniques for the Risk Analysis of Technical Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>G. Sansavini, B. Gjorgiev</b>
Kurzbeschreibung	The course provides advanced tools for the risk/vulnerability analysis and engineering of complex technical systems and critical infrastructures. It covers application of modeling techniques and design management concepts for strengthening the performance and robustness of such systems, with reference to energy, communication and transportation systems.				

Lernziel	Students will be able to model complex technical systems and critical infrastructures including their dependencies and interdependencies. They will learn how to select and apply appropriate numerical techniques to quantify the technical risk and vulnerability in different contexts (Monte Carlo simulation, Markov chains, complex network theory). Students will be able to evaluate which method for quantification and propagation of the uncertainty of the vulnerability is more appropriate for various complex technical systems. At the end of the course, they will be able to propose design improvements and protection/mitigation strategies to reduce risks and vulnerabilities of these systems.
Inhalt	Modern technical systems and critical infrastructures are complex, highly integrated and interdependent. Examples of these are highly integrated energy supply, energy supply with high penetrations of renewable energy sources, communication, transport, and other physically networked critical infrastructures that provide vital social services. As a result, standard risk-assessment tools are insufficient in evaluating the levels of vulnerability, reliability, and risk. This course offers suitable analytical models and computational methods to tackle this issue with scientific accuracy. Students will develop competencies which are typically requested for the formation of experts in reliability design, safety and protection of complex technical systems and critical infrastructures. Specific topics include: - Introduction to complex technical systems and critical infrastructures - Basics of the Markov approach to system modeling for reliability and availability analysis - Monte Carlo simulation for reliability and availability analysis - Markov Chain Monte Carlo for applications to reliability and availability analysis - Dependent, common cause and cascading failures - Complex network theory for the vulnerability analysis of complex technical systems and critical infrastructures - Basic concepts of uncertainty and sensitivity analysis in support to the analysis of the reliability and risk of complex systems under incomplete knowledge of their behavior Practical exercitations and computational problems will be carried out and solved both during classroom tutorials and as homework.
Skript	Slides and other materials will be available online
Literatur	The class will be largely based on the books: - "Computational Methods For Reliability And Risk Analysis" by E. Zio, World Scientific Publishing Company - "Vulnerable Systems" by W. Kröger and E. Zio, Springer - additional recommendations for text books will be covered in the class
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamentals of Probability

<b>151-0234-00L</b>	<b>Electrochemical Energy Systems</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Lukatskaya</b>
Kurzbeschreibung	This course focuses on energy storage devices like batteries and supercapacitors, and energy conversion systems. It provides a detailed introduction to core electrochemical processes and fundamental concepts, with an emphasis on real-world applications. The course aims to build a strong theoretical foundation and offer practical insights into electrochemical energy systems and technologies.				
Lernziel	The goal of this course is for students to understand the fundamental principles and theories behind electrochemical processes, analyze current scientific literature, and explain real electrochemical data.  Key objectives of this course are:  1. Explain the working principles of electrochemical energy storage systems. 2. Calculate the theoretical capabilities of energy storage systems. 3. Explain the discrepancies between theoretical and real-world performance of energy storage systems. 4. Understand and explain what information can be obtained from the analytical electrochemical methods. 5. Analyze and explain relevant seminal and modern research literature.				
Skript	Lecture notes and handouts				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>151-0926-00L</b>	<b>Separation Process Technology</b> <i>Note: The previous course title until FS22 "Separation Process Technology I".</i>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>A. Bardow</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs bietet den Studierenden die Grundlagen um Trennprozesse für ideale und nicht ideale Stoffsysteme, basierend auf Gas/Flüssig- und Flüssig/Flüssig-Phasengleichgewichten und Stofftransport, auszulegen.				
Lernziel	Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage:  - die thermodynamischen Grundlagen von gleichgewichtsbasierten Trennverfahren zusammenzufassen; - thermodynamische Grundsätze auf Destillations-, Absorptions- und Extraktionsprozesse anzuwenden; - verschiedene Technologien zur Trennung von Gas/Flüssig und Flüssig/Flüssig-Systemen auszulegen; - Trennaufgaben für ideale und nicht ideale Stoffsysteme zu lösen;				
Inhalt	Methoden zur nicht-empirischen Auslegung von Gleichgewichtstrennstufen idealer und nichtidealer Systeme, basierend auf Stoffübergangphänomenen und dem Phasengleichgewicht. Themen: Einführung in die Trennprozesstechnologie. Gas/Flüssig- und Flüssig/Flüssig-Phasengleichgewichte. Flash Verdampfung von Zwei- und Mehrstoffsystemen. Gleichgewichtsstufen und deren Verschaltung in Kaskaden. Kontinuierliche Destillation: Auslegungsmethoden für Zwei- und Mehrstoffsysteme, azeotrope Destillation. Apparative Aspekte: Kolonnen und Einbauten. Gasabsorptions- und Strippingprozesse. Flüssig/Flüssig-Extraktion. Gleichstrom-, Kreuzstrom- und Gegenstrombetrieb.				
Skript	Vorlesungsfolien und zusätzliche Dokumente werden online zur Verfügung gestellt. Referenzen zu entsprechenden Kapiteln und wissenschaftlichen Publikationen werden bereitgestellt				

Literatur	Treybal "Mass-transfer operations" Seader/Henley "Separation process principles" Wankat "Equilibrium stage separations" Weiss/Miltzer/Gramlich "Thermische Verfahrenstechnik"				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung: Thermodynamik Empfohlen: Stofftransport, Einführung in die Verfahrenstechnik  Material und Ankündigungen werden über Moodle zur Verfügung gestellt.				
<b>151-0928-00L</b>	<b>CO2 Capture and Storage and the Industry of Carbon-Based Resources</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>A. Bardow, V. Becattini, N. Gruber, M. Mazzotti, M. Repmann, T. Schmidt, D. Sutter</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of carbon capture, utilization, and storage and related interdependencies between technosphere, ecosphere, and sociosphere. Topics covered: origin, production, processing, and economics of carbon-based resources; climate change in science & policies; CC(U)S systems; CO2 transport & storage; life-cycle assessment; net-zero emissions; CO2 removal options.				
Lernziel	The lecture aims to introduce carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS) systems, the technical solutions developed so far, and current research questions. This is done in the context of the origin, production, processing, and economics of carbon-based resources and of climate change issues. After this course, students are familiar with relevant technical and non-technical issues related to using carbon resources, climate change, and CCUS as a mitigation measure.				
Inhalt	The class will be structured in 2 hours of lecture and one hour of exercises/discussion. The transition to a net-zero society is associated with major challenges in all sectors, including energy, transportation, and industry. In the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C, rapid emission reduction and negative emission technologies are crucial to limiting global warming to below 1.5 °C. Therefore, this course illuminates carbon capture, utilization, and storage as a potential set of technologies for emission mitigation and for generating negative emissions.				
Skript	Lecture slides and supplementary documents will be available online.				
Literatur	IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, 2018. <a href="http://www.ipcc.ch/report/sr15/">http://www.ipcc.ch/report/sr15/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2023: Synthesis Report, 2023. <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/">https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/</a>  IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022. <a href="https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/">https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/</a>  Global Status of CCS 2020. Published by the Global CCS Institute, 2020. <a href="https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf">https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Global-Status-of-CCS-Report-English.pdf</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	External lecturers from the industry and other institutes will contribute with specialized lectures according to the schedule distributed at the beginning of the semester.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	Verfahren und Technologien	geprüft	geprüft
<b>151-0931-00L</b>	<b>Seminar on Particle Technology</b>	<b>Z</b>	<b>0 KP</b>	<b>3S</b>	<b>S. E. Pratsinis</b>
Kurzbeschreibung	The latest advances in particle technology are highlighted focusing on aerosol fundamentals in connection to materials processing and nanoscale engineering. Students attend and give research presentations for the research they plan to do and at the end of the semester they defend their results and answer questions from research scientists. Familiarize the students with the latest in this field.				
Lernziel	The goal of the seminar is to introduce and discuss newest developments in particle science and engineering. Emphasis is placed on the oral presentation of research results, validation and comparison with existing data from the literature. Students learn how to organize and deliver effectively a scientific presentation and how to articulate and debate scientific results.				
Inhalt	The seminar addresses synthesis, characterization, handling and modeling of particulate systems (aerosols, suspensions etc.) for applications in ceramics, catalysis, reinforcements, pigments, composites etc. on the examples of newest research developments. It comprises particle - particle interactions, particle - fluid interactions and the response of the particulate system to the specific application.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzungen: Particle Technology (30-902) or Particulate Processes (151-0903-00)				
<b>151-0940-00L</b>	<b>Modelling and Mathematical Methods in Process and Chemical Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>M. Mazzotti</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.				
Lernziel	Einführung in die Modellierungstechniken und mathematischen Methoden für nichtnumerische Lösungen von Gleichungen in der chemischen Verfahrenstechnik.				
Inhalt	Formulierung und Bearbeitung von mathematischen Modellen, Auswertung und Präsentation von Resultaten, Matrizen und deren Anwendung, Nichtlineare, gewöhnliche Differentialgl. erster Ordnung u. Stabilitätstheorem, Partielle Differenzialgleichungen erster Ordnung, Einführung in die Störungstheorie, Fallstudien: Mehrdeutigkeiten und Stabilität eines kontinuierlichen Rührkessels; Rückstandskurvendiagramme für einfache Destillation; Dynamik von Chromatographiekolonnen; Kinetik und Dynamik von oszillierenden Reaktionen.				
Skript	kein Skript				
Literatur	A. Varma, M. Morbidelli, "Mathematical methods in chemical engineering," Oxford University Press (1997) H.K. Rhee, R. Aris, N.R. Amundson, "First-order partial differential equations. Vol. 1," Dover Publications, New York (1986) R. Aris, "Mathematical modeling: A chemical engineers perspective," Academic Press, San Diego (1999)				
<b>151-0946-00L</b>	<b>Macromolecular Engineering: Networks and Gels</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>M. Tibbitt</b>
Kurzbeschreibung	This course will provide an introduction to the design and physics of soft matter with a focus on polymer networks and hydrogels. The course will integrate fundamental aspects of polymer physics, engineering of soft materials, mechanics of viscoelastic materials, applications of networks and gels in biomedical applications including tissue engineering, 3D printing, and drug delivery.				
Lernziel	The main learning objectives of this course are: 1. Identify the key characteristics of soft matter and the properties of ideal and non-ideal macromolecules. 2. Calculate the physical properties of polymers in solution. 3. Predict macroscale properties of polymer networks and gels based on constituent chemical structure and topology. 4. Design networks and gels for industrial and biomedical applications. 5. Read and evaluate research papers on recent research on networks and gels and communicate the content orally to a multidisciplinary audience.				
Skript	Class notes and handouts.				
Literatur	Polymer Physics by M. Rubinstein and R.H. Colby; samplings from other texts.				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics I+II, Thermodynamics I+II				



<b>151-0950-00L</b>	<b>Sustainable Heating and Cooling Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>4G</b>	<b>D. Roskosch</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces the fundamentals of sustainable heating and cooling technologies regarding thermodynamics, technology, and regulations. In addition to teaching fundamental knowledge, this course focuses on process design. In case study sessions, students solve problems related to the process design of heating and cooling technologies.				
Lernziel	At the end of this course, students will be able to: - select and use appropriate fluid property models, - choose a proper heating and cooling technology depending on the application, - develop mathematical models for the simulation of heat pump and cooling processes, - design and optimize heat pump and cooling processes, - design and select components and refrigerants, - apply the acquired numerical methods to the process design in other fields.				
Inhalt	- Heat pump applications: residential heating, industrial and high-temperature heating - Vapor-compression heat pumps: thermodynamics, components, refrigerants, oil - Alternative heat pump technologies - Cooling technologies and applications - Cryogenic cooling - Fluid property models - Numerical skills: root-finding, curve fitting, constrained non-linear-programming (NLP) optimization, discretization, solving ordinary differential equations				
Skript	Lecture slides and supplementary documentation will be available online. Reference to appropriate book chapters and scientific papers will be provided.				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic knowledge in programming is compulsory, preferable in PYTHON or Matlab.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			geprüft
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			geprüft
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>151-0952-00L</b>	<b>Nanophotonics: from Fundamentals to Applications</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+2U</b>	<b>D. J. Norris, R. Quidant</b>
Kurzbeschreibung	Nanophotonics exploits the unique optical properties of nanostructured materials to boost our control over light, beyond what conventional optics can do. In particular, nanophotonics has proven to offer a unique toolbox to engineer light on the nanometer scale, benefiting a wide spectrum of scientific disciplines, ranging from physics, chemistry, biology, and engineering.				
Lernziel	The purpose of this course is threefold: (i) to introduce students to the principal concepts of nanophotonics, (ii) to describe some of the main nanophotonics implementations to control light on the nanometer scale, and finally (iii) to present specific applications where nanophotonics has made breakthrough contributions.				
Inhalt	I- INTRODUCTORY CONCEPTS 1. The diffraction limit and the challenges of conventional optics 2. The optical near field 3. Reminders on light-matter interaction 4. Reminders on optical resonators  II- PLASMONICS 1. Surface plasmon polaritons 2. Localized surface plasmons 3. Hot carriers 4. Thermoplasmonics  III- DIELECTRIC NANOPHOTONICS 1. Mie resonances in subwavelength particles 2. Electric versus magnetic resonances 3. Mode engineering and directional scattering 4. Dielectric nanophotonics versus plasmonics  IV- ARTIFICIAL PHOTONIC MATERIALS 1. Photonic crystals 2. Metamaterials 3. Topological photonics 4. Flat optics, metasurfaces & metalenses  V- APPLICATIONS 1. Renewable energy 2. Biomedicine 3. Information and Communication Technology				
Skript	Class notes and handouts				

Literatur	- Introduction to Nanophotonics - Benisty, Greffet & Lalanne - Absorption and scattering of light by small particles - Bohren & Huffman - Thermoplasmonics - Baffou - Plasmonics - Maier				
Voraussetzungen / Besonderes	Physics, Introduction to Photonics				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
<b>151-0964-00L</b>	<b>Medical Technology Innovation for Underrepresented Groups</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>I. Herrmann</b>
Kurzbeschreibung	This course addresses the unique engineering challenges in designing medical technology for underrepresented groups. The course aims to bridge the gap between technological advancement and equitable access. It emphasizes understanding the specific needs of these groups, cultural competency, and designing with inclusivity.				
Lernziel	By the end of the course, students will: Grasp the specific engineering and technological challenges faced by underrepresented groups. Design and prototype medical technologies that cater to the unique needs of these groups. Appreciate the importance of inclusive and equitable engineering solutions.				
Inhalt	The course aspires to instill in budding engineers a sense of responsibility, the skills, and the motivation to engineer medical solutions that are genuinely inclusive, addressing the needs and challenges faced by underrepresented groups in society.				
Skript	Available on the moodle.				
Literatur	"Frugal Innovation: How to Do More with Less" by Navi Radjou and Jaideep Prabhu.				
Voraussetzungen / Besonderes	Completed BSc.				
<b>151-1906-00L</b>	<b>Multiphase Flows</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Coletti</b>
Kurzbeschreibung	Introduction to fluid flows with multiple interacting phases. The emphasis is on regimes where a dispersed phase is carried by a continuous one: e.g., particles, bubbles and droplets suspended in gas or liquid flows, laminar or turbulent. The flow physics is put in the context of natural, biological, and industrial problems.				
Lernziel	The main learning objectives are: - identify multiphase flow regimes and relevant non-dimensional parameters - distinguish spatio-temporal scales at play for each phase - quantify mutual coupling between different phases - apply fundamental principles in complex real-world flows - combine insight from theory, experiments, and numerics				
Inhalt	Single particle and multi-particle dynamics in laminar and turbulent flows; basics of suspension rheology; effects of surface tension on the formation, evolution and motion of bubbles and droplets; free-surface flows and wind-wave interaction; imaging techniques and modeling approaches.				
Skript	Lecture slides are made available.				
Literatur	Suggested readings are provided for each topic.				
Voraussetzungen / Besonderes	Fundamental knowledge of fluid dynamics is essential.				
<b>227-0966-00L</b>	<b>Quantitative Big Imaging: From Images to Statistics</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>P. A. Kaestner, M. Stampanoni</b>
Kurzbeschreibung	The lecture focuses on the challenging task of extracting robust, quantitative metrics from imaging data and is intended to bridge the gap between pure signal processing and the experimental science of imaging. The course will focus on techniques, scalability, and science-driven analysis.				
Lernziel	1. Introduction of applied image processing for research science covering basic image processing, quantitative methods, and statistics. 2. Understanding of imaging as a means to accomplish a scientific goal. 3. Ability to apply quantitative methods to complex 3D data to determine the validity of a hypothesis				
Inhalt	Imaging is a well established field and is rapidly growing as technological improvements push the limits of resolution in space, time, material and functional sensitivity. These improvements have meant bigger, more diverse datasets being acquired at an ever increasing rate. With methods varying from focused ion beams to X-rays to magnetic resonance, the sources for these images are exceptionally heterogeneous; however, the tools and techniques for processing these images and transforming them into quantitative, biologically or materially meaningful information are similar. The course consists of equal parts theory and practical analysis of first synthetic and then real imaging datasets. Basic aspects of image processing are covered such as filtering, thresholding, and morphology. From these concepts a series of tools will be developed for analyzing arbitrary images in a very generic manner. Specifically a series of methods will be covered, e.g. characterizing shape, thickness, tortuosity, alignment, and spatial distribution of material features like pores. From these metrics the statistics aspect of the course will be developed where reproducibility, robustness, and sensitivity will be investigated in order to accurately determine the precision and accuracy of these quantitative measurements. A major emphasis of the course will be scalability and the tools of the 'Big Data' trend will be discussed and how cluster, cloud, and new high-performance large dataset techniques can be applied to analyze imaging datasets. In addition, given the importance of multi-scale systems, a data-management and analysis approach based on modern databases will be presented for storing complex hierarchical information in a flexible manner. Finally as a concluding project the students will apply the learned methods on real experimental data from the latest 3D experiments taken from either their own work / research or partnered with an experimental imaging group. The course provides the necessary background to perform the quantitative evaluation of complicated 3D imaging data in a minimally subjective or arbitrary manner to answer questions coming from the fields of physics, biology, medicine, material science, and paleontology.				
Skript	Available online. <a href="https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html">https://imaginglectures.github.io/Quantitative-Big-Imaging-2023/weeklyplan.html</a>				
Literatur	Will be indicated during the lecture.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ideally, students will have some familiarity with basic manipulation and programming in languages like Python, Matlab, or R. Interested students who are worried about their skill level in this regard are encouraged to contact Anders Kaestner directly (anders.kaestner@psi.ch).  More advanced students who are familiar with Python, C++, (or in some cases Java) will have to opportunity to develop more of their own tools.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken	geprüft geprüft		

<b>529-0191-01L</b>	<b>Electrochemical Energy Conversion and Storage Technologies</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>2V+1U</b>	<b>L. Gubler, J. Herranz Salañer, S. Trabesinger</b>
Kurzbeschreibung	The course provides an introduction to the principles and applications of electrochemical energy conversion (e.g. fuel cells) and storage (e.g. batteries) technologies in the broader context of a renewable energy system.				
Lernziel	Students will discover the importance of electrochemical energy conversion and storage in energy systems of today and the future, specifically in the framework of renewable energy scenarios. Basics and key features of electrochemical devices will be discussed, and applications in the context of the overall energy system will be highlighted with focus on future mobility technologies and grid-scale energy storage. Finally, the role of (electro)chemical processes in power-to-X and deep decarbonization concepts will be elaborated.				
Inhalt	Overview of energy utilization: past, present and future, globally and locally; today's and future challenges for the energy system; climate changes; renewable energy scenarios; introduction to electrochemistry; electrochemical devices, basics and their applications: batteries, fuel cells, electrolyzers, flow batteries, supercapacitors, chemical energy carriers: hydrogen & synthetic natural gas; electromobility; grid-scale energy storage, power-to-gas, power-to-X and deep decarbonization, techno-economics and life cycle analysis.				
Skript	all lecture materials will be available for download on the course website and Moodle.				
Literatur	Textbook recommendations for advanced studies on the topics of the course: - M. Sterner, I. Stadler (Eds.): Handbook of Energy Storage (Springer, 2019). - C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; Electrochemistry, Wiley-VCH (2007). - T.F. Fuller, J.N. Harb: Electrochemical Engineering, Wiley (2018)				
Voraussetzungen / Besonderes	Basic physical chemistry background required, prior knowledge of electrochemistry basics desired.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
<b>529-0633-00L</b>	<b>Heterogeneous Reaction Engineering</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>J. Pérez-Ramírez, A. J. Martín Fernández</b>
Kurzbeschreibung	Heterogeneous reaction engineering aims at studying heterogeneous reactions to define the optimal reactor design. Integrating concepts from chemical engineering and chemistry, the fundamental principles of this broad family of reactions are covered, making students develop the necessary skills for the selection and design of various types of reactors.				
Lernziel	At the end of the course students must understand the basic principles of catalyzed and non-catalyzed heterogeneous reactions, enabling them to predict the effect of process variables on reaction rates, develop rate expressions from experimental data, and identify suitable reactors. To reach these goals, they first must be able to determine key process features through applying models to represent fluid-fluid and fluid-solid reactions, describing kinetics of catalyzed reactions, accounting for mass and heat transport phenomena on reaction rates, and recognizing the main causes of catalyst deactivation. Based on this, students must be able to select suitable reactors described during the course.				
Inhalt	The following areas are covered:  - Fluid-fluid and fluid-solid heterogeneous reactions. - Kinetics of catalyzed reactions. - Mass and heat transport phenomena. - Catalyst effectiveness. - Catalyst deactivation. - Strategies for catalyst evaluation and reactor selection.  Exercises based on relevant processes are discussed throughout the course to support the understanding of the theory and to exemplify the practical significance of the topics.  Voluntary dossiers associated to each core area for independent/team work and supported by teaching assistants are also provided. They contain short questions about concepts covered in the lectures and exercises from previous exams. Delivered dossiers are graded. Consistently high grades over the series of assignments may have a positive impact on the final grade of the course.  The evaluation of the course will cover theoretical and practical aspects. Students will be asked to develop theoretical concepts closely related to those described in the script and developed during the lectures. Students are also expected to solve practical examples relative to the level of complexity of the exercise booklet and dossiers.				
Skript	Script, booklet of exercises, and dossiers are available in the corresponding Moodle course. This course does not offer lecture recording.				
Literatur	H. Scott Fogler: Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall, New Jersey, 1992  O. Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, 3rd edition, John Wiley & Sons, New Jersey, 1999  Further relevant sources are given during the course.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
		Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>636-0111-00L</b>	<b>Synthetic Biology I</b>	<b>W</b>	<b>4 KP</b>	<b>3G</b>	<b>S. Panke, J. Stelling</b>
Kurzbeschreibung	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Lernziel	To provide students with different backgrounds with the complementary knowledge and experience to contribute to synthetic biology/biological engineering projects.				
Inhalt	Project-based introduction into synthetic biology for students with a background in either biology OR in quantitative sciences (engineering, comp. sc., mathematics, etc). First, we will teach each of the two cohorts separately in the part which they are (most) lacking. In the second half, interdisciplinary teams will apply their knowledge to reviewing and improving biological design projects.				
Skript	Lecture slides plus additional material distributed in the course.				
Literatur	Mark Ptashne, A Genetic Switch (3rd ed), Cold Spring Haror Laboratory Press Uri Alon, An Introduction to Systems Biology, Chapman & Hall				

Voraussetzungen / Besonderes	For students with a biology background: Standard ETH "Math for natural scientists" training in semesters 1 and 2, or equivalent. For students with engineering background: A-levels biology. All participants will be expected to have read an introductory script into fundamental biology before the beginning of the class (will be available on Moodle-website after registration)			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	gefördert	
		Medien und digitale Technologien	gefördert	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	gefördert	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
			Kundenorientierung	gefördert
			Menschenführung und Verantwortung	gefördert
			Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert	
		Verhandlung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert	

### ► Multidisziplinfächer

Den Studierenden stehen sämtliche Master-Kurse der Vorlesungsverzeichnisse der ETH Zürich, der ETH Lausanne sowie der Universitäten Zürich (<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/chmobilityin.html>) und St. Gallen zur individuellen Auswahl offen.

Gesamtes Lehrangebot der ETH Zürich

### ► Studienarbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1008-00L	<b>Semester Project Process Engineering</b> <i>The subject of the Master Thesis and the choice of the supervisor (ETH-professor) are to be approved in advance by the tutor.</i>	O	8 KP	17A	Professor/innen
Kurzbeschreibung	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln. Die Tutoren/Tutorinnen schlagen das Thema der Studienarbeit vor, arbeiten den Projekt- und Fahrplan zusammen mit den Studierenden aus und überwachen die gesamte Durchführung.				
Lernziel	Das Ziel der Studienarbeit ist es, dass Master-Studierende unter Anwendung der erworbenen Fach- und Sozialkompetenzen erste Erfahrungen in der selbständigen Lösung eines technischen Problems sammeln.				

### ► Industrie-Praxis

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1090-00L	<b>Industrial Internship</b> <i>Access to the company list and request for recognition under <a href="http://www.mavt.ethz.ch/praxis">www.mavt.ethz.ch/praxis</a>.</i>	O	8 KP		externe Veranstalter
	<i>No registration required via myStudies.</i>				
Kurzbeschreibung	The main objective of the minimum twelve-week internship is to expose Master's students to the industrial work environment. The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				
Lernziel	The aim of the Industrial Internship is to apply engineering knowledge to practical situations.				

### ► Wissenschaft im Kontext

*Empfehlungen aus Wissenschaft im Kontext (Typ B) für das D-MAVT*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Sprachkurse ETH/UZH*

*siehe Wissenschaft im Kontext: Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionsfähigkeiten*

### ► Master-Arbeit

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
151-1005-00L	<b>Master's Thesis Process Engineering ■</b> <i>Students who fulfill the following criteria are allowed to begin with their Master's Thesis:</i> a. successful completion of the bachelor program; b. fulfilling of any additional requirements necessary to gain admission to the master programme; c. successful completion of the semester project and industrial internship; d. achievement of 28 ECTS in the category "Core Courses".	O	30 KP	64D	Professor/innen
	<i>The Master's Thesis must be approved in advance by the tutor and is supervised by a professor of ETH Zurich.</i>				
Kurzbeschreibung	Die Master-Arbeit schliesst das Master-Studium ab. Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems. Thema und Projektplan werden vom Tutor vorgeschlagen und zusammen mit den Studierenden ausgearbeitet.				

Lernziel Die Master-Arbeit fördert die Fähigkeit der Studierenden zur selbständigen und wissenschaftlich strukturierten Lösung eines theoretischen oder angewandten Problems.

---

#### Verfahrenstechnik Master - Legende für Typ

O	Obligatorisch	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	Z	Zusatzangebot zum VLV
W	Wählbar für KP	Dr	Für Doktorat geeignet

---

#### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

---

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.

# Wissenschaft im Kontext (Science in Perspective)

In Kursen aus dem Programm "Wissenschaft im Kontext" lernen Studierende, die MINT Fächer der ETH aus der Perspektive der Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften zu reflektieren.

Nur die in diesem Abschnitt aufgelisteten Fächer können als "Wissenschaft im Kontext" angerechnet werden.

## ► Typ A: Förderung allgemeiner Reflexionskompetenz

WiK-Kurse werden für Bachelorstudierende nach dem ersten Studienjahr sowie für alle Masterstudierende und Doktorierende empfohlen. Alle WiK-Kurse sind in Typ A gelistet.

Bei den unter Typ B aufgeführten Kursen handelt es sich lediglich um Belegungsempfehlungen für bestimmte Departemente.

## ►► Geschichte

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0726-00L</b>	<b>Geschichte II: Global (Anti-Imperialismus und Dekolonisation, 1919-1975)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Fischer-Tiné</b>
Kurzbeschreibung	In der Vorlesung soll ein Einblick in die verschiedenen Wege zur Unabhängigkeit ehemaliger Kolonien in Asien und Afrika seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts präsentiert werden.				
Lernziel	Den Studierenden soll in dieser Vorlesung ein Einblick in die Geschichte der aussereuropäischen Welt gewährt werden, wobei sowohl deren politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Transformation auf dem Hintergrund kolonialer Durchdringungsstrategien sowie des Widerstandes antikolonialer Bewegungen erläutert werden soll. Damit soll sichtbar werden, dass Gesellschaften in Asien, Afrika und dem Pazifik nicht einfach Produkte kolonialer Durchdringung oder antikolonialen Widerstands sind, sondern dass beides in jeweils unterschiedlichem Mass die heutige politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Eigen- und Fremdwahrnehmung dieser Weltteile in erheblichem Ausmass bestimmt. Eine differenzierte Kenntnis des langen und schwierigen Dekolonisationsprozesses ist daher wichtige Voraussetzung für ein Verständnis der heutigen weltpolitischen Lage, die noch immer von dem Streben nach einer gerechteren post-imperialen Weltordnung gekennzeichnet ist.				
Literatur	Jansen, J.C. und Osterhammel, J., Dekolonisation: Das Ende der Imperien, München 2013.				
Voraussetzungen / Besonderes	Ein ausführlicher Sitzungsplan wird rechtzeitig aufgeschaltet unter <a href="http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html">http://www.gmw.ethz.ch/en/teaching/lehrveranstaltungen.html</a>				
<b>052-0806-00L</b>	<b>Architekturgeschichte und -theorie IV</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>L. Stalder</b>
Kurzbeschreibung	Die zweisemestrige Einführung in die Geschichte der Architektur ist fokussiert auf «Dinge der Moderne» – Elemente, Bauten und Netzwerke von der zweiten Industriellen Revolution der 1850er bis zur Ölkrise der 1970er in Europa, die die Architektur verändert haben. Dabei wird ihre technische, wissenschaftliche und kulturelle Bedeutung beleuchtet, die sie zu einem Charakteristikum der Moderne machen.				
Lernziel	Um die Studierenden in die Geschichte und Theorie der Architektur einzuführen, verfolgt der Kurs drei Ziele: Erstens werden die Studierenden befähigt "Dinge", die die Architektur der Moderne verändert haben, und entscheidenden Ereignisse, Gebäude, Theorien und Akteure, die ihre Geschichte geprägt haben, zu identifizieren. Zweitens werden die Studierenden lernen zu beschreiben, wie diese "Dinge" in verschiedenen Grössenordnungen funktionieren. Dabei wird weniger auf eine formale Ebene fokussiert, sondern es werden die verschiedenen Formen der Expertisen, die sie historisch konstituiert haben, wie auch die Prozesse in die sie eingebettet sind, beleuchtet. Drittens werden die Studierenden eingeführt, verschiedene Apparate, Geräte und Gebäudeteile zu analysieren, bei denen es sich in Wirklichkeit um Mikro-Architekturen handelt und die trotz ihrer zentralen Rolle in der Gestaltung des Alltagslebens moderner Gesellschaften oft vernachlässigt wurden.				
Inhalt	Der Kurs bietet einen neuen Ansatz für das Verständnis der Geschichte und Theorie der Architektur der Moderne in Europa. Er konzentriert sich weniger auf einzelne Architekt*innen oder ihre Gebäude, sondern vielmehr auf jene "Dinge", die in den letzten 200 Jahren tiefgreifende Veränderungen in der gebauten Umwelt und im täglichen Leben bewirkt haben, wie z.B. die Drehtür, die Uhr und die Trennwand. Der Begriff "Ding" umfasst sowohl die konkreten Gebäudeteile als auch die mit ihnen assoziierten Anliegen wie materielle Leistung, soziale Synchronisation und individueller Ausdruck. Gebäude als Ansammlungen von "Dingen" zu verstehen bedeutet daher nicht, ihre Bedeutung zu schmälern, sondern, im Gegenteil, ihnen Realität hinzuzufügen, sie im Sinne der komplexen, historisch verorteten und vielfältigen Anliegen zu verstehen, innerhalb derer sie entworfen wurden. Jede Vorlesung stellt eine Sache durch eine Genealogie vor, die sie geprägt hat, von Patenten und wissenschaftlichen Entdeckungen und technologischem Fortschritt bis hin zum Kino, den bildenden Künsten und der Literatur. Eine Reihe renommierter Projekte sowie weniger bekannte Bauten aus ganz Europa bieten eine Vielzahl von Fallstudien, um diese "Dinge" zu beschreiben, um zu verstehen, wie sie in ihrer Beziehung zueinander funktionierten, und um die Theorien und Taktiken zu identifizieren, die die Architekten mobilisierten, um ihnen einen Sinn zu geben.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>

Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.			
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.			
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteuern die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.			
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.			
Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.			
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft	
<b>851-0355-00L</b>	<b>Immagini di scienza e tecnologia</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>			
Kurzbeschreibung	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel.			
Lernziel	Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo.			
Inhalt	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel; tendenze e discontinuità che hanno segnato la percezione pubblica della scienza e il rapporto tra scienza e società. Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo. L'ultima parte del corso sarà dedicata alle immagini della tecnologia e del suo ruolo nella società contemporanea. Il nostro rapporto quotidiano con la tecnologia passa infatti anche attraverso il modo in cui la immaginiamo e la raccontiamo. Maggiori informazioni su: <a href="http://www.italiano.ethz.ch">www.italiano.ethz.ch</a> .			
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>			
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.			
Lernziel	The course aims are: 1. To introduce students to the historicity of mathematics 2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view 3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects 4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics 5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices			
<b>851-0538-00L</b>	<b>Achtung Aufnahme! Technikhistorische Erkundungen zum Tonstudio</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>
	<b>D. Gugerli, M. C. Ziegler</b>			
Kurzbeschreibung	Im Tonstudio entsteht der Sound, der bleiben wird. Hier wird mit Musik experimentiert, werden Karrieren gesichert und zerstört, interagieren Töne, Technik und Talente. Das Tonstudio verbindet musikalische Kreativität mit kommerzieller Produktion, ist ein Interface zwischen Instrumenten und Tonträgern, von Glenn Gould bis Abba, von Detroit bis Hannover, vom Synthesizer bis zum Sinfonieorchester.			
Lernziel	Die Studierenden lernen, unterschiedliche Quellen (Berichte, Tonaufzeichnungen und Videodokumentationen) kritisch zu bewerten und zu deuten.			
Skript	Das Material wird zu Beginn des Semesters auf Moodle bereitgestellt. Die Teilnahme an den Sitzungen ist erforderlich. Es findet eine benotete Semesterleistung statt.			
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert	
<b>851-0539-00L</b>	<b>Digitale Natur und die Natürlichkeit des Digitalen</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>
	<b>R. Wichum</b>			
Kurzbeschreibung	Wie haben sich "die Natur" und "das Digitale" seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts beeinflusst? Im Seminar wollen wir die Wechselbeziehungen zwischen einer vermeintlich natürlichen Umwelt und dem digitalen Raum historisch untersuchen.			
Lernziel	Im Seminar werden zentrale Diskussionen aus der Umweltgeschichte, der Medientheorie und der Computergeschichte behandelt, um die Transformationen der planetaren Umwelt und der digitalen Sphäre aufeinander zu beziehen. Zusätzlich werden wir uns mit konkreten Forschungsprojekten u.a. aus den Umweltwissenschaften, der Glaziologie oder der Raumplanung auseinandersetzen.			

Inhalt	Wir wollen im Seminar die Wechselbeziehungen zwischen einer vermeintlich natürlichen Umwelt und dem digitalen Raum untersuchen. Wir behaupten, dass «die Natur» und «das Digitale» in den letzten Jahrzehnten auf aufregende und vielfältige Weise miteinander verbunden wurden. Einerseits produzierten Klimamodelle oder Fischeschwarmsimulationen ein Wissen über die Natur, andererseits gestalten Metaphern wie die «Digital Sphere» oder der «Datenfluss» unsere Erwartungen an die Leistungen des digitalen Raums. Wie also konvergierten, beeinflussten und stützten sich "die Natur" und "das Digitale" seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts?				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
<b>851-0439-00L</b>	<b>Die «grüne Revolution» zwischen Politik und Wissenschaft</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Wulz, N. Rhyner</b>
Kurzbeschreibung	Das Seminar führt in die Wissensgeschichte der «grünen Revolution» im 20. Jahrhundert ein. Anhand von historischen Quellen behandelt es Debatten um Modernisierung der Landwirtschaft sowie um Produktivität und Nachhaltigkeit.				
Lernziel	Ziel im Seminar ist es, soziale, ökonomische und politische Dimensionen des agrarischen Wissens verstehen und analysieren zu lernen. Die Studierenden lernen historische Fragestellungen und Argumentationen zur Thematik zu entwickeln und gegenwärtige Debatten um agrarische Produktion historisch zu perspektivieren.				
Inhalt	Seit der «grünen Revolution» der 1970er Jahre versprechen internationale Organisationen und Akteur*innen in der Agrarindustrie, dass die Ernährung der Weltbevölkerung durch Innovationen in wissenschaftlichen und technologischen Bereichen (Gentechnik, Verbesserung von Pestizid- und Düngemittelmanagement, Industrialisierung) sichergestellt werden kann. Dabei war die Gestaltung von Landwirtschaft immer Gegenstand gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse: Die teils kontroversen Wissensansprüche zwischen Praktiker*innen, Politiker*innen und Wissenschaftler*innen spiegeln gegensätzliche soziale, ökonomische und politische Vorstellungen. In welchen Spannungsverhältnissen standen lokale agrarische Produktionsweisen zu Modellen einer global ausgerichteten Welternährungspolitik? Wie verschob sich die Arbeitsaufteilung zwischen Maschinen, Menschen und Tieren in den Formen industrialisierter Landwirtschaft? Wie wurde Landwirtschaft überhaupt zu einem Faktor volkswirtschaftlicher Strategien? Das Seminar fragt nach dem Wissen und Gegenwissen, die in die Versprechen von Produktivität und Nachhaltigkeit im 20. Jahrhundert eingeflossen sind. Wir arbeiten mit historischen Quellen aus agrarwissenschaftlichen, anthropologischen, ökonomischen u.a. Wissensfeldern und fragen nach ihren sozialen, ökonomischen und politischen Kontexten. Zudem möchten wir auch Gäste, die sich aktuell und politisch mit diesen Fragen beschäftigen ins Seminar einladen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
<b>851-0322-00L</b>	<b>Künstliche Menschen, künstliche Intelligenz und die Frage der Verantwortung</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. S. Leuenberger</b>
Kurzbeschreibung	Die Veranstaltung gibt einen Überblick über die naturwissenschaftlichen, religiösen, technischen und philosophischen Debatten zum menschlichen Streben nach Erschaffung künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz. In exemplarischen Lektüren mit anschliessender Diskussion geht sie der Frage nach, welche Aspekte des Themas literarische Texte seit der Antike, bildende Kunst und Film verhandeln.				
Lernziel	Die Studierenden lernen die Debatten kennen, die seit der Antike über den Wunsch des Menschen, künstliche Lebewesen und künstliche Intelligenz zu erschaffen, geführt wurden. Sie arbeiten anhand von literarischen und faktualen Texten sowie Filmsequenzen heraus, welche Narrative dadurch geprägt und welche grundlegenden ethischen und gesellschaftspolitischen Fragen darin aufgeworfen werden.				
Inhalt	Der Wunsch nach Erschaffung künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz beschäftigt die Menschen seit der Antike. Sie verbinden damit kühne Träume, grosse Hoffnungen und schreckliche Befürchtungen. Verhandelt wird das Thema in Naturphilosophie und Alchemie, in naturwissenschaftlichen, religiösen und philosophischen Diskussionen in der Aufklärung und der Romantik und im Rahmen der Auseinandersetzung mit den technischen Errungenschaften des 19. und 20. Jahrhunderts. Am häufigsten wird der menschliche Schöpfertraum in Erzählungen reflektiert: in mythischen und literarischen Texten, im Theater, in der bildenden Kunst und im Film. Hier erscheinen Automaten, Homunculi, männliche und weibliche Golem-Figuren, Roboter, Androiden und mit Künstlicher Intelligenz ausgestattete Elektronenrechner als Figuren einer fiktionalen Welt, oft längst bevor sie in der realen Welt entstehen. Es stellt sich daher die Frage: Welches Themenspektrum wird in den literarischen Texten verhandelt und wie geschieht das? Welche narrativen Muster lassen sich dabei erkennen? Und sind auch die philosophische Essayistik und die medialen Debatten unserer Gegenwart durch diese Narrative geprägt? Ausgangspunkt der Überlegungen zur Erschaffung künstlicher Wesen ist die Tatsache, dass der Mensch sich als defizitär empfindet: Sein Wissen ist begrenzt, und daher sucht er durch Experimente nach Erkenntnisgewinn und Selbstbestätigung. Aufgrund seiner schwachen Konstitution ist er auf Schutz und Unterstützung durch kräftigere Helfer angewiesen. Und er ist gierig und neigt zur Bequemlichkeit, weshalb er seine Arbeit gerne auslagert: an Sklaven und Leibeigene, an ökonomisch Abhängige, die er ausbeutet, und zunehmend auch an stumme Maschinen. Die Fähigkeiten der künstlichen Geschöpfe sind weit grösser als die der Wesen, die der Mensch auf natürliche Weise zeugt. Durch sein Schöpfertraum kann er sich nun als über seine eigene Begrenztheit erhoben verstehen, als Gott ähnlich. Doch das Ansinnen, sein zu wollen wie Gott, bezeichnet schon die biblische Paradieserzählung als vermessen, als Hybris. Bereits der Teufel wurde deswegen aus Gottes Kreis verbannt. Und genau so erging es dem Menschen: Er wurde aus dem Paradies gewiesen und weiss um die Gefährlichkeit anmassender Vorhaben. Diese Gefahren werden in zahlreichen Texten ins Zentrum der Debatte gestellt: Was geschieht, wenn der menschliche Schöpfer scheitert und sein Werk von unfassbarer Hässlichkeit ist? Was passiert, wenn die künstlich erzeugten Geschöpfe sich nicht mehr als willfährig erweisen? Wenn sie einen eigenen Willen entwickeln, Vernunft und Denkfähigkeit erkennen lassen – und rebellisch werden? Im Roman "Frankenstein; or The Modern Prometheus", den die damals 19jährige Mary Shelley 1816 verfasste, liest die menschengeschaffene Kreatur nicht zufällig Constantin Volneys Werk "Les Ruines, ou Méditations sur les révolutions des empires", das 1791 in Genf erschienen war. Parallelen zwischen der Revolte des menschengeschaffenen Wesens gegen seinen Erzeuger, der die Verantwortung für sein Geschöpf von sich weist und ihm jedes Glück versagt, und der revolutionären Erhebung der wenig Privilegierten gegen ihre Unterdrücker werden hier deutlich erkennbar gezogen. Wie häufig in diesen Erzählungen, erhält hier also auch das Geschöpf eine Stimme, womit eine Darstellung der Sachlage aus verschiedenen Perspektiven möglich wird.				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>851-0017-00L</b>	<b>Deviance: Transgressions and Taboo in the Colonial World, ca. 1800-1940</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>Z. Q. D. Lim</b>
Kurzbeschreibung	This course offers students a historical perspective on how the designation of behaviour, persons or situations as deviant served as an apparatus to enforce social control. Using race, class, and gender as analytical lenses, this seminar focuses on the construction and regulation of deviance in architecture, physical spaces, science, and scientific discourse.				
Lernziel	Students approach the history of colonialism through the lens of deviance in various contexts, especially—though not exclusively—in South, South-east and East Asia, from around 1800 to 1940. Specifically, students are sensitized to the circumstances under which behaviour, persons or situations were constructed as deviant and the ways in which such designation was used to reinforce or challenge colonial hierarchies by different actors. At the same time, students become aware of the connections between construction of deviance in colonial settings and global developments.				
	This course is structured thematically and uses theoretical texts from multiple disciplines, as well as empirical case studies. By the conclusion of the course, students will be able to a) develop new perspectives on the history of colonialism; b) familiarize themselves with the relevant topics and themes examined by recent scholarship; c) understand how norms and deviance were defined in different historical contexts; d) think critically about how norms and deviation are defined in their own disciplines and today's society.				
Inhalt	Offering students a refreshing approach to the social history of colonialism through the lens of deviance, the course critically engages with the discourse surrounding deviance and how deviance at once reaffirmed and challenged colonial hierarchies. To do so, it considers important developments in the history of the modern world, such as the eugenics movement in the late 19th century, global anti-vice and anti-trafficking campaigns, and the medicalization of alcoholism, addiction, and insanity. The course also looks at how scientific discourse had been incorporated into the discussions surrounding what deviance was and how to regulate or 'treat' deviance. The examination of the role of science in shaping deviance and the responses to it intends to foster students' awareness of the historical continuities in today's discussions surrounding deviant behaviour, such as homelessness and drug addiction, and how they are reflected in the built environment.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>851-0157-84L</b>	<b>Gesundheit und Krankheit</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-BIOL, D-HEST</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Hagner</b>
Kurzbeschreibung	Gesundheit und Krankheit gehören zu den zentralen Bedingungen menschlichen Daseins. Entsprechend haben sich die Vorstellungen und Theorien darüber im Lauf der Geschichte erheblich verändert. In der Vorlesung geht es darum, die wichtigsten Stationen dieses historischen Wandels von der Antike bis in die Gegenwart im transkulturellen Vergleich vorzustellen.				
Lernziel	Das Ziel dieser Veranstaltung besteht darin, einen breiten Überblick über Konzepte von Krankheit und Gesundheit in unterschiedlichen historischen Kontexten zu vermitteln.				
<b>851-0498-00L</b>	<b>Der Bau: Die globale Geschichte der Gefängnisarchitektur</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. M. Scheuzger</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt die Geschichte der Gefängnisarchitektur in ihren breiteren gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen, wissenschaftlichen, rechtlichen und kulturellen Kontexten. Gefängnisbauten und deren Entwicklungen werden von der frühen Neuzeit bis in die Gegenwart insbesondere in den Zusammenhängen der sich wandelnden Konzepte und Praktiken des Strafens beleuchtet.				
Lernziel	Die Studierenden a) kennen zentrale historische Entwicklungen der Gefängnisarchitektur; b) sind in der Lage, diese mit verschiedenen, sich in Raum und Zeit wandelnden Konzepten der strafenden Haft in Verbindung zu setzen; c) können Elemente der Gefängnisarchitektur kritisch hinsichtlich ihrer Ziele und Folgen beurteilen.				
Inhalt	Kontinuitäten und Wandel in der Gefängnisarchitektur wird von den verschiedenen Bauformen von Haftanstalten bis zur konkreten technischen Umsetzung der sich entwickelnden Anforderungen an die Überwachung, die Kontrolle der Kommunikation oder die Gewährleistung der physischen und psychischen Gesundheit der Häftlinge in den einzelnen Zellen nachgegangen. Betrachtet werden die Orte des Gefängnisbaus und die intendierten Aussenwirkungen der Architektur ebenso wie die baulichen Massnahmen zur Organisation des Raums des Zusammenlebens unter den Bedingungen der unterschiedlich weitreichenden Separierung der Insassen und Insassinnen und von verschiedenen Häftlingsgruppen mit der Einzelzelle als der zentralen technischen Innovation des modernen Strafvollzugs im Mittelpunkt. Das moderne Strafen im Gefängnis ist stets von den vier Zwecken der Vergeltung, des Schutzes der Gesellschaft durch das sichere Einsperren von Straftätern und -täterinnen, der Abschreckung und der individuellen Besserung der Delinquentinnen und Delinquenten angeleitet gewesen. Im Spannungsfeld dieser unterschiedlich gewichteten Ziele haben die verschiedenen Strafregime ebenso auf architektonischen wie auf technischen Mitteln basiert, die in der Vorlesung in Theorie und Praxis analysiert werden sollen – etwa wenn die Insassen und Insassinnen nicht nur unter permanente Beobachtung gestellt werden, sondern sich zur (Selbst-)Disziplinierung auch ständig unter Beobachtung fühlen sollten, wenn die Eingesperrten voneinander isoliert und gleichzeitig arbeiten oder religiös unterwiesen werden sollten, aber auch, wenn die anderen Ziele demjenigen einer maximalen Sicherheit weitestgehend untergeordnet wurden.				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthé, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				

Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.

<b>851-0002-00L</b>	<b>Pastime, Disciplinary Tool, Mass Culture: A Global History of Sports circa 1700-2000</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>H. Fischer-Tiné</b>
Kurzbeschreibung	The course gives an overview of the historical trajectories of sports and games in various parts of the world since 1700. It seeks to understand sports as leisure activity, method of physical (self-) optimization, political tool and form of mass Entertainment and explores the interrelation of games and sports with moving forces of modernity such as capitalism, colonialism and consumer culture.				
Lernziel	On one level, the course aims to familiarise students with the historical development of an ubiquitous aspect of modern everyday culture, namely leisure, sports and play. Each case study is used to deepen the participants' understanding of complex historical transformations by telling the story of what has been termed "the ludic diffusion" from a decidedly non-eurocentric, global perspective.				

<b>851-0016-00L</b>	<b>Women in Global History: An Introduction (c. 1800–1950)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Valdameri</b>
Kurzbeschreibung	The course explores women's contributions to global history between c. 1800 and 1950. Using family structure, gender ideology, and social hierarchy as analytical lenses, the seminar focuses on several themes like state formation, industrialisation, nationalism and colonialism, the emergence of feminist movements, and women's intellectual achievements especially in science and historical writing.				
Lernziel	Students approach the history of women in different historical and cultural contexts from around 1800 to 1950 through examples from the relevant multidisciplinary scholarship with a special, albeit not exclusive, focus on colonial settings. More specifically, students are sensitized to women's relationship to world developments and their role as global actors in the past two centuries. The course is structured thematically, adopts a multidisciplinary approach, and uses theoretical texts as well as empirical case studies. At the end of the course, students will be able to a) develop new perspectives on the 'gender of history'; b) familiarise with relevant topics in the field of the recent scholarship; c) think critically of the present through a better understanding of the history of women.				
Inhalt	Explaining why women's history exists and why it complicates our understanding of the past, the course critically engages with debates about the role played by women across time, space and cultures. In doing so, it considers key developments in the history of the modern world – and in the particular in the colonial world – that have been traditionally analysed through a masculine lens. Some of these developments are: the formation of the nation-state, nationalism and nation-building in the context of imperialism and anti-colonialism; the emergence of feminist movements and the role of women in the birth control movement and eugenics; women's activism in social reform and colonial 'civilising missions' with a focus on their role as medical doctors and scientific experts; women's achievements in the scientific and academic fields and how these contributed to challenge the ideology of gender. The attention to science and gender paid by the seminar intends to foster discussions on the persistence of the gender gap in STEM fields as well as on the cultural beliefs about the meaning of gender that still permeate scientific knowledge.				

## ►► Literatur

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0355-00L</b>	<b>Immagini di scienza e tecnologia</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	
Kurzbeschreibung	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel.				
Lernziel	Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo.				
Inhalt	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel; tendenze e discontinuità che hanno segnato la percezione pubblica della scienza e il rapporto tra scienza e società. Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo. L'ultima parte del corso sarà dedicata alle immagini della tecnologia e del suo ruolo nella società contemporanea. Il nostro rapporto quotidiano con la tecnologia passa infatti anche attraverso il modo in cui la immaginiamo e la raccontiamo. Maggiori informazioni su: <a href="http://www.italiano.ethz.ch">www.italiano.ethz.ch</a> .				

<b>851-0044-00L</b>	<b>Feministische Philosophie und Wissenschaftskritik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Mazouz</b>
Kurzbeschreibung	Die erste Frage, die sich stellt ist, was Feminismus ist und was feministische Philosophie und die Debatten dazu bilden den ersten Seminarschwerpunkt. In einem zweiten Schwerpunkt sind systematische Fragen thematisch, etwa in der feministischen Ethik und Ästhetik, in der feministischen Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Es wird, je nach Interesse der Teilnehmer:innen, eine Auswahl vorgenommen.				
Lernziel	Student:innen erhalten einen Überblick über verschiedene Ansätze in der feministischen Philosophie sowie über feministische Ethik, Ästhetik, Erkenntnistheorie und Wissenschaftstheorie (Auswahl). Sie werden darin unterstützt ihre Fähigkeiten weiter zu entwickeln komplexe Texte zu interpretieren, Argumentationen zu identifizieren, kritisch zu reflektieren und zur Diskussion zu stellen.				
Inhalt	Die erste grundlegende Frage, die sich bei diesem Titel stellt ist natürlich, was Feminismus ist und was feministische Philosophie bedeuten kann und die Debatte dazu ist auch unser erster Seminarschwerpunkt. In einer zweiten zentralen Diskussionslinie sind systematische philosophische Fragen thematisch, etwa in der feministischen Ethik und politischen Philosophie, in der feministischen Ästhetik, in der feministischen Erkenntnistheorie und der feministischen Wissenschaftstheorie. Bei diesem Schwerpunkt wird, je nach Interesse der Teilnehmer:innen eine Auswahl vorgenommen.				
Literatur	Herta Nagl-Docekal (2010). „Feministische Philosophie: Wie Philosophie zur Etablierung geschlechtergerechter Bedingungen beitragen kann“. In: „Handbuch zur Geschlechterforschung“, Springer Verlag.				

<b>851-0360-00L</b>	<b>The Tower of Babel: From Babylon to Babel Fish</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>P. Gerard</b>
Kurzbeschreibung	"Will the vocabularies never cease clashing/Werden die Wörterbücher immer streiten/Will the bickerwords never grow silent."  - Eugene Jolas, "Babel: 1940"				

Lernziel	To situate contemporary discussions of machine translation in relation to earlier literary and philosophical reflections on the problem of linguistic diversity.				
	To gain familiarity with historical origins of machine translation and the stages of its development until the present.				
	To draw historical, thematic, and conceptual connections between the emergence of machine translation in the middle of the twentieth century and the impulses driving post-war literary and theoretical texts.				
	To apply information theory to the analysis of literary texts.				
	To use literary texts to interrogate the operation of telecommunications systems and the assumptions on which those systems rest.				
Inhalt	To practice inter- and intra-linguistic translation and confront the problem of "the untranslatable." "Will the vocabularies never cease clashing / Werden die Woerterbuecher immer streiten / Will the bickerwords never grow silent..." Thus read three lines from Eugene Jolas's poem "Babel: 1940." The clashing of English and German across the line breaks of Jolas's poem rehearses an age-old lament: why so many languages? At the same time, the consistent falling rhythm, pulsing through the English and German syllables, points in the other direction: might the diversity of the world's historical languages yet be "processed" into some new unity? Jolas calls such "natural language processing" poetry. The New Testament had called it Pentecost. Today, DeepL calls it machine translation.				
	This course will follow the hope and despair to which "Babel: 1940" gives voice as it echoes across various 20th century literary, scientific, and philosophical discourses. In our survey, we will pay particular attention to how the problem of linguistic difference changes depending on whether one considers Babel as an act of God, a condition of culture, or an obstacle to communication.				
	Texts by Eugene Jolas, Jorge Luis Borges, Thomas Pynchon, Douglas Adams, Claude Shannon, W.V. Quine, Umberto Eco, N. Katherine Hayles, and Barbara Cassin.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Medien und digitale Technologien		gefördert	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		gefördert	
		Sensibilität für Vielfalt		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		gefördert	
		Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert	
<b>851-0359-00L</b>	<b>Le vodou dans l'imaginaire des écrivains haïtiens</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Mars</b>
Kurzbeschreibung	Le vodou est insaisissable, fascinant, inquiétant et menacé mais il habite l'âme du peuple haïtien. On dit que les Haïtiens sont à 60% Catholiques, 40% Protestants et 100% Vodouisants. Loin des clichés hollywoodiens, le vodou est un système spirituel et un mode de vie qui imprègne les échanges sociaux, la médecine, l'agriculture, la cosmologie et surtout les arts du peuple Haïtien.				
Lernziel	Comment les écrivains Haïtiens d'hier et d'aujourd'hui projettent-ils le Vodou dans leurs œuvres? Des thèmes seront identifiés et discutés dans chaque module qui apporteront un éclairage sur l'évolution du Vodou dans la période au cours de laquelle l'œuvre a été produite.				
Inhalt	Le vodou est insaisissable, fascinant, inquiétant et menacé mais il habite l'âme du peuple haïtien. On dit que les Haïtiens sont à 60% Catholiques, 40% Protestants et 100% Vodouisants. Loin des clichés hollywoodiens, le vodou est un système spirituel et un mode de vie qui imprègne les échanges sociaux, la médecine, l'agriculture, la cosmologie et surtout les arts du peuple Haïtien. Un système spirituel qui fait face aux préjugés et à l'hostilité tant d'Haïtiens que d'étrangers. Un système spirituel dont se sert un certain Occident pour justifier des croyances racistes. Comment les écrivains Haïtiens d'hier et d'aujourd'hui projettent-ils le Vodou dans leurs œuvres? De la réappropriation des origines ancestrales du mouvement Indigéniste surgi en réaction à l'occupation américaine d'Haïti (1915-1934), au réalisme merveilleux formulé d'abord par l'écrivain cubain Alejo Carpentier et promu par l'Haïtien Jacques Stephen Alexis, jusqu'aux créations littéraires contemporaines, ce cours propose une lecture de quelques romans et nouvelles d'auteurs Haïtiens qui, chacun selon ses engagements politiques, son statut social, ses convictions ou ses incertitudes spirituelles, disent leur culture profonde et controversée. Chaque cours sera présenté en deux ou trois phases, dépendant de la longueur ou de la complexité de l'œuvre à aborder. Une phase de lecture préalable abordera l'univers du texte (lexique, sons, couleurs, expressions locales etc.), une seconde phase s'intéressera à la construction et au déroulement de l'intrigue (linéaire ou autre) et ensuite sera mise en lumière le contexte social des œuvres (classes et conflits de classes en Haïti). Des thèmes seront identifiés et discutés dans chaque module qui apporteront un éclairage sur l'évolution du Vodou dans la période au cours de laquelle l'œuvre a été produite. La parole sera aussi donnée aux étudiant.e.s du cours qui seront sollicités (par groupes ou en solo) de partager leurs impressions de lectures, de faire des présentations sur les thèmes abordés etc.				
<b>851-0324-00L</b>	<b>Natur schreiben, Natur wissen</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Jany</b>
Kurzbeschreibung	Literarische Naturkunde – auf englisch Nature Writing – boomt. Aber wieso? Was ist so ansprechend an diesem Genre? Was kann die teils erzählende, teils betrachtende Naturbeschreibung beibringen, das die dafür doch eigentlich zuständigen Naturwissenschaften offenbar nicht beibringen können? Welche Art Wissen verspricht und erzeugt Nature Writing?				
Lernziel	Ausgehend von aktuellen, dem Nature Writing zurechenbaren Titeln werden wir über Klassiker des Genres bis in die Antike (die im Grunde eine Zeit "vor" der Natur war) zurückgehen, um diese Fragen zu diskutieren. Das Augenmerk liegt dabei auf den darin aufscheinenden Metaphern, Konzepten, Motiven und (Ur-)Szenen, die unser Naturverständnis und auch Naturbedürfnis teils bis heute prägen.				
<b>851-0320-00L</b>	<b>Ipotesi Roma</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>L. Romito</b>
Kurzbeschreibung	Ipotesi Roma: un'eco-mito ontologia per rigenerare, ancora una volta, la Città Mondo pratiche, politiche e poetiche per fuoriuscire dalla Contemporaneità. Cosa possiamo ancora imparare da Roma?				
Lernziel	Il corso ipotizza che Roma possa esprimere un paradigma interpretativo del mondo, una Cosmologia alternativa a quello dominante della Contemporaneità. Il corso investigherà tale ipotesi tessendo la pratica di Stalker che in 30 anni ha realizzato una continua azione cosmogonica tesa a esplorare/narrare/immaginare la realtà di Roma.				

Inhalt	<p>Il corso ipotizza che Roma possa esprimere un paradigma interpretativo del mondo, una Cosmologia alternativa a quello dominante della Contemporaneità. Una cosmologia fondata su tre elementi che hanno miticamente e storicamente permesso a Roma di rigenerarsi attraverso le epoche storiche, garantendole finora l'eternità, nonché l'universalità, ovvero la capacità di estendersi fino quasi a coincidere con il mondo stesso. L'ipotesi è che Roma sia una forma di vita complessa, un eco-mito-sistema sympoietico, con una propria organizzazione emergente capace di evolvere spontaneamente e auto-rigenerarsi nel tempo. Una realtà vivente, assieme mitologica ed ecologica, caratterizzato dalla capacità di includere ogni alterità che altrimenti possa condurla alla fine, di questo consisterebbe la sua eternità, o che possa limitare l'espansione della sua forma urbana all'intero pianeta, di questo consisterebbe invece la sua universalità. Così Roma da sempre si confronta e include: la natura selvatica, il suo alter ego Latium; gli stranieri, ciclicamente convocati per rigenerare la città; e il tempo stesso, concepito come circolare così da rendere origine e fine dei punti di tangenza di un continuum temporale potenzialmente infinito.</p> <p>Tale ipotesi è contraddetta dall'ideologia di dominio umano sull'ambiente, propria della modernità, che ha dominato lo sviluppo urbano negli ultimi 150 anni nel tentativo di realizzare una tesi, quella di Roma Capitale Moderna, il cui compimento rischia di cancellare definitivamente l'ipotesi Roma, Città Mondo. Il conflitto tra l'ipotesi Roma Città Mondo e la tesi Roma Capitale non è ancora diffusamente percepito, ma ha per campi di battaglia proprio il senso e il ruolo che natura selvatica, stranieri e tempo hanno nella trasformazione della città.</p> <p>Il corso investigherà tale ipotesi tessendo la pratica di Stalker che in 30 anni ha realizzato una continua azione cosmogonica tesa a esplorare/narrare/immaginare la realtà di Roma con le tracce del mito che vorrebbe la città eterna e universale. Quella tra Stalker e l'ipotesi Roma è una costruzione reciproca realizzata a partire dall'esplorazione, narrazione e celebrazione degli aspetti più marginali, sottaciuti e opachi della storia contemporanea e delle realtà sociali e ambientali della città.</p> <p>Centro dell'investigazione sono quei margini della città, irriducibili a netti confini, territori del confronto con l'alterità, spazi non pianificati né regolati in cui il confronto spontaneo tra le rovine del passato e le forme di vita che vi trovano rifugio genera ecosistemi altamente bio e socio diversi, insorgenti, "possibili adiacenti" in cui può rigenerarsi un nuovo principio di realtà tra le pieghe di una realtà ormai in esaurimento.</p>				
<b>851-0317-00L</b>	<b>Universalwissen. Theorie der Enzyklopädie zwischen Literatur und Philosophie</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Die Form der Enzyklopädie ist in der Geschichte des Wissens ebenso prägend wie wandelbar. Sie beruht auf dem Anspruch, sämtliche Gegenstände des Wissens zu erfassen und diese möglichst übersichtlich als Totalität darzustellen. Dabei greift der philosophische Anspruch auf ästhetische und poetologische Darstellungsverfahren zurück, die die enzyklopädische Totalität wesentlich mit erzeugen.				
Lernziel	1) Überblick über die Geschichte und Theorie der Enzyklopädie bis in die Gegenwart; 2) Theoretisches Verständnis unterschiedlicher Modelle von Enzyklopädie bzw. enzyklopädischer Darstellungsweisen; 3) Verständnis ästhetischer und poetologischer Aspekte der Enzyklopädie; 4) Rolle enzyklopädischer Modelle in Theorie und Geschichte der Literatur.				
Inhalt	Die Form der Enzyklopädie ist in der Geschichte des Wissens ebenso prägend wie wandelbar. Sie beruht auf dem Anspruch, sämtliche Gegenstände des Wissens zu erfassen und diese möglichst übersichtlich als Totalität darzustellen. Dieser Anspruch wird nicht nur medial, sondern auch ästhetisch und poetologisch umgesetzt. Seit der Antike und dem Mittelalter konkurrieren unterschiedliche Modelle, erst recht in der Neuzeit, wo die Vorlesung hauptsächlich ansetzt: topische Ordnungssysteme wurden zunächst durch rationale, dann durch kontingente Formen der Wissensorganisation abgelöst. So hatte im 18. und 19. Jahrhundert das alphabetische Wörterbuch seine grosse Karriere. Die letzte grosse, wesentlich medientechnische Transformation der Enzyklopädie erfolgte im digitalen Zeitalter mit dem Internet und den entsprechenden Enzyklopädien wie der Wikipedia. Der sich dergestalt vielfach wandelnde philosophische Anspruch greift auf eine Vielzahl von ästhetischen Darstellungsformen zurück, die je die enzyklopädische Totalität erzeugen. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Geschichte und Theorie der Enzyklopädie und legt dabei ein besonderes Augenmerk auf diese Vielfalt der Formen. Diese werden nicht zuletzt auch in spezifischen literarischen Gattungen und Texten umgesetzt, insbesondere dem Roman.				
<b>851-0321-00L</b>	<b>Franz Kafka und das Wissen der Moderne</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Kilcher</b>
Kurzbeschreibung	Kafkas Texte gelten als rätselhaft, vieldeutig, ja undeutbar. Wir wollen sie in der Vorlesung neu verstehen, indem wir sie als Dialoge mit den grossen wissenschaftlichen, politischen, ökonomischen und kulturellen Diskursen seiner Zeit lesen. Marxismus, Psychoanalyse, Zionismus, Spiritismus - das ganze Wissen der Moderne verhandeln diese so reichhaltigen Texte.				
Lernziel	1) Kenntnis von Kafkas Texten; 2) Kenntnis des historischen, kulturellen und politischen Kontextes von Kafkas Schreiben; 3) Einsicht in Kafkas Schreibverfahren; 4) Einsicht in den Wissenscharakter von Kafkas Texten.				
Inhalt	Die Texte Franz Kafkas (der genau vor hundert Jahren verstorben ist) gelten vielen als rätselhaft, vieldeutig, ja undeutbar. Wir wollen sie in der Vorlesung neu verstehen, indem wir sie als Dialoge mit den grossen wissenschaftlichen, politischen, ökonomischen, kulturellen und literarischen Diskursen seiner Zeit lesen. Marxismus, Psychoanalyse, Zionismus, Spiritismus etc. - das ganze Wissen der Moderne verhandeln diese Texte. Ihre Vieldeutigkeit kommt, so die These, von dieser besonderen Reichhaltigkeit. Kafkas Texte sind damit gleichsam Seismographen seiner Epoche. Das verlangt auch zu fragen, auf welche besondere Weise diese Texte das leisten können. Eine Antwort besteht darin, dass Kafka liest, indem er schreibt, also Lesen und Schreiben verschränkt und auf diese Weise das Wissen der Moderne in seine Texte hineinhol.				
<b>851-0366-00L</b>	<b>Climate Fiction</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>S. Lohmann</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces crucial 'climate imaginaries' of the 20th and 21st centuries and the critical role they can play. We will focus in particular on science-fictionality, the connection to general science and technology research as well as contemporary climate science, and texts from marginalised perspectives, including feminist and postcolonial approaches.				
Lernziel	In studying this module, students will develop:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A comprehensive basic understanding of the history and characteristics of climate fiction as well as related genre conventions, such as those of science fiction</li> <li>- An ability to understand how these texts engage with their socio-political, cultural and historical contexts</li> <li>- A deeper understanding of the role texts by marginalised groups have played in climate fiction and their vital role in re-imagining the genre</li> <li>- Competence in the use of critical tools to analyse literary and digital texts as well as critical skills in the interrogation of standard and traditional approaches to literary criticism</li> <li>- An ability to articulate and substantiate an independent critical and imaginative response to literature and literary criticism as well as canon-formation</li> <li>- An ability to form coherent arguments, employ appropriate critical terminology, and communicate this information effectively orally and in the form of well-structured and persuasive essays</li> </ul>				

Inhalt Contemporary climate fiction is a vitally important genre that 'faces up to the unthinkable' (Claire Armistead) in confronting the climate crisis through narrative, thereby playing a crucial role in informing public thought and policy. This course provides an interdisciplinary connection between climate fiction and the science and technology research that informs and is inspired by it, particularly within contemporary climate science. Moreover, it focuses on the role climate fiction plays in utilising various scientific approaches, genre tools, narrative devices and diverse perspectives to imagine human resistance to the climate catastrophe as well as more just and resilient futures. We will trace the historical trajectory of this genre, exploring classic environmental fiction by writers such as Sydney Fowler Wright, John Brunner, Ernest Callenbach and Kim Stanley Robinson, and analysing the power of narrative with the 'environmental humanities' in engaging with science and exploring possible human responses to climate catastrophe. Excerpts from scientific, philosophical and ecocritical writings will be used to expand our readings and explore further methodologies of analysis and appreciation. Moreover, we will particularly explore what it means to think about climate change from marginalised perspectives, such as feminist and postcolonial approaches, thus rethinking whose voices may create visions of the future: in reading climate imaginaries by feminist, Afrofuturist and Indigenous futurist writers such as Ursula K. Le Guin, Octavia Butler, Cherie Demaline, N. K. Jemisin and Darcie Little Badger, we will examine how such texts help us re-imagine climate justice and address historical power imbalances in our response to the climate catastrophe. Moreover, we will investigate how these texts help us rethink climate science and related policy from the ground up, for example by presenting feminist challenges to the gender and race biases of traditional scientific models and by providing fundamentally different understandings of space, time and causation, thus leading the way in shaping radically different holistic models of climate survival.

## ►► Ökonomie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
363-0532-00L	<b>Ökonomische Theorie der Nachhaltigkeit</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	W	3 KP	2V	Noch nicht bekannt
Kurzbeschreibung	Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit; Modelle des neoklassischen und des endogenen Wachstums; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitution und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve; Nachhaltigkeitspolitik				
Lernziel	Die Studierenden sollen ein wissenschaftliches Verständnis für die Implikationen nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf das langfristige Wachstum von Volkswirtschaften entwickeln. Es soll herausgearbeitet werden, inwieweit das Potential für ein nachhaltiges Wachstum von Substitutionsmöglichkeiten, technologischem Fortschritt und umweltpolitischen Eingriffen des Staates abhängig ist. Nach einem erfolgreichen Abschluss dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage: 1. die Ursachen der langfristigen Entwicklung von Wirtschaften zu verstehen 2. den Einfluss von natürlichen Ressourcen und von Umweltverschmutzung auf die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu analysieren 3. die Rolle der Politik für die Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele zweckmässig einzuordnen.				
Inhalt	Die Studierenden werden zunächst mit unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen nachhaltiger Entwicklung vertraut gemacht. Aufbauend auf dieser Grundlage werden Bedingungen für nachhaltiges Wachstum bei Umweltverschmutzung und knappen natürlichen Ressourcen näher beleuchtet. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle von Substitutionsmöglichkeiten und technischem Fortschritt für die Ueberwindung von Ressourcenknappheit. Auswirkungen von Umweltexternalitäten werden in Bezug auf mögliche Ansatzpunkte für wirtschafts- und umweltpolitische Eingriffe des Staates betrachtet. Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsoptimismus vs. pessimismus; Einführung in Modelle neoklassischen und endogenen Wachstums; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitutionselastizität und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve: Grundkonzept, theoretische Elemente, empirische Resultate; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen, Hartwick-Regel, Konsumententwicklung bei zinsabhängigem Sparen, ressourcensparender technischer Fortschritt.				
Skript	Die Folien zur Veranstaltung werden vorlesungsbegleitend über Internet zugänglich gemacht.				
Literatur	Bretschger, F. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.  Bretschger, L. (2004), Wachstumstheorie, Oldenbourg, 3. Auflage, München.  Bretschger, L. (2018), Greening Economy, Graying Society, CER-ETH Press, ETH Zurich.  Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray and M. Common (2011), Natural Resource and Environmental Economics, Longman, 4th ed., Essex.  Neumayer, E. (2003), Weak and Strong Sustainability, 2nd ed., Cheltenham: Edward Elgar.  Weitere Literaturangaben in der Vorlesung				
364-0576-00L	<b>Advanced Sustainability Economics</b> <i>PhD course, open for MSc students</i>	W	3 KP	3G	E. Komarov, A. Minabutdinov
Kurzbeschreibung	The course covers current resource and sustainability economics, including ethical foundations of sustainability, intertemporal optimisation in capital-resource economies, sustainable use of non-renewable and renewable resources, pollution dynamics, population growth, and sectoral heterogeneity. A final part is on empirical contributions, e.g. the resource curse, energy prices, and the EKC.				
Lernziel	Understanding of the current issues and economic methods in sustainability research; ability to solve typical problems like the calculation of the growth rate under environmental restriction with the help of appropriate model equations.  Please note that the course takes places in Zurichbergstrasse 18, which requires an ETH card to enter. We kindly ask Non-ETH students to inform Aleksei Minabutdinov (aminabutdinov@ethz.ch) if they would like to attend.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft
351-0578-00L	<b>Einführung in die Wirtschaftspolitik</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i>	W	2 KP	1V	
Kurzbeschreibung	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.				
Lernziel	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik. Grundsätzliches Verständnis von wirtschaftspolitischen Mechanismen.				

Inhalt Wirtschaftspolitik ist die Gesamtheit aller Massnahmen von staatlichen Institutionen mit denen das Wirtschaftsgeschehen geregelt und gestaltet wird. Die Vorlesung bietet einen ersten Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.

Gliederung der Vorlesung:

1.) Wohlfahrtsökonomische Grundlagen: Wohlfahrtsfunktion, Pareto-Optimalität, Wirtschaftspolitik als Mittel-Zweck-Analyse u.a.

2.) Wirtschaftsordnungen: Geplante und ungeplante Ordnung

3.) Wettbewerb und Effizienz: Hauptsätze der Wohlfahrtsökonomik, Effizienz von Wettbewerbsmärkten

4.) Wettbewerbspolitik: Sicherstellung einer wettbewerblichen Ordnung

Gründe für Marktversagen:

5.) Externe Effekte

6.) Öffentliche Güter

7.) Natürliche Monopole

8.) Informationsasymmetrien

9.) Anpassungskosten

10.) Irrationalität

11.) Wirtschaftspolitik und Politische Ökonomie

Die Vorlesung beinhaltet Anwendungsbeispiele und Exkurse, um eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis der Wirtschaftspolitik herzustellen. Z. B. Verteilungseffekte von wirtschaftspolitischen Massnahmen, Kartellpolitik am Ölmarkt, Internalisierung externer Effekte durch Emissionshandel, moralisches Risiko am Finanzmarkt, Nudging, zeitinkonsistente Präferenzen im Bereich der Gesundheitspolitik Ja (in Form von Vorlesungsslides).

Skript	Ja (in Form von Vorlesungsslides).				
<b>701-0758-00L</b>	<b>Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Grundlagen, zentralen Fragestellungen, Analysen der Ökologischen Ökonomik kennen. Im Zentrum steht dabei das Thema Wirtschaftswachstum. Welche Positionen hat die Ökologische Ökonomik dazu? Mit welchen Theorien und Konzepten begründet sie dies insgesamt und in einzelnen ökonomischen Teilbereichen (z.B. Ressourcenverbrauch, Konsum, Arbeitsmarkt, Unternehmen)?				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen und zentralen Fragestellungen der Ökologischen Ökonomik (ÖÖ): z.B. 'pre-analytic vision', Gegenstandsbereich, Entstehung ÖÖ, Beiträge involvierter Disziplinen wie Ökologie oder Politologie, ökologisch-ökonomische Analyse von Themen wie Arbeitsmarkt, Konsum oder Geld. Kritische Analyse von Wachstum und Kennenlernen von Ansätzen zur Reduktion von Wachstumswängen.				
Inhalt	Was ist Ökologische Ökonomik, was sind die Themen? Gegenstand und Grundlagen der Ökologischen Ö., Ressourcenverbrauch, seine Entwicklung und Messung Messung wirtschaftlicher Leistung und Wohlfahrt, Wirtschaftswachstum, Wachstumskritik und Postwachstumsgesellschaft, Wachstumswänge in Bereichen wie Konsum, Geld, Unternehmen, Arbeitsmarkt; Ansatzpunkte für Wachstumsunabhängigkeit und Postwachstumsgesellschaft				
Skript	Kein Skript. Folien und Texte werden vorgängig zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Spash, C. L., Ed. (2017). The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Abingdon, Routledge.  Seidl, I. /Zahrnt A. (2010). Postwachstumsgesellschaft. Konzepte für die Zukunft, Marburg, Metropolis  Seidl, I. /Zahrnt A. (2019). Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft, Marburg, Metropolis				
Voraussetzungen / Besonderes	Ausgewählte wissenschaftliche Artikel werden je 1 Woche vor Vorlesung zur Verfügung gestellt Besuch einer Vorlesung zu Umweltökonomie oder anderweitige Grundkenntnisse in Ökonomie (z.B. Matura) vorteilhaft				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>751-1500-00L</b>	<b>Entwicklungsökonomik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Harttgen</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in theoretische und empirische Grundlagen wirtschaftlicher Entwicklung. Theorie der Wirtschaftspolitik für Armutsreduktion.				
Lernziel	Das Ziel dieser Vorlesung besteht darin, die Studierenden in grundlegende entwicklungsökonomische und damit verwandte wirtschafts- und entwicklungspolitische Zusammenhänge einzuführen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer theoretischen und empirischen Einführung in die Konzepte der Armutsreduktion und Fragen der Bekämpfung von sozioökonomischer Ungleichheit. Davon ausgehend werden wichtige exogene und interne Triebkräfte erörtert, die wirtschaftliche Entwicklung und Armutsreduktion fördern oder behindern sowie wirtschafts- und entwicklungspolitische Maßnahmen besprochen, um globale Armut zu überwinden. Im Einzelnen wird dabei auf folgende Themen eingegangen:  - Messung von Entwicklung, Armut und Ungleichheit - Theorien des Wirtschaftswachstums - Handel und Entwicklung - Bildung, Gesundheit, Bevölkerung und Entwicklung - Rolle des Staates und von Institutionen - Fiskal-, Geld- und Wechselkurspolitik.				
Skript	Keines.				
Literatur	Günther, Harttgen und Michaelowa (2020): Einführung in die Entwicklungsökonomik.				
Voraussetzungen / Besonderes	Besonderes: Flipped class room: Die Veranstaltung besteht aus einem Seminarteil, aus eigener Literaturarbeit sowie der Bearbeitung von Aufgabenblättern.  Die Vorlesung basiert auf: Günther, Harttgen und Michaelowa (2019): Einführung in die Entwicklungsökonomik. Einzelne Kapitel müssen jeweils vor den Veranstaltungen gelesen werden. In den Veranstaltungen wird das Gelesene diskutiert und angewendet. Auch werden offene Fragen der Kapitel und Übungen besprochen.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft gefördert		
<b>851-0649-00L</b>	<b>International Development Engineering</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Shea, E. Tilley</b>
Kurzbeschreibung	In this lecture series, students will learn from researchers around the globe about technological interventions designed to improve human well-being for complex, low-resource settings. Students will get familiar with frameworks from social sciences and engineering, helping them to understand and evaluate the discussed technologies and to put them into a broader context.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students will get familiar with frameworks from social sciences and engineering needed for innovation in a complex, low-resource setting.</li> <li>Students will learn about concrete examples of technological interventions designed to improve sustainable development and critically reflect on them.</li> <li>Students get a broad understanding of some of the most important issues and discussions related to global sustainable development.</li> </ul>				
Inhalt	In the introductory class, students will learn about challenges related to global sustainable developments and how they have developed over time. Students will then get exposed to frameworks from social sciences and engineering disciplines, which will help them analyze technologies designed for low-resource settings. In the remaining sessions thought leaders from the field of development engineering will present a wide range of innovations from sectors such as health, water and sanitation, education and governance that will then get discussed with students. Since many of this thought leaders will come from around the globe at least 50% of sessions will be online.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Sensibilität für Vielfalt	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert geprüft geprüft gefördert gefördert		
<b>851-0602-00L</b>	<b>Shaping a DCent.Society: Assessing Societal Implications of Bitcoin, Blockchains &amp; Smart Contracts</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. M. Dapp</b>
Kurzbeschreibung	The course investigates the long-term implications of decentralizing our societies through blockchain technology. Students critically reflect economic, political, ecological, and social implications of the Bitcoin cryptocurrency and the Ethereum smart contract platform including decentralized finance seen from economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.				
Lernziel	<p>Explain the paradigm shift from Web 2.0 to Web 3.0</p> <p>Describe the design and emergent properties of decentralized systems</p> <p>Hypothesize about the economic, political, ecological, and social implications of Bitcoin, Ethereum, and decentralized finance</p> <p>Integrate ethical and governance considerations into the design of cryptoeconomic systems</p> <p>Justify own position about societal implications of the decentralization of society</p>				
Inhalt	<p>* What if Bitcoin, Ethereum, &amp; Co. will be wildly successful and flourish long-term?</p> <p>* Which parts of our economies and societies would they affect? Could we indeed redesign our societies towards more sustainable action, more democratic governance, and more equitable finance by envisioning new ways of organizing, coordinating, and acting collectively? Or is this all make-belief because, after all, the Internet also under-delivered in important aspects of its huge promises? How can we critically reflect on the long-term implications of decentralizing technologies on our societies?</p> <p>* Bitcoin is dividing the world. Due to its erratic price movements, some view it as a useless Ponzi scheme at best and a state-interfering, finance-destabilizing "thing" at worst. Others, however herald it as the most important invention since the Internet or the printing press. In any case, the questions raised by Bitcoin are not only of academic interest: What is money? Is our money system the best possible? We organize everything democratically, why not money? Will Bitcoin supercharge renewable energy or do we need to switch it off to save the planet? Could it even bring peace by making wars unaffordable or is this a preposterous claim?</p> <p>* Ethereum and smart contracts, and decentralized applications seem to be less contentious and have caught the interest of companies and governments for their specific technical characteristics. However, where is the evidence that Decentralized Finance is beneficial outside a digital bubble of insiders? Will unstoppable algorithms empower us or create rigid machines steering our behavior?</p> <p>* What to make of this extremely polarized debate and how to come to reasonable own conclusions when imagining the decentralization of society? The course aims to connect the cultural and historical preconditions to the long-term societal implications of Bitcoin, Ethereum, smart contracts, and DeFi. We will research and critically reflect economic, political, ecological and ethical consequences with the aim to formulate our own informed opinions about what is currently happening and what might happen in the future.</p> <p>* To achieve this multi-disciplinary goal, we establish a common understanding of the technologies and inner workings of Bitcoin and Ethereum in the first part. We discuss selected aspects such as open source software, cryptography, cryptoeconomics, incentives, and complex systems. Why and how is Bitcoin a "trustless" system – or is it not? Why is an absolute scarce digital asset desirable – or is it not? Why and how is Ethereum a "world computer" – or is it not? Why is an unstoppable system of dApps and decentralized autonomous organizations (DAOs) a big deal – or is it not? For a full picture, we will also examine other developments such as Decentralized Finance (DeFi), stablecoins, and Central Bank Digital Currencies (CBDC).</p> <p>* With this overview and background we will move to the main part of the course, in which we go into depth on the potential societal implications of Bitcoin, Ethereum &amp; Co. We will be covering various domains such as our current and future money systems, freedom and control of transactions, incentive design &amp; social behavior, sustainability &amp; energy production, individual sovereignty &amp; state control, democracy &amp; geopolitics. We will thus be exploring connections between blockchain protocols and economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.</p> <p>* Students are regularly invited to voice their views and debate in ad-hoc interventions. In teams, they build their own critical analysis and arguments about a specific issue chosen from a list of current topics. In the final part of the course, teams will present their conclusions in a thought-provoking report and defend it in a presentation, ideally causing reflection and debate among their peers on how the decentralization of our societies should unfold.</p>				
Skript	Lecture slides and materials will be distributed on a weekly basis.				

Literatur Alden (2023). Broken Money. Timestamp Press. <https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU> and <https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8>

Ammous (2018). The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Hoboken, New Jersey: Wiley. Lex Fridman interview #284: [https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH\\_T6A](https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A)

Ammous (2021). The Fiat Standard: The Debt Slavery Alternative to Human Civilization. Saif House. <https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho>

Antonopoulos (2017). Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain. 2nd ed. O'Reilly Media. <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook>.

Antonopoulos and Wood (2018). Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps. O'Reilly Media. <https://github.com/ethereumbook/ethereumbook>.

Antonopoulos, Osuntokun, and Pickhardt (2021). Mastering the Lightning Network. O'Reilly Media. <https://github.com/lnbook/lnbook>.

Ballandies, Dapp and Pournaras (2022). Decrypting distributed ledger design: taxonomy, classification and blockchain community evaluation. Cluster Computing 25, 1817–1838 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w>

CoinGecko (2021), How to DeFi: Beginner + Advanced. Independently published on Amazon. (2 books)

Dalio (2018). Principles for Navigating Big Debt Crises. Greenleaf Book Group. <https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs>

Dalio (2021). Principles for Dealing with the Changing World Order. Simon & Schuster. <https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8>

Dapp (2021). From Fiat to Crypto: The Present and Future of Money. In: Dapp, M.M., Helbing, D., Klauser, S. (eds) Finance 4.0 - Towards a Socio-Ecological Finance System. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1) (PDF, open access)

Dapp (2019). Toward a Sustainable Circular Economy Powered by Community-Based Incentive Systems, In: Business Transformation Through Blockchain, edited by Horst Treiblmaier and Roman Beck. Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6)

Gladstein (2022). Check Your Financial Privilege: Inside the Global Bitcoin Revolution. BTC Media. Lex Fridman interview #231: <https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0>

Meyer, Welpel, and Sandner (2022). "Decentralized Finance – A Systematic Literature Review and Research Directions" (2022). ECIS 2022 Research Papers. 25. [https://aisel.aisnet.org/ecis2022\\_rp/25](https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25)

Svanholm (2020). Bitcoin: Independence reimagined. Independently published on Amazon. <https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc>

Svanholm (2019). Bitcoin: Sovereignty through Mathematics. Independently published on Amazon. <https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA>

Voraussetzungen / Besonderes Voskuil (2020). Cryptoeconomics. 2nd edition. Independently published on Amazon. <https://voskuil.org/cryptoeconomics/> (free PDF)

For this ambitious and interactive course, we hope to attract students who are motivated by tackling large societal challenges with new decentralized approaches to human coordination. We think students with an open mind and interest in interdisciplinary aspects of their field of study will benefit most from this course. Programming experience is not strictly required but some basics about computer science may be helpful to see the potential societal implications of this new technology paradigm. The class composition aims for some minimum diversity in academic backgrounds.

Kompetenzen				
Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
	Verfahren und Technologien		geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Entscheidungsfindung		geprüft	
	Medien und digitale Technologien		geprüft	
	Problemlösung		geprüft	
	Projektmanagement		geprüft	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Kooperation und Teamarbeit		geprüft	
	Kundenorientierung		gefördert	
	Menschenführung und Verantwortung		gefördert	
	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
	Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
Persönliche Kompetenzen	Verhandlung		geprüft	
	Anpassung und Flexibilität		geprüft	
	Kreatives Denken		geprüft	
	Kritisches Denken		geprüft	
	Integrität und Arbeitsethik		gefördert	
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft	
	Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft	

363-0561-00L	Climate Economics and Finance	W	3 KP	2G	L. Barrage
Kurzbeschreibung	This course introduces students to both conceptual foundations and empirical evidence on the economics of climate change, climate policy design, and financial market responses thereto. It seeks to address questions such as: What are the costs and benefits of competing responses to the climate challenge? What roles can/do financial markets play in facing climate risks?				
Lernziel	After taking this course, students should: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand integrated assessment modelling/thinking about the climate, energy markets, and the macroeconomy and be able to run simplified versions of such models in Excel</li> <li>- Know benchmark estimates of the economic impacts of climate change</li> <li>- Understand the trade-offs between different policy and societal responses both conceptually and empirically based on policy practice</li> <li>- Understand how financial markets should be vs. are empirically responding to climate and policy risks</li> </ul>				



Inhalt	This course teaches both the core analytic tools and surveys new empirical evidence on the economics of climate change, climate policy, and financial market responses thereto. The first half of the course presents an integrated assessment of the climate, energy markets, and the economy. We build a framework for analyzing the economic impacts of both climate change and climate policy. We then review empirical evidence on both climate change impacts and policy practice. The second part of the course focuses on financial markets. We review relevant core concepts in finance with a focus on asset pricing and use this framework as a basis for thinking about how markets should be responding to climatic and policy risks. We then review empirical evidence on how financial markets appear to be responding in reality with examples such as from housing, equity, and bond markets. At the end of the course, students should have stronger foundations in economics and finance and broad knowledge of the economic and financial risks and opportunities posed by climate change.				
	Course evaluation: at the end of the course, there will be a written exam covering the topics of the course.				
Skript	Lecture slides will be available on the site of the lecture				
Voraussetzungen / Besonderes	It is highly recommended (but not required) that students have completed introductory micro- and macroeconomics before taking this class.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
		Verfahren und Technologien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		gefördert	
		Entscheidungsfindung		gefördert	
		Problemlösung		gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken		gefördert	
<b>851-0610-00L</b>	<b>Climate Finance: The Role of Finance in Tackling Climate Change ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>B. Steffen</b>
	<i>Primarily suited for Master and PhD students.</i>				
Kurzbeschreibung	This course focuses on how to leverage finance in tackling climate change. We cover international climate finance negotiations as well as the role of governments in designing public policy for different financial actors in industrialized and developing countries.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Critically examine the role of the financial system and financial actors in climate change and the low-carbon energy transition</li> <li>- Develop an understanding of the role and design of public policy to re-direct finance flows in line with the Paris Agreement</li> <li>- Find out about current challenges in climate finance, and develop ideas how to overcome them</li> </ul>				
Inhalt	The mitigation of dangerous climate change requires massive investments in low-carbon technologies. In 2015, the Paris Agreement underlined the responsibility of governments to align finance flows with climate change mitigation. Accordingly, a market for low-carbon investments emerged, but the available climate finance falls short of what is needed. Thus, political discussions on the international and national levels concern how public policies can better use the financial system to accelerate climate change mitigation. In this course, students will learn about the role of finance for the low-carbon transition in developing countries, in industrialized countries, and specifically in Switzerland. We will discuss existing policies, their effectiveness, and the underlying political economy challenges to implement them. Combining recent academic findings and hands-on insights from guest lecturers, we will analyze structural challenges, conflicting positions in international negotiations and domestic policymaking, and the role of multilateral financial institutions.				
	No specific prerequisites, though students should be interested in engaging with economic and finance concepts.				
	The course will primarily feature lectures, aiming for an interactive in-class discussions. Several guest speakers from the financial industry or financial policymaking will be invited. Grading is via a writtewn exam held in one of the final sessions during the semester.				
Skript	Slides and reading material will be made available via moodle.ethz.ch (only for registered students).				
Literatur	A reading list will be provided via moodle.ethz.ch (only for registered students).				

## ►► Philosophie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>				
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	The course aims are: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. To introduce students to the historicity of mathematics</li> <li>2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view</li> <li>3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects</li> <li>4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics</li> <li>5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices</li> </ol>				
<b>851-0197-00L</b>	<b>Medieval and Early Modern Science and Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Sammarchi</b>
Kurzbeschreibung	The course examines several aspects of the interconnections between science and philosophy from the Middle Ages to the early modern times.				
Lernziel	The course aims are: <ul style="list-style-type: none"> <li>- to introduce students to the history of science;</li> <li>- to introduce students to the philosophical dimension of science;</li> <li>- to develop a critical understanding of scientific notions;</li> <li>- to acquire skills in order to analyse and comment on primary and secondary sources.</li> </ul>				
Inhalt	The course is focused on the investigation of scientific thought between 1000 and 1700, that is to say the period that saw the flourishing of natural philosophy, and the birth of the modern scientific method. Several case-studies, taken from different scientific fields (especially mathematics, astronomy, and experimental sciences) are presented in class in order to study the interconnections between science and philosophy, as well as the shift from the medieval to the early modern world.				
Literatur	(main reference) Rossi, Paolo, The birth of Modern science, Oxford : Blackwek Publishers, 2001				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
<b>851-0355-00L</b>	<b>Immagini di scienza e tecnologia</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				

Kurzbeschreibung	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel.
Lernziel	Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo.
Inhalt	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel; tendenze e discontinuità che hanno segnato la percezione pubblica della scienza e il rapporto tra scienza e società. Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo. L'ultima parte del corso sarà dedicata alle immagini della tecnologia e del suo ruolo nella società contemporanea. Il nostro rapporto quotidiano con la tecnologia passa infatti anche attraverso il modo in cui la immaginiamo e la raccontiamo. Maggiori informazioni su: <a href="http://www.italiano.ethz.ch">www.italiano.ethz.ch</a> .

<b>851-0050-00L</b>	<b>Epistemische Ungerechtigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>T. Lobo</b>
Kurzbeschreibung	Miranda Frickers Begriff der epistemischen Ungerechtigkeit zielt auf Ungerechtigkeiten gegenüber einer Person oder einer Gruppe die deren Status als Wissende betreffen. Im Seminar lesen wir ihr Buch zusammen mit deren Rezeption. In der zweiten Seminarhälfte untersuchen wir Anwendungsfelder in der Wissenschaft, Medizin, Politik, in Digitalisierungsprozessen, sowie in der Stadtplanung.				
Lernziel	Die Studierende lernen Frickers Begriff der epistemischen Ungerechtigkeit sowie seiner zwei Hauptspezies, der testimonialen und der hermeneutischen Ungerechtigkeit kennen. Wir prüfen ihn gemeinsam in Hinblick auf seine Stärken und Schwächen als analytisches Werkzeug im Kontext unterschiedlicher wissenschaftlichen Praktiken. Die Studierende wenden den Begriff auf ein Fallbeispiel aus ihrem Studienfach oder auf ein tagesaktuelles Thema an.				
Inhalt	Nicht alle Menschen werden in ihrem Status als Wissende gleichbehandelt. Manchen wird auf Grund ihres niedrigen sozialen Status weniger Glauben geschenkt als anderen, zum Beispiel indem ein Zeugnis nur auf Grund der Hautfarbe der Sprecherin in puncto Glaubhaftigkeit ungerechtfertigterweise herabgestuft wird. Andere Menschen werden als dumm abgestempelt, weil sie weniger artikuliert sind, wobei der Grund ihrer Artikulationsschwierigkeiten nicht an einer individuellen Unfähigkeit, sondern an einer Lücke in unseren kollektiven Selbstverständigungspraktiken liegt. Zum Beispiel hatte eine Frau vor der Einführung des Begriffes der sexuellen Belästigung keine begrifflichen Ressourcen, um die konkreten Unrechte, die ihr widerfahren in Worte zu fassen und sich rechtlich zu wehren. Dies sind zwei Beispiele dafür, was Miranda Fricker in ihrem im Jahr 2007 erschienen Buch, Epistemic Injustice: Power & the Ethics of Knowing, als epistemische Ungerechtigkeit identifiziert. Die Form der Ungerechtigkeit im ersten Beispiel nennt Fricker eine testimoniale und im zweiten eine hermeneutische Ungerechtigkeit.  Frickers einflussreiche Buch wird seit zwei Jahrzehnten diskutiert, unter anderem auch kritisch. Das Konzept der epistemischen Ungerechtigkeit wurde auch in unterschiedlichen Wissenschaften und wissenschaftlichen Praktiken angewandt. Im Seminar fragen wir zum Beispiel: Inwiefern wird durch den Einsatz von KI und Algorithmen der Status von Menschen als Wissenden beeinträchtigt? Wie wird man Zeugnissen von Menschen mit diagnostizierten Wahnvorstellungen epistemisch gerecht? Wie ermöglicht man die Selbstbestimmung für Gruppen deren Ansichten als unwissenschaftlich gelten und somit nicht zu den dominanten kollektiven welt- und selbstdeutenden Praktiken passen?				

<b>851-0051-00L</b>	<b>Introduction into Political and Social Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>N. Mazouz</b>
Kurzbeschreibung	How should we live together—within political communities as well as between communities? In this lecture, basic questions of political philosophy and social philosophy and their answers are introduced systematically and historically.				
Lernziel	Students will get an overview of different historical and contemporary approaches in political philosophy and social philosophy. They are enabled to further developing their abilities to understand complex theories, to critically reflect on them and to put them up for discussion.				
Inhalt	In this lecture, basic questions of political philosophy and social philosophy and their answers are introduced systematically and historically. For example, fundamental political traditions are addressed, such as what liberalism, cosmopolitanism, republicanism, conservatism, "critical race theory," or feminist political philosophy are and what basic criticisms are made of them. Another focus is democracy and democratic culture and the challenges of populism. Global politics and international relations will be yet another topic. In particular, we will focus on examples from science and technology, such as the potential undermining of the conditions of the possibility of democratic forming of opinion- and will by certain technologies. The performance assessment is done by a short talk in group work as well as a written exam.				
Kompetenzen	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.				
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.				
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.				

<b>851-0052-00L</b>	<b>Introduction to Bioethics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>F. Altner, D. Lucas</b>
Kurzbeschreibung	<i>Der Kurs richtet sich in erster Linie an Studierende des D-BSSSE.</i> This course introduces ethical theories used in the justification of the application of biotechnologies. An overview of key bioethical questions concerning the moral status of humans and questions regarding human nature will provide the background to critically reflect on specific bioethical topics such as informed consent, euthanasia, reproductive medicine, enhancement and stem cell research.				
Lernziel	After successful completion of the course, students will be able to critically reflect and discuss different ethical positions ((non)-consequentialism, contractualism and principlism), issues (moral status of humans) and topics related to bioethics (informed consent, euthanasia, reproductive medicine, stem cell research, enhancement, animal testing, and genetic engineering in agriculture).				

Inhalt	<p>Bioethics is a vast field that covers animal ethics (selective breeding, animal experiments) environmental ethics (the value of nature) and medical ethics (involving topics such as informed consent, organ transplantation, euthanasia, reproductive medicine, stem cell research, gene therapy and enhancement). Moral intuitions and judgements in these areas diverge. This is partly due to different cultural backgrounds but can also be traced back to different views regarding fundamental concepts involved in these debates such as personhood, autonomy, consciousness and the aims of medicine that play a role in the justification of biotechnologies. These differences have led to heightened tension in the political realm in various societies all over the world.</p> <p>In the face of this kind of moral pluralism an important role that philosophical ethics can play, is to offer systematic arguments regarding moral matters, question platitudes and analyze the existing concepts that play a role in the assessment of biotechnologies and treatments. The aim of this seminar is thus to provide the participants with the tools to reflect on their own moral standpoints and to better understand opposing views, in order to further constructive discourse in these areas.</p> <p>The course will follow an introductory work by Marcus Düwell "Bioethics: Methods, Theories and Domains", while supplementing this with key, classical readings. For a positive grade, students will be required to hand in three homework assignments on topics discussed in the book, present a paper in groups on a bioethical topic of their choice and submit an essay of 3000 words, ideally on the topic of their presentation.</p>				
<b>851-0440-00L</b>	<b>Das Unbehagen mit dem/n Menschen im Anthropozän</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Hagner</b>
Kurzbeschreibung	Spätestens seit dem anthropogen bedingten Klimawandel haben traditionelle Menschenbilder Risse bekommen. Das wirft einmal mehr die Frage auf, welche Rolle uns im Gesamtgefüge der Natur zukommt. Die Rede ist von einer Dezentrierung des Menschen oder sogar von seinem völligen Verschwinden. Starker Tobak – in dem Seminar wird es darum gehen, den neuen Blick auf den Menschen genauer kennenzulernen.				
Lernziel	Das Ziel des Seminars besteht darin, die gegenwärtigen Diskussionen um Menschenbilder in Anthropologie, Ökologie und Philosophie kritisch zu reflektieren.				
Inhalt	Die Aufklärung hat den Menschen aufs Podest gehoben, und auch die Evolutionstheorie hat den Menschen als das am höchsten entwickelte Lebewesen nicht in Frage gestellt. Dass mit dieser Privilegierung des Menschen etwas nicht stimmt, ist die Lektion des 20. Jahrhunderts. Es war die Rede vom Mensch als Mängelwesen und von einer Weltfremdheit des Menschen, der mit seinen eigenen technisch-kulturellen Errungenschaften nicht mehr mithalten kann. In den letzten Jahrzehnten haben sich angesichts der Klimakatastrophe kritische Sichtweisen entwickelt, die dem Menschen keine privilegierte Position auf der Erde mehr einräumen oder ihn sogar als ökologischen Störfaktor betrachten. Lässt sich aus solchen Theorien etwas lernen für einen verantwortungsvollen Zugang zur Welt?				
<b>851-0405-00L</b>	<b>Urteilkraft und Intuition</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Hampe, K. Bschir</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs bietet einen Überblick über Theorien der Urteilkraft und Intuition im Unterschied zu Verfahren der Inferenz und der Messung, die in den meisten Erfahrungswissenschaften oder in Anwendung künstlicher Intelligenz üblich sind. Vor allem im Bereich des Politischen und Ästhetischen in Abgrenzung von Disziplinen wie Physik und Biologie sind Urteilkraft und Intuition von Bedeutung.				
Lernziel	Kenntnis der Differenzen zwischen grundlegenden Inferenztypen und grundlegender philosophischer Theorien der Urteilkraft und Intuition.				
Inhalt	In aktuellen Debatten über künstliche Intelligenz werden oft Differenzen zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz ins Spiel gebracht. Ein Element menschlicher Intelligenz, das künstlicher Intelligenz zu fehlen scheint, ist die Fähigkeit zu Urteilkraft und Intuition. Dieser Kurs bietet einen Überblick über philosophische Theorien der Urteilkraft und Intuition im Unterschied zu Verfahren der Inferenz und der Messung, die in den meisten Erfahrungswissenschaften und Anwendungen künstlicher Intelligenz üblich sind. Vor allem im Bereich des Politischen und Ästhetischen in Abgrenzung von Disziplinen wie Physik und Biologie sind Urteilkraft und Intuition von Bedeutung.				
Kompetenzen	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	gefördert		
<b>851-0406-00L</b>	<b>Philosophien der Gegenwart und ihr Verhältnis zu den Erfahrungswissenschaften</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Hampe</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die philosophischen Strömungen der Gegenwart im Rahmen der "westlichen" Philosophie wie Pragmatismus, analytische Philosophie des Geistes, analytische Sprachphilosophie, Phänomenologie, kritische Theorie, Dekonstruktivismus, neuer Materialismus u.a. Sie setzt sie ins Verhältnis zu Entwicklungen in der Physik, der Biologie u.a. Einzelwissenschaften.				
Lernziel	Kenntnis der Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie und ihres Verhältnisses zu den Erfahrungswissenschaften. Einsichten in die unterschiedlichen Bezugnahmen auf die Labor- und die Alltagserfahrung in den experimentellen Wissenschaften und der Philosophie gewinnen.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die philosophischen Strömungen der Gegenwart im Rahmen der "westlichen" Philosophie wie Pragmatismus, analytische Philosophie des Geistes, analytische Sprachphilosophie, Phänomenologie, kritische Theorie, Dekonstruktivismus, neuer Materialismus u.a. Sie setzt sie ins Verhältnis zu Entwicklungen in der Physik, der Biologie u.a. Einzelwissenschaften. Der Einfluss der Erfahrungswissenschaften auf die Philosophie ist seit dem 19. Jahrhundert gravierend: Darwinismus, Einsteins Theorie von Raum und Zeit, die Quantenmechanik haben die Philosophie zu grundlegenden Revisionen gezwungen. Die Vorlesung gibt Einblicke in diese Revisionsprozesse.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthe, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				
Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.				
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.				
<b>851-0353-00L</b>	<b>Was ist Leben? Annäherungen aus naturwiss., phil. und theologischer Perspektive (Universität Zürich)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>Uni-Dozierende</b>
	<i>Der Kurs muss direkt an der UZH als incoming student</i>				

belegt werden.  
 UZH Modulkürzel: 23SS030

Beachten Sie die Einschreibungstermine an der UZH:  
<https://www.uzh.ch/cmsssl/de/studies/application/deadline.html>

Kurzbeschreibung	Was ist Leben? Die Versuche, auf diese grosse Frage eine Antwort zu geben sind zahlreich und reichen weit zurück. Ist es die Selbstbewegung der Seele, die das Prinzip des Lebens ausmacht (Aristoteles)? Ist es ein "élan vitale", der dem Leben zugrunde liegt (Bergson)?
Lernziel	In den Naturwissenschaften werden hochkomplexe Theorien über prozessuale Organisationsformen von Leben vertreten, bei denen nicht Lebensdefinitionen im Vordergrund stehen, sondern verschiedene Merkmale (wie Energie- und Stoffwechsel, Selbstregulation, Kommunikation/Reizbarkeit, Reproduktionsfähigkeit u.a.) in ihren Wechselwirkungen untersucht werden. In der Theologie wird Leben u.a. als Gabe des Schöpfergottes verstanden, der Mensch und Tier durch seinen Lebensatem zu lebendigen Wesen macht. – Das Seminar unternimmt erste Annäherungsschritte an die Frage "Was ist Leben?" - und zwar aus naturwissenschaftlicher, philosophischer und theologischer Perspektive. Zu jeder Perspektive werden jeweils ausgewählte klassische Positionen studiert und in ein interdisziplinäres Gespräch gebracht. Auch aktuellere Themen wie «artificial life» und ausserirdisches Leben sollen zur Sprache kommen.

<b>263-5353-00L</b>	<b>Philosophy of Language and Computation I</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>1V+1U</b>	<b>R. Cotterell, J. L. Gastaldi</b>
Kurzbeschreibung	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data.				
Lernziel	Understand the philosophical underpinnings of language-based artificial intelligence.				
Inhalt	This graduate class, partly taught like a seminar, is designed to help you understand the philosophical underpinnings of modern work in natural language processing (NLP), most of which centered around statistical machine learning applied to natural language data. The course is a year-long journey, but the second half (Autumn 2024) does not depend on the first (Spring 2024) and thus either half may be taken independently. In each semester, we divide the class time into three modules. Each module is centered around a philosophical topic. In the first semester we will discuss logicism, structuralism, generative linguistics, and in the second semester we will focus on language games, information and pragmatics. The modules will be four weeks long, where we will read and discuss original texts and supplementary criticism together with recent NLP papers and discuss how the authors of those works are building on philosophical insights into our conception of language—perhaps implicitly or unwittingly.				
Literatur	The literature will be provided by the instructors on the class website. It includes philosophical and theoretical texts from the logicist tradition, structuralism, and generative linguistics, as well as many texts within the state of the art of Natural Language Processing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		

►► **Politologie**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>853-0058-01L</b>	<b>Schweizer Aussen- &amp; Sicherheitspolitik seit 1945 (ohne Uebungen)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Wenger</b>
Kurzbeschreibung	Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die Grundzüge der Schweizer Aussen- und Sicherheitspolitik seit 1945. Im Zentrum stehen die Entstehung und Weiterentwicklung der sicherheitspolitischen Strategien und Instrumente unter Berücksichtigung des jeweiligen historischen Umfeldes.				
Lernziel	Die Teilnehmer sollen am Ende des Semesters über ein solides Grundwissen der Geschichte der Schweizerischen Aussen- und Sicherheitspolitik seit 1945 verfügen.				
Inhalt	Im ersten Teil der Vorlesung soll zunächst der Begriff "Sicherheit" geklärt werden. Dabei werden wir feststellen, dass sich das Sicherheitsverständnis im Laufe der Zeit stark gewandelt hat. Im zweiten Teil der Vorlesung richten wir unser Hauptaugenmerk auf die Entwicklung der Schweizer Sicherheitspolitik seit 1945. Auf konzeptioneller Ebene werden die verschiedenen sicherheitspolitischen Hauptphasen beleuchtet - vom Konzept der "totalen Landesverteidigung" bis zum sicherheitspolitischen Bericht 2016. In diesem Zusammenhang sollen auch die innen- und aussenpolitischen Impulse, welche die Weiterentwicklung der schweizerischen Sicherheitspolitik vorangetrieben haben, untersucht werden. Die Diskrepanz zwischen Planung und Ausführung der Strategiekonzepte wird schliesslich anhand der beiden zentralen sicherheitspolitischen Mittel Aussenpolitik und Armee aufgezeigt.				
Literatur	Pflichtlektüre: Spillmann, Kurt R., Andreas Wenger, Christoph Breitenmoser und Marcel Gerber. Schweizer Sicherheitspolitik seit 1945: Zwischen Autonomie und Kooperation. Zürich: Verlag Neue Zürcher Zeitung, 2001.  Das Buch ist vergriffen, wird aber als PDF in der Online-Lernumgebung (Moodle) zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird durch ein webbasiertes virtuelles Klassenzimmer (Moodle) unterstützt. Bei Fragen zur Lehrveranstaltung wenden Sie sich bitte an Fabio Schmocker, fabio.schmocker@sipo.gess.ethz.ch.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		

<b>853-0010-01L</b>	<b>Konfliktforschung II: Bürgerkriege (ohne Übungen)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Juon</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Bürgerkriegsforschung. Der Kurs behandelt die Ursachen, Prozesse und Lösungen innerstaatlicher Konflikte und Bürgerkriege.				

Lernziel	- Kenntnisse verschiedener Ursachen von Bürgerkriegen. - Kenntnisse der Prozesse während Bürgerkriegen. - Kenntnisse verschiedener Lösungen und Strategien zur Beendigung von Bürgerkriegen. - Anwendung der Theorien auf aktuelle Bürgerkriege.
Inhalt	Der Kurs fokussiert auf Bürgerkriege. Dies ist der am häufigsten vorkommende Konflikttyp. Die Vorlesung ist in drei Blöcke eingeteilt: Der erste Teil untersucht die Ursachen von Bürgerkriegen. Im zweiten Teil fokussieren wir auf Prozesse während andauernden Bürgerkriegen, zum Beispiel Mobilisierung und Konfliktverbreitung. Der dritte Teil untersucht die Gründe für ein nachhaltiges Ende von Bürgerkriegen.  Forschungsfragen: Wieso brechen Bürgerkriege aus? Was passiert während Bürgerkriegen? Wie enden Bürgerkriege?
Voraussetzungen / Besonderes	Die Teilnahme am Vorgängerkurs, Konfliktforschung I: Politische Gewalt, wird empfohlen.

<b>853-0048-01L</b>	<b>Internationale Politik: Theorie und Analysemethoden</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	<b>F. Schimmelfennig</b>
Kurzbeschreibung	Der Kurs behandelt die zentralen Theorien (Realismus, Institutionalismus, Liberalismus, Transnationalismus und Konstruktivismus) und Probleme (Krieg, Frieden, Kooperation und Integration) der internationalen Politik				
Lernziel	Der Kurs hat zunächst zum Ziel, Verständnis für die wichtigsten und besonderen Probleme der internationalen Politik zu wecken, die sich aus der Abwesenheit zentralisierter Rechtsdurchsetzung ("Anarchie") ergeben. Ausserdem werden die Teilnehmer mit den wichtigsten Theorien der Internationalen Beziehungen vertraut gemacht und den Mechanismen und Bedingungen, die diese für die Lösung der zentralen internationalen Probleme der Sicherheit und Kooperation identifizieren. Fallstudien zu Beziehungs- und Politikfeldern der internationalen Politik geben einen Überblick über aktuelle politische Entwicklungen im internationalen System und wenden die Theorien exemplarisch an.				
Inhalt	1. Gegenstand und Probleme der internationalen Politik  THEORIEN 2. Macht und Gleichgewicht: Realismus 3. Situationsstrukturen und Verhandlungen in der internationalen Politik 4. Interdependenz und Institutionen: Institutionalismus und Transnationalismus 5. Demokratie und Gesellschaft: Liberalismus 6. Identität und Gemeinschaft: Konstruktivismus  PROBLEM- UND BEZIEHUNGSFELDER 7. Krieg: Neue Kriege 8. Frieden: Der "lange" und der "demokratische" Frieden 9. Sicherheitskooperation: NATO 10. Wirtschaftskooperation: Die Welthandelsordnung 11. Menschenrechtskooperation: Globale und regional Regime der Menschenrechtsförderung 12. Umweltkooperation: Ozonloch und Klimawandel 13. Legitimität und Demokratie im globalen Regieren				
Skript	Schimmelfennig, Frank: Internationale Politik. Paderborn: Schöningh Verlag, 6. Auflage, 2021.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.  * intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				

<b>860-0001-00L</b>	<b>Public Institutions and Policy-Making Processes</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>T. Bernauer, S. Bechtold, F. Schimmelfennig</b>
	<i>Number of participants limited to 27.</i>				
	<i>Priority for Science, Technology, and Policy Master.</i>				
Kurzbeschreibung	Students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard.				
Lernziel	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.				

Inhalt	Public policies result from decision-making processes that take place within formal institutions of the state (parliament, government, public administration, courts). That is, policies are shaped by the characteristics of decision-making processes and the characteristics of public institutions and related actors (e.g. interest groups). In this course, students acquire the contextual knowledge for analyzing public policies. They learn why and how public policies and laws are developed, designed, and implemented at national and international levels, and what challenges arise in this regard. The course is organized in three modules. The first module (Stefan Bechtold) examines basic concepts and the role of law, law-making, and law enforcement in modern societies. The second module (Thomas Bernauer) deals with the functioning of legislatures, governments, and interest groups. The third module (Frank Schimmelfennig) focuses on the European Union and international organisations.				
Skript	Course materials can be found on Moodle.				
Literatur	Readings can be found on Moodle.				
Voraussetzungen / Besonderes	This is a Master level course. The course is capped at 27 students, with ISTP Master students having priority.				

<b>857-0075-01L</b>	<b>Contemporary European Politics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. B. Demirci, S. Hegewald, J. Lipps, P. Rieger, M. Troncone, A. B. Yildirim</b>
Kurzbeschreibung	How have the powers of the European Union expanded until now and what are the problems facing the Union today? This class offers an introduction to theories of European integration. Furthermore, we discuss the challenges of supranational governance in the context of the EU, covering a wide array of policy fields.				

**Lernziel**  
 Since its start in the fifties, the European Union has evolved into a complex multilevel system, different from the nation state and different from other International Organizations. The course "Contemporary European Politics" introduces students to the institutions of the European Union and the gradual expansion of their competences. Throughout the course, we engage with current debates in EU studies on supranational decision-making in times of crisis. Upon completion, the participants are familiar with the legislative process regulating scientific and every-day life in such diverse policy fields as financial markets, climate policy and data privacy. Based on this knowledge, participants are able to identify chances and challenges of regulation beyond the nation state.

**Inhalt**  
 The sessions cover the following topics:  
 - EU Institutions  
 - Decision-making  
 - Parliamentary Democracy  
 - Judicial Politics  
 - European Identity and Public Spheres  
 - Enlargement and Neighbourhood Policy  
 - Democratic Backsliding  
 - Political Conflict in the EU  
 - Implementation of EU law  
 - Eurozone  
 - Inequality  
 - Euroscepticism and Brexit  
 - The Future of Integration

<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				

**Lernziel**  
 Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.

**Inhalt**  
 First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on.  
 Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed.  
 Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects.  
 An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy.  
 Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.

**Literatur**  
 Adams, A., & Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.  
 Cranor, L. F., & Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc.".  
 Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

**Voraussetzungen / Besonderes**  
 The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.

<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

<b>851-0655-00L</b>	<b>ETH Global Development Summer School</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>6G</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				

Kurzbeschreibung	Does not take place this semester. The ETH Global Development Summer School provides young researchers with the opportunity to work on current and sustainability-related topics in interdisciplinary and intercultural teams. Focus is given not only to teaching theoretical knowledge but also to solving specific case studies.				
Lernziel	Does not take place this semester. Within ETH Zurich's Critical Thinking Initiative (CTI), students further develop their critical thinking and communications skills including: the capability to analyse and reflect critically, to form an independent opinion and develop a point of view, as well as to communicate, argue and act in an effective and responsible manner.  Based on this concept, the ETH Global Development Summer School is providing its students with the following qualifications and learning outcomes:  - Interdisciplinary and multicultural competence: Students gain basic knowledge in scientific disciplines beyond their own and learn how to work effectively in interdisciplinary and multicultural teams.  - Methodological competence: Students gain basic knowledge of different scientific methods beyond their selected study discipline.  - Reflection competence: Students learn to critically reflect their own way of thinking, their own research approaches, and how academia influences and interacts with society at large.  - Implementation skills: Students will apply creative technologies in solution finding processes to gain knowledge and prototyping-skills to increase hands-on experience by applying knowledge in concrete cases.  This year's event on sustainable mobility is a collaboration between ETH for Development (ETH4D) and Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST, Kumasi, Ghana), and will take place in Kumasi, Ghana.  To find more information and to register, visit our website: <a href="https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html">https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html</a>				
Inhalt	Does not take place this semester. The Summer School is a collaboration between ETH for Development (ETH4D) and Kwame Nkrumah University of Science & Technology (KNUST) in Kumasi, Ghana. It provides students and young researchers the opportunity to develop and test solutions for a real-world challenge related to mobility. Students will work in interdisciplinary teams. The summer school will be held in person in Kumasi, Ghana.				
Literatur	Does not take place this semester. further information and registration: <a href="https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html">https://eth4d.ethz.ch/Learning/winter-summer-schools.html</a>				
Voraussetzungen / Besonderes	Does not take place this semester. No prerequisites. The summer school is open to Bachelor, Master and Doctoral students from all disciplines. Candidates must apply for the limited slots through a competitive application process. Applications will be evaluated on their academic strength, creativity, technical-related expertise, and their dedication to contribute to solving the world's most pressing challenges. Participants will be informed of the selection by 10 March 2023.				
Kompetenzen	Depending on the Covid-19 situation, the course might have to change format or be postponed.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung	geprüft geprüft gefördert geprüft	
			Persönliche Kompetenzen	Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung Anpassung und Flexibilität	geprüft geprüft geprüft geprüft
				Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

---

<b>851-0594-04L</b>	<b>Preventing Military Misuse of Life Sciences: Roles and W Responsibilities of Scientists</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Reiners, M. Gemünden</b>
	<i>Particularly suitable for students (from Bachelor 3rd year onwards) of D-BIOL, D-CHAB, D-HEST</i>			
Kurzbeschreibung	Research and technologies emerging from the life sciences bring beneficial aspects to our society but also unforeseeable risks regarding biosafety and biosecurity. In this course, students learn about the advances in science and technology and their implications for society and international treaties (BWC or CWC) and their social, ethical and legal responsibilities as life scientists.			
Lernziel	By the end of this course, students will be able to critically assess their own research regarding the possibility to apply scientific results or methods with benevolent or malevolent intentions (dual-use) and will be able to integrate strategies into their research design to reduce the misuse potential.			

Inhalt	Life sciences evolve rapidly supported by developments in related disciplines. However, while those new and emerging technologies greatly benefit society, they additionally bring along predictable as well as unforeseeable risks in the context of biosafety and biosecurity.				
	The ability of life science professionals to critically assess their own research regarding potential misuse risks and how to reduce these is a crucial aspect to maintain research integrity against the background of novel security concerns arising from the speed and dynamics of advancements in the life- and associated sciences.				
	During the course, you will discuss about your societal, ethical, and legal responsibilities as life scientists. You will become aware of biosecurity and biosafety risks and what scientists can do to minimize misuse potential in highest-risk research (=“dual use research of concern”). A strong focus of the seminar lies on interactive group work for which you will be able to build on your individual experiences and scientific background. Additionally, a combination of lectures and input from guest speakers will provide you with essential background information and insights into real-world applications. You will understand the dual-use dilemma and learn about biological warfare, biological terrorism, and the international prohibition regimes; the national implementation of the biological and toxins weapons convention and about efforts to build the web of prevention against the misuse of life sciences.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
<b>853-0057-02L</b>	<b>Strategische Studien II (ohne Übungswoche)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Berni, M. Wyss</b>
Kurzbeschreibung	Die SiP-akkreditierte Vorlesung behandelt wirkungsmächtige Theorien der strategischen Studien von der Antike bis in die Gegenwart unter spezieller Berücksichtigung des zeitbezogenen Kontexts und des jeweiligen Standes der Militärtechnik.				
Lernziel	Die Teilnehmer wissen, wie sich das Verständnis von Strategie über die Zeit verändert hat. Sie verstehen das Wechselspiel zwischen den drei Grundkomponenten von Strategie (Ziele, Mittel/Kräfte, Methoden). Sie kennen die wichtigsten, "klassischen" strategischen Konzeptionen und Kriegstheorien und können sie in ihren spezifischen zeitbezogenen Kontext einordnen und mit dem jeweiligen Stand der Militärtechnik in Beziehung setzen. Sie sind sich - aufgrund der Betrachtung ausgewählter Beispiele aus der Geschichte und Zeitgeschichte - des Spannungsfeldes zwischen der Formulierung (Deklaration) und Anwendung (Implementierung) von Strategien bewusst. Sie können Originaltexte und moderne Fachpublikationen auf dem Gebiet der Strategischen Studien kritisch hinterfragen.				
Inhalt	Die zweisemestrige Vorlesung behandelt klassische Texte der strategische Studien von der Antike bis zur Gegenwart. Im ersten Semester werden Theorien bis ca. 1900 behandelt, im zweiten Semester die Theorien seither. Als "klassisch" werden jene Theorien verstanden, die in ihrer Zeit herausragend waren und eine wesentliche Nachwirkung erzielten, sei es in Form literarischer und wissenschaftlicher Rezeption oder als Handlungsanleitung zur Kriegführung. Bei jeder der insgesamt ca. 50 Theorien wird der jeweilige zeitbezogene Kontext ihrer Entstehung beleuchtet, gefolgt von einer Vorstellung ihrer Kernelemente und der Erörterung ihrer Wirkungsgeschichte.				
Skript	Vorgängig zu den einzelnen Stunden werden der betreffende Foliensatz sowie Quellentexte und Literatur (als Vorbereitungslektüre) zur Vorlesung via Moodle zur Verfügung gestellt. Das Programm ist auch online verfügbar ( <a href="http://www.milak.ch">www.milak.ch</a> ).				
Literatur	Peter Paret (Hg.), Makers of Modern Strategy. From Machiavelli to the Nuclear Age, Princeton 1986  Elinor C. Sloan, Modern Military Strategy. An Introduction, Oxon/New York 2012  Lawrence Freedman, Strategy. A History, New York 2013  John Baylis, James J. Wirtz, and Colin S. Gray (Hg.), Strategy in the Contemporary World. An Introduction to Strategic Studies, New York 2018				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Passives Verständnis des Englischen und Französischen sind erforderlich.				
<b>851-0699-00L</b>	<b>Simulation of Negotiations: Integrating Science and Diplomacy ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Wenger</b>
	<i>Number of participants limited to 12.</i>				
Kurzbeschreibung	The Global Studies Institute (University of Geneva) is organizing a simulation seminar in collaboration with the Center for Security Studies (ETH), which aims at providing students from academic backgrounds the opportunity to apply their political and technical knowledge to a case study of international relations. The relations between Armenia and Azerbaijan have been selected as case study.				
Lernziel	Students will participate in a simulation of diplomatic negotiations focusing on the case study of the relations between Armenia and Azerbaijan. They will gain insight into international negotiation dynamics and negotiation techniques that integrate political and scientific perspectives. Students will work in interdisciplinary teams and learn to coordinate the political and technical components of the negotiations.				
Inhalt	Students will be provided with basic information on a selected issue of international relations. The historical, political and socio-economic dimensions of these relations, including the various treaties and existing agreements and their evolution will be analyzed.  Students will participate in an introduction on negotiation techniques, particularly on the negotiation engineering approach. Based on a comprehensive analysis, negotiation scenarios will be developed and subsequently tested during a two-day simulation exercise. Students will collaborate in interdisciplinary teams, consisting of students with backgrounds in international relations as well as in science, technology, engineering, and mathematics. The detailed technical content will be specified in the process of developing the case study materials.				
	The simulation exercise is intended for Master's degree students. The course will be taught in English. The project is headed by Prof. Micheline Calmy-Rey and Dr. Martin Dahinden and is part of the teaching of the Global Studies Institute, University of Geneva, which is catering to students with a background in international relations. ETH Zurich encourages all students, and especially those with a background in science, technology, engineering, and mathematics, to participate in the seminar sessions via video conferencing.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
		Projektmanagement			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft

## ►► Psychologie, Pädagogik

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------



<b>851-0240-01L</b>	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Stern, M. Rau</b>
	<p>Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L Menschliches Lernen (EW1).</p> <p>Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik.  *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.</p>				
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung werden praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur langfristigen Planung, konkreten Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen lernwirksamen Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lernziele und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Auch speziellere Aspekte der schulischen Praxis kommen zur Sprache, etwa die Differenzierung des Unterrichts und das Thema Hausaufgaben. Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch viele Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert. Der Leistungsnachweis umfasst: - Aktive Teilnahme an der Veranstaltung - mindestens Note 4 in der schriftlichen Klausur in der letzten Sitzung des Semesters				
<b>851-0240-17L</b>	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>P. Edelsbrunner</b>
	<p>- Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1)  - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach"  - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-25 "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: "Berufsbildung (EW2 DZ)" zu belegen.</p>				
Kurzbeschreibung	Unterrichten ist auch ein "Handwerk". In der Lehrveranstaltung sollen praktische Aspekte dieses Handwerks (a) besprochen, (b) theoretisch fundiert und (c) praktisch eingeübt werden, soweit im Rahmen einer Vorlesung möglich.				
Lernziel	Die Teilnehmenden besitzen Grundwissen und -fähigkeiten, die zur Planung, Vorbereitung und Durchführung guten Unterrichts notwendig sind. Sie können diese auf Grundlage von Ergebnissen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung reflektiert und adaptiv zur Anwendung bringen.				
Inhalt	Es wird besprochen, welche Eigenschaften effektiven Schulunterricht auszeichnen und wie Lehrpersonen effektiven Unterricht durch Semester- und Stundenplanung, Lehrziele, Classroom Management und den adaptiven Einsatz von Unterrichtsmethoden gestalten können.				
Skript	Die Vorlesung ist interaktiv und beinhaltet neben Vorträgen auch Übungen, mittels derer die Teilnehmenden sich Inhalte selbst erarbeiten. Daher gibt es kein Skript. Vortragsfolien, Arbeitsmaterialien und Vorlagen werden semesterbegleitend in der Online-Lernumgebung Moodle zum Download zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Forschungsliteratur wird, wenn notwendig, auf der Online-Lernumgebung Moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Voraussetzung für die Belegung von EW2 ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1). Es werden zwei Parallelveranstaltungen für unterschiedliche Zielgruppen angeboten. Sie werden über Näheres (Räume und für Sie zuständige Dozierende) zum Semesterbeginn per E-Mail informiert.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			geprüft
<b>851-0252-01L</b>	<b>Human-Computer Interaction: Cognition and Usability</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Hölscher, I. Barisic, B. Davison</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-ITET</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar will introduce key topics, theories and methodology in human-computer interaction (HCI) and usability, with a focus on applying them to real situations.				
Lernziel	Presentations will cover the basics of human-computer interaction and selected topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>● History of HCI</li> <li>● Research ethics</li> <li>● Literature reviews</li> <li>● Participant-free methods: cognitive walkthrough and heuristic evaluation</li> <li>● Card sorting and information architecture</li> <li>● Usability studies</li> <li>● Unmoderated research and diary studies</li> <li>● Surveys</li> <li>● User Logs and metric frameworks</li> </ul>				
	On a weekly basis, students will conduct authentic research in class covering the topics above. They will submit their in-class research results regularly and also present their findings to the class once per semester.				
	The final project demonstrates class topic adoption by deeply exploring one HCI problem using the covered methods and tools. Students will choose a research topic and execute their research plan. They will individually write a formal report including problem definition, literature review, methodology, findings and discussion.				
<b>851-0238-01L</b>	<b>Unterstützung und Diagnose von</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3S</b>	<b>C. M. Thurn, S. Dagwati</b>

**Wissenserwerbsprozessen (EW3) ■**

Belegung für Studierende des Lehrdiploms (ausgenommen für Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW3 absolvieren) sowie für Studierende, welche vorhaben, sich in den Studiengang "Lehrdiplom für Maturitätsschulen" einzuschreiben.

Voraussetzung für die Belegung ist der erfolgreiche Abschluss der Vorlesung 851-0240-00L "Menschliches Lernen (EW1)".

Kurzbeschreibung	Dieses Seminar vermittelt vertiefte lernpsychologische Kenntnisse zu den Möglichkeiten der Unterstützung sowie der Diagnose von Wissenserwerbsprozessen im Unterricht.		
Lernziel	Die Hauptziele der Veranstaltung sind: (1) Sie kennen verschiedene Techniken des Formative Assessments und können diese inhalts- und situationsadäquat zur Aufdeckung von Misskonzepten anwenden. (2) Sie kennen verschiedene Unterstützungsmethoden und können diese inhalts- und situationsadäquat im Unterricht einsetzen. (3) Sie verfügen über ein Grundverständnis psychologischer Testtheorie und sind in der Lage, Tests angemessen zu gestalten und zu bewerten.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Menschenführung und Verantwortung	gefördert gefördert gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert gefördert

<b>851-0240-25L</b>	<b>Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Berufsbildung (EW2 DZ)</b> - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1) - Für Studierende im Ausbildungsgang "Didaktik-Zertifikat in einem nicht-gymnasialen Fach" - Es ist möglich und empfohlen (aber nicht zwingend notwendig) diese Veranstaltung gemeinsam mit der Veranstaltung 851-0240-17L "Gestaltung schulischer Lernumgebungen: Erziehungswissenschaftliche Grundlagen (EW2 DZ)" zu belegen.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	<b>G. Kaufmann</b>
Kurzbeschreibung	Die Teilnehmenden eignen sich berufspädagogisches Wissen und Kenntnisse des Berufsbildungssystems an. Sie lernen Merkmale von Funktionen, Aufgaben und Rollen in der Berufswelt kennen. Daraus leiten sie Konsequenzen für die Planung und Durchführung von adressatengerechtem und lernwirksamem Unterricht in der Berufsbildung unter Berücksichtigung berufspädagogischer Grundsätze ab.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können unter Berücksichtigung des Berufsbildungssystems und der geforderten Kompetenzen in der Berufswelt adressatengerechten und lernwirksamen Unterricht in der Berufsbildung gestalten.				

<b>851-0240-24L</b>	<b>Die Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) - Portfolio</b> - Diese Lerneinheit kann nur belegt werden, wenn gleichzeitig die Lehrveranstaltung 851-0240-01L Gestaltung schulischer Lernumgebungen (EW2 LD) besucht wird.  - Voraussetzung: erfolgreicher Abschluss der Vorlesung Menschliches Lernen (EW1).  - Belegung für Studierende des Lehrdiploms* (LD) und des Didaktik-Zertifikats (DZ) in den Fächern Informatik, Mathematik und Physik. *Ausgenommen sind Lehrdiplom-Studierende des Faches Sport, welche die sportspezifische Lerneinheit EW2 absolvieren.	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>2U</b>	<b>E. Stern, M. Rau</b>
Kurzbeschreibung	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt.				
Lernziel	In dieser Lehrveranstaltung wird ein Portfolio (d.h. eine vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheit) erstellt. Damit wird gewährleistet, dass zukünftige Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sind, das in der Vorlesung EW2 vermittelte Wissen in eine konkrete Unterrichtseinheit zu transferieren.				

<b>851-0252-08L</b>	<b>Evidence-Based Design: Methods and Tools for Evaluating Architectural Design</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Gath Morad, C. Hölscher, L. Narvaez Zertuche, C. Veddelar</b>
Kurzbeschreibung	The course focus is on pre-occupancy evaluation in architecture to support an evidence-based design process. Students are taught a variety of methods such as virtual reality, agent-based simulations and spatial analysis. The course is project-oriented and is open for architecture and STEM students with an interest in interdisciplinary teamwork.				
Lernziel	This semester, students would focus on evaluating healthcare and office typologies from the perspective of building occupants' and across scenarios, including routine operation and post-pandemic scenarios. Students will apply the tools learned in the course to compare building typologies, using various metrics including spatial proximity, visibility, orientation and movement. On the basis of this multi-objective evaluation, students would propose and evaluate design interventions across scenarios, identifying the Strength, Weaknesses, Opportunities and threats across the various typologies. The course is tailored for students studying for B-ARCH and M-ARCH degrees and is also suitable for students in STEM faculties. As an alternative to obtaining D-GESS credit, architecture students can obtain course credit in "Vertiefungsfach" or "Wahlfach".				
Skript	English				

<b>851-0253-07L</b>	<b>Nonordinary Consciousness</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>K. Stocker</b>
---------------------	----------------------------------	----------	-------------	-----------	-------------------

Kurzbeschreibung	Covers research on nonordinary states of consciousness (dreaming, hypnosis, sensory deprivation, rhythm-induced trance, advanced meditation, deathbed visions, near-death experiences, psychedelics). Implications for mental health are also considered. All contributions will also be reflected from the viewpoint of the humanities and psychology.				
Lernziel	The overall objective is to provide the students with a comprehensive and substantiated introduction to nonordinary consciousness and its potential, and to also comprehensively embed this in a reflection from a humanities/psychology viewpoint.				
Inhalt	The nonordinary state of consciousness (NSC) is a state of consciousness that differs in basic ways from ordinary state of consciousness (OSC, everyday consciousness). This state can be occasioned by psychological/psychosomatic means or by psychopharmacological means, and may manifest with strong psychological experiences at the perceptual (e.g. visions), cognitive (e.g. very clear or disrupted thought), affective (e.g. deep bliss or despair), volitional (e.g., being vs. not being in control), and somesthetic (e.g. changed body scheme) level. This course covers the occurrence of nonordinary consciousness in the following contexts: dreaming, hypnosis, sensory deprivation (floating tank), rhythm-induced (shamanic) trance, (advanced) meditation, deathbed visions, near-death experiences, classic psychedelics (such as psilocybin, mescaline, DMT, and LSD), dissociative psychedelics (ketamine), and entactogenic/empathogenic psychedelics (MDMA). The psychedelic studies treated in this course that involve humans focus on controlled and ethically approved studies where these substances are administered to medically screened, prepared, and supported participants. Private/illicit use of psychedelics is not a topic of this course. This course also covers the health potential of nonordinary states of consciousness by showing how more and more studies indicate that the experience of a nonordinary state of consciousness (in healthy individuals and patients) can be associated with an increase in subjective well-being.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Kritisches Denken			gefördert gefördert
<b>851-0253-08L</b>	<b>Advanced Topics in Evidence-Based Design for Architecture ■</b> <i>Course requirements: Completion of the course Evidence-Based Design: Methods and Tools For Evaluating Architectural Design (851-0252-08L)</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2U</b>	<b>C. Hölscher, M. Gath Morad</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain advanced knowledge and practical hands-on experience with agent-based simulations and spatial analysis tools to evaluate hospital layouts from the perspective of end-users.				
Lernziel	Students will build on their previous projects as part of the course "Evidence-Based Design: Methods and Tools For Evaluating Architectural Design" (851-0252-08L). Students enrolled will participate in an international workshop with GSAPP at Columbia University Designing the post-pandemic hospital with evidence. for people. The course is funded by an ETH innoedum project entitled cogARCH: linking cognition and architecture to design resilient hospitals architecture.				
<b>851-0367-00L</b>	<b>Introduction to Human Mind through Neuroscience, 4E Cognition and Systems Theory</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Poikonen</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we will discuss the origin of neuroscience starting from the historical perspective of mind-body dualism and the roots of neuroscience in analytical philosophy. We will dismantle the assumption of human brain as a machine and understand its analog and context-dependent nature with phenomenology, sociology, and systemic thinking.				
Lernziel	Students will: - Learn to situate neuroscience among philosophical and social perspectives on the human mind. - Critically reflect upon and understand the epistemology of neuroscientific evidence. - Learn the basics of brain imaging study design and analysis (EEG) and compare them to phenomenological and systemic study designs. - Complete a final short paper on a subtopic related to human mind from neuroscientific, phenomenological, and systemic perspectives.				
Inhalt	By the end of the course, students should be able to: - Demonstrate a critical understanding of neuroscience in philosophical and sociological contexts. - Understand the basics of neuroscientific, phenomenological, and systemic study designs. - Apply understanding on human mind to different socio-cultural settings. On the course, students will be introduced to the challenges of the neuroscientific study design in socio-cultural settings, and their perspective on human mind will be broadened from brain to phenomenological and systemic approaches. A key focus will be to understand the limits, the common pitfalls, and misconceptions about brain research, and in turn, critically reflect upon, question, and understand the epistemology of neuroscientific evidence. In this course, participants will learn in a hands-on manner the basics of study designs investigating the human mind. Participants will learn the core factors of brain imaging, phenomenological and systemic study designs, and further, they will be able to interpret the brain imaging results critically within the real-world context the data were collected. Students from any discipline are welcome to this course to learn in theoretical and hands-on manners if and how brain research can improve our understanding of the human mind in real-world situations in parallel with phenomenology and social sciences.				
<b>851-0252-60L</b>	<b>Informal Learning Spaces ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>B. Emo Nax, C. Hölscher</b>
Kurzbeschreibung	The course tackles the topic of informal learning spaces: what they are, their relevance historically, and their current role in shaping students' learning behaviour. It has a strong behavioural component: students will collect behavioural data on a learning space to evaluate how it is used. Students will then propose a way to improve the space. The course is open to architect and non architects.				
Lernziel	To critically reflect on how the design of a learning space impacts the student learning experience. To engage with ideas and methods from several different disciplines: spatial cognition, architecture, and learning sciences. To propose a redesign of spaces that are typically used as they are. To be able to communicate the value of such a redesign to students from different disciplines.				
Inhalt	What makes a good learning space? How does this differ for students from different disciplines? This interdisciplinary seminar addresses the design of learning spaces by combining methods from architecture and psychology.  Students are taught formal methods of behavioural observation so that they can observe and analyse how their intervention is used by others (students, faculty, visitors) over time. By collecting behavioural data on how their intervention is used, students will be able to assess the impact of their design on other users. The seminar encourages students to critically reflect on what elements are necessary for designing the learning spaces of the future.				
<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts - To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data - To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts				

Inhalt As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.

The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.

## ►► Recht

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				
Inhalt	<p>1. Privatrecht Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.</p> <p>2. Öffentliches Recht Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahrenrecht, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.</p>				
Literatur	Moodle Link: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0732-01L</b>	<b>Workshop and Lecture Series in Law and Economics</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	The Workshop and Lectures Series in Law and Economics is a joint seminar of ETH Zurich and the Universities of Basel, Lucerne, St. Gallen and Zurich. Legal, economics, and psychology scholars will give a lecture and/or present their current research. All speakers are internationally well-known experts from Europe, the U.S. and beyond.				
Lernziel	After the workshop and lecture series, participants should be acquainted with interdisciplinary approaches in law and economics. They should also have an overview of current topics of international research in this area.				
Inhalt	The workshop and lecture series will present a mix of speakers who represent the wide range of current social science research methods applied to law. In particular, theoretical models, empirical and experimental research as well as legal research methods will be represented. This series is held each spring semester. In the fall semester, the series is complemented by two specialized law-and-economics series, one on law & finance and one on innovation.				
Skript	To be discussed papers are posted in advance on the course web page ( <a href="https://laweconbusiness.ethz.ch/teaching/lawecon.html">https://laweconbusiness.ethz.ch/teaching/lawecon.html</a> ).				
<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b> <i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.				
	We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				
<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>

Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.

Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.
Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.

<b>851-0740-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				
<b>851-0712-00L</b>	<b>Introduction au Droit public</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>Y. Nicole</b>
Kurzbeschreibung	Le cours de droit public porte notamment sur les bases du droit constitutionnel et sur les principales notions de droit administratif général. Le droit administratif spécial est brièvement abordé, avec un accent mis sur le droit de l'aménagement du territoire et des constructions. Les examens peuvent être présentés en français ou en italien.				
Lernziel	Enseignement des principes du droit, en particulier du droit privé et du droit public. Introduction au droit.				
Inhalt	Le cours de droit civil porte notamment sur le droit des obligations (droit des contrats et responsabilité civile) et sur les droits réels (propriété, gages et servitudes). De plus, il est donné un bref aperçu du droit de la procédure et de l'exécution forcée. Le cours de droit public traite du droit constitutionnel et du droit administratif, avec un accent particulier sur le droit des constructions et de l'aménagement du territoire, ainsi que sur le droit de l'environnement.				
Literatur	Editions officielles des lois fédérales, en langue française ou italienne, disponibles auprès de la plupart des librairies.				
	Sont indispensables:				
	- en hiver: le Code civil et le Code des obligations;				
	- en été: la Constitution fédérale et la loi fédérale sur l'aménagement du territoire ainsi que la loi fédérale sur la protection de l'environnement.				
	Sont conseillés:				
	- Nef, Urs Ch.: Le droit des obligations à l'usage des ingénieurs et des architectes, trad. Bovay, J., éd. Payot, Lausanne 1992				
	- Scyboz, G. et Gilliéron, P.-R., éd.: Edition annotée du Code civil et du Code des obligations, Payot, Lausanne 1999				
	- Boillod, J.-P.: Manuel de droit, éd Slatkine, Genève 1999				
	- Biasio, G./Foglia, A.: Introduzione ai codici di diritto privato svizzero, ed. Giappichelli, Torino 1999				
Voraussetzungen / Besonderes	Le cours de droit civil et le cours de droit public sont l'équivalent des cours "Rechtslehre" et "Baurecht" en langue allemande et des exercices y relatifs.				
	Les examens peuvent se faire en français ou en italien. Le candidat qui désire être interrogé en langue italienne le précisera lors de l'inscription et avertira les examinateurs par écrit un mois au plus tard avant l'examen.				

<b>851-0735-16L</b>	<b>Start-Ups und Steuern</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Pamini</b>
Kurzbeschreibung	Der Erfolg oder Misserfolg von Start-Ups hängt nicht nur von einer Erfindung ab. Die Gründer müssen auch eine Vielzahl organisatorischer und juristischer Hürden überwinden. Anhand Theorie und Fallbeispielen lernen Studierende in diesem Seminar die Relevanz steuerrechtlicher Rahmenbedingungen bei Unternehmensgründungen kennen, inklusive wie der Gesetzgeber innovative Unternehmungen fördern kann.				

Lernziel	<p>Wissenschaftliche Erkenntnisse und die daraus stammenden technischen Innovationen verbreiten sich ausserhalb der akademischen Welt meistens über die Tätigkeiten von Unternehmen, namentlich durch die Entwicklung neuer oder Verbesserung bestehender Produkte und Prozesse. Zur Unterstützung dieses Innovationsprozesses hat der Gesetzgeber ein ausdifferenziertes zivil- und steuerrechtliches System geschaffen, dessen Vor- und Nachteile Sie als ETH-Abgänger und Abgängerin kennen sollten, wenn Sie Ihr theoretisches Wissen in der Praxis implementieren möchten.</p> <p>In diesem Seminar wird die steuerliche Dimension neuer Unternehmen diskutiert. Start-Ups unterscheiden sich von normalen Unternehmen in unterschiedlicher Hinsicht. Das Eigentum kann sich zuerst in wenigen Händen konzentrieren und dann auf mehrere Investoren ausdehnen (z.B. im Zusammenhang mit Private Equity). Die Corporate Governance kann besonders komplex sein (z.B. im Falle unterschiedlicher Aktienkategorien und einer Entkopplung zwischen der finanziellen Beteiligung und den Stimmrechten). Die Wirtschaftsbranche, in der die Unternehmung lanciert wird, kann besonders volatil sein; sinnvolle Vergleiche zwecks der Unternehmensbewertung fehlen oft, und es ist schwierig, einen zuverlässigen Business Plan zu entwerfen.</p> <p>In der Veranstaltung lernen Sie einerseits die Regelungsoptionen kennen, die dem Gesetzgeber zur Verfügung stehen, um innovative Start-Ups zu fördern. Dabei wird auch auf Grundlagen der Finanztheorie, der Wirtschaftspolitik, der Innovationsförderung und der Unternehmensstrategie eingegangen. Andererseits wird Ihnen das Fachwissen im schweizerischen Steuerrecht vermittelt, das Sie für eine spätere mögliche Unternehmensgründung benötigen. Obwohl Vorkenntnisse in Rechts- oder Betriebswissenschaften von Vorteil sein können, stellen diese keine notwendige Bedingung für eine Teilnahme dar.</p> <p>In den ersten Sitzungen vermittelt der Dozent theoretische Grundlagen sowie einen Grundriss des schweizerischen Steuersystems, sowohl betreffend direkte Steuern (Einkommen-, Vermögens-, Gewinn- und Kapitalsteuern) als auch indirekte Steuern (Mehrwertsteuer, Verrechnungssteuer, Stempelabgaben). Sowohl natürliche als auch juristische Personen werden berücksichtigt, wobei der Unterricht auf das Umfeld von Start-Ups und ihren Investoren fokussiert. Die Seminarteilnehmer und -teilnehmerinnen bestreiten den zweiten Seminarteil, in dem sie anhand von von ihnen entworfenen Fallbeispielen typische Probleme im Zusammenhang mit der Besteuerung von Start-Ups gemeinsam diskutieren.</p>		
Kompetenzen	<p>Fachspezifische Kompetenzen</p> <p>Methodenspezifische Kompetenzen</p> <p>Soziale Kompetenzen</p> <p>Persönliche Kompetenzen</p>	<p>Konzepte und Theorien</p> <p>Verfahren und Technologien</p> <p>Analytische Kompetenzen</p> <p>Entscheidungsfindung</p> <p>Problemlösung</p> <p>Projektmanagement</p> <p>Kommunikation</p> <p>Kooperation und Teamarbeit</p> <p>Kundenorientierung</p> <p>Menschenführung und Verantwortung</p> <p>Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme</p> <p>Sensibilität für Vielfalt</p> <p>Verhandlung</p> <p>Anpassung und Flexibilität</p> <p>Kreatives Denken</p> <p>Kritisches Denken</p> <p>Integrität und Arbeitsethik</p> <p>Selbstbewusstsein und Selbstreflexion</p> <p>Selbststeuerung und Selbstmanagement</p>	<p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>geprüft</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p> <p>gefördert</p>

---

<b>851-0727-01L</b>	<b>Telekommunikationsrecht</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Zedtwitz</b>
---------------------	--------------------------------	----------	-------------	-----------	------------------------

Kurzbeschreibung	<p><i>Besonders geeignet für Studierende D-INFK, D-ITET</i></p> <p>Einführung in die Grundzüge des Telekommunikationsrechts für Nicht-Juristen.</p>				
Lernziel	<p>Die Vorlesung Telekommunikationsrecht befasst sich mit den rechtlichen Grundlagen und Prinzipien der Bereitstellung und des Betriebs von Telekommunikationsnetzen (Festnetz- und Mobilfunkbereich).</p> <p>Lernziel ist die Kenntnis und das Verständnis der wichtigsten rechtlichen Konzepte des Schweizer Rechts am Beispiel des Telekommunikationsrechts (rechtlicher Rahmen des Einsatzes und der Kommerzialisierung von Informations- und Telekommunikationstechnologie). Die Veranstaltung erfordert keine juristischen Vorkenntnisse.</p>				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geschichte des Telekommunikationsrechts (vom Monopol zum Wettbewerb)</li> <li>2. Netzzugangsregelungen (essential facility doctrine, Zugangsformen)</li> <li>3. Grundversorgung/Service Public (wieviel Staat braucht der Markt)</li> <li>4. Telefonabonnementsverträge (Festnetz und Mobilfunk)</li> <li>5. Mobilfunkstrahlung (NISV)</li> <li>6. Überwachung des Fernmeldeverkehrs (öffentliche vs. private Interessen)</li> <li>7. SPAM-Verhinderung (Pflichten der Netzbetreiber)</li> </ol>				
Skript	<p>Es wird mit Powerpoint-Slides gearbeitet, die über eine Website vorgängig abrufbar sein werden. Zusätzlich werden vor der Stunde Download-Links für die passenden Gesetzestexte und weitere Unterlagen auf der Website abgelegt.</p>				
Literatur	<p>Keine Pflichtliteratur vorgesehen.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Die Semesterendprüfung ist in Form eines schriftlichen Kurztests in der letzten oder vorletzten Stunde geplant. Es wird noch angegeben, welche Unterlagen beim jeweiligen Thema den Prüfungsstoff definieren.</p>				

---

<b>851-0735-14L</b>	<b>Seminar Wirtschaftsrecht: Projektverträge</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Peyrot</b>
---------------------	--	----------	-------------	-----------	------------------

Kurzbeschreibung	<p><i>Besonders geeignet für Studierende D-MAVT</i></p> <p>Das Seminar führt die Teilnehmer in das Recht der typischen Projektverträge im Maschinen- und Anlagenbau ein. Das Seminar bietet einen besonderen Praxisbezug, indem mit einem Industriepartner ein reale Projekt betrachtet wird.</p>				
Lernziel	<p>Im Berufsleben werden Studierende oft Projektverantwortung übernehmen müssen. Dazu gehört meist auch die Verantwortung für die rechtlichen Aspekte des Projekts gearbeitet wird. Die Veranstaltung bietet eine praxisbezogene Einführung in die rechtliche Thematik sowie in einige besondere Methoden zur Bewältigung der rechtlichen Problematik.</p>				

Inhalt	Behandelte Themen:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlage ist eine Einführung in das Recht von Kaufvertrag, Werkvertrag und Auftrag</li> <li>- Besonderheiten von Projektverträgen: Leistungsvereinbarung, Verteilung von Chancen und Risiken, Leistungsstörungen, Gewährleistung u. Haftung, Garantien</li> <li>- Typische Vertragsklauseln, Musterverträge</li> <li>- Konkrete Verträge eines bestimmten Projekts in der Praxis</li> <li>- Contract und Claims Management: Ziele, Mittel und Prozeduren in der Praxis</li> <li>- Dispute Resolution (staatliche Gerichtsbarkeit, Schiedsgerichte, Schiedsgutachten, alternative Möglichkeiten)</li> </ul>
	In einem ganztägigen Blockseminar bei einem Industrieunternehmen werden die Verantwortlichen eines Projekts in die Verträge des Projekts und in die besonderen juristischen Probleme des Projekts einführen.
Skript	Das Skript wird auf der Plattform moodle zur Verfügung gestellt.
Voraussetzungen / Besonderes	Das Seminar ist keine Einführungsveranstaltung. Deshalb ist der Besuch einer Einführungsvorlesung vorausgesetzt (z.B. Wirtschaftsrecht von Dr. Paul Peyrot, Einführung in die Rechtswissenschaft von Prof. Dr. Stefan Bechtold).
	Für den erfolgreichen Besuch des Seminars und die Benotung müssen zwingend die Veranstaltungen besucht werden und jeder Student muss an einer Gruppenarbeit teilnehmen. Die Gruppenarbeit wird an der Schlussveranstaltung in einer Präsentation vorgestellt.
	Die Note beruht zu 1/3 auf der Beantwortung von Fragen aus den schriftlichen Materialien (individuelle Bearbeitung) und zu 2/3 aus der Bewertung der Präsentation (Gruppenarbeit).
	Das Seminar findet an folgenden Daten statt:
	Block I: 25. Februar 2021 16:15 bis 20:00 Block II: 4. März 2021 16:15 bis 20:00 Block III: 11. März 2021 16:15 bis 20:00 Block IV: 18. März 2021 extern bei MAN Energy Solutions AG (Zürich), 8:00 bis 18:00 Block V: 15. April 2021 16:15 bis 20:00 Block VI: 22. April 2021 16:15 bis 20:00

701-0743-01L	Rechtlicher Umgang mit natürlichen Ressourcen	W	2 KP	2V	N. Dajcar
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs vermittelt die Möglichkeiten und Schranken des Rechts zum Schutz natürlicher Ressourcen sowie von Kulturlandschaften. Es wird aufgezeigt, wie man komplexe Situationen, insbesondere raumbezogene Planungen rechtlich aus ganzheitlicher Sicht angeht. Dem präzisen schriftlichen Ausdruck wird ein hoher Stellenwert eingeräumt.				
Lernziel	Die Veranstaltung hat zum Ziel, die Studierenden mit der rechtlichen Dimension von umweltrelevanten Sachverhalten vertraut zu machen und das Verständnis für die komplexen Zusammenhänge innerhalb der Rechtsordnung zu fördern. Typische Probleme, die sich bei der praktischen Umsetzung des Umwelt- und Raumplanungsrechts stellen, sollen erkannt, systematisch erfasst und anhand von konkreten Fällen bearbeitet werden. Ein wichtiges Ziel stellt das Verfassen von präzisen schriftlichen Antworten dar.				
Inhalt	Der Kurs bietet anhand von konkreten Rechtsfällen eine Vertiefung in folgende Rechtsgebiete: Waldrecht - Natur- und Landschaftsschutzrecht - Raumplanungsrecht Unterrichtssprache: Deutsch				
Skript	Den Studierenden werden Unterlagen via elektronische Plattform Moodle abgegeben.				
Literatur	Griffel, A.; Raumplanungs- und Baurecht in a nutshell, Dike Verlag, 4. Auflage, Zürich/St. Gallen 2021 Griffel, A.; Umweltrecht in a nutshell, Dike Verlag, 3. Auflage, Zürich/St. Gallen 2023				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs dient der Vertiefung von Fragestellungen aus dem Wald-, Naturschutz-, Landschaftsschutz- und Raumplanungsrecht. Der vorgängige Besuch des Kurses "Umweltrecht: Konzepte und Rechtsgebiete" (851-0705-01) wird empfohlen.				
Kompetenzen	Der Kurs wird in Form einer "Webclass" durchgeführt. Die Studierenden erarbeiten in Teams vier Fälle schriftlich und präsentieren einen Fall. Es ist keine Gruppenarbeit im herkömmlichen Sinn, d.h. die Team-Mitglieder arbeiten zwar am gleichen Fall, aber nacheinander, damit der Koordinationsaufwand gering gehalten werden kann.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Verhandlung			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
851-0763-00L	Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)	W	3 KP		E. Ash, S. Galletta
	<i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>				
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required.				
Voraussetzungen / Besonderes	Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				
851-0770-00L	Regulating Life Sciences ■	W	3 KP	2V	R. Zingg
Kurzbeschreibung	Life sciences are subject to a complex regulatory framework, challenged by technological disruption, the globalized scale of business operations, personalized medicine, and ethical discussions in society. In these times of rapid changes, legal rules must steer innovation while balancing other societal goals, such as ensuring affordable medicines and addressing unmet medical need.				

Lernziel	This course provides an in-depth introduction into the legal and policy regimes shaping pharmaceutical sciences, biotechnology, and medical devices. Topics encompass research and innovation, intellectual property, market entry, product liability, data protection, technology transfer, and competition in the life sciences industries. Governing regulations and their impact on innovation, commercialization, and access to new products and processes will be examined and debated. Current issues such as patent protection on HIV-drugs, TRIPS waiver on intellectual property related to COVID-19 vaccines and diagnostics, and regulatory failures in the opioid crisis will be the subject of further discussion.				
Inhalt	As an introductory course, the focus will lie on life sciences regulation in Switzerland. Selected examples ranging from bioinformatics, diagnostics, human genes, nanorobotic to stem cells and national cases studies from the European Union, the United States, and other countries will offer comparison and contrast. The course targets students from life sciences disciplines with an interest in law and policy. Understanding the rationale, advantages, and limitations of current regulatory approach in life sciences provides students with a sound basis for their career in academia, industry, or start-ups.				
<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b> <i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera (diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				

## ►► Soziologie

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0252-06L</b>	<b>Introduction to Social Networks: Theory, Methods and Applications</b> <i>This course is intended for students interested in data analysis and with basic knowledge of inferential statistics.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>C. Stadtfeld, Z. Kovacevic, X. Xu</b>
Kurzbeschreibung	Humans are connected by various social relations. When aggregated, we speak of social networks. This course discusses how social networks are structured, how they change over time and how they affect the individuals that they connect. It integrates social theory with practical knowledge of cutting-edge statistical methods and applications from a number of scientific disciplines.				
Lernziel	The aim is to enable students to contribute to social networks research and to be discriminating consumers of modern literature on social networks. Students will acquire a thorough understanding of social networks theory (1), practical skills in cutting-edge statistical methods (2) and their applications in a number of scientific fields (3). In particular, at the end of the course students will - Know the fundamental theories in social networks research (1) - Understand core concepts of social networks and their relevance in different contexts (1, 3) - Be able to describe and visualize networks data in the R environment (2) - Understand differences regarding analysis and collection of network data and other type of survey data (2) - Know state-of-the-art inferential statistical methods and how they are used in R (2) - Be familiar with the core empirical studies in social networks research (2, 3) - Know how network methods can be employed in a variety of scientific disciplines (3)				
<b>851-0586-03L</b>	<b>Applied Network Science: Social Media Networks</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	We study applications of network science methods, this time in the domain of social media. Topics are selected for diversity in research questions and techniques. Student teams present results from the recent literature, possibly with replication, in a mini-conference at the end of the lecture period.				
Lernziel	Network science as a paradigm is entering domains from engineering to the humanities but application is tricky. By examples from recent research on social media, students learn to appreciate that, and how, context matters. They will be able to assess the appropriateness of approaches for substantive research problems, and especially when and why quantitative approaches are or are not suitable.				
Literatur	Original research articles will be introduced in the first session.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
<b>851-0585-38L</b>	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b> <i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i>  <i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliaskaite</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.				
Lernziel	The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to: 1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems. 2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses. 3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.				



Inhalt	Will be provided on a separate course webpage.
Skript	Slides will be provided.
Literatur	Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media. https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392
	Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766
	Chakrabarti, A., Bakar, K., & Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108953597 https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDA46D2D4323A8
	Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press. https://www.databookuw.com/

Further literature will be recommended in the lectures.  
Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.

We recommend this course for students in the 4th semester or above.

Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>851-0513-00L</b>	<b>Wirtschaftssoziologie</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Hinz</b>
Kurzbeschreibung	Spätestens seit Max Weber wissen wir: Wirtschaft und Gesellschaft sind aufeinander bezogen. In der Vorlesung werden klassische und neuere soziologische Ansätze vorgestellt, die dieses Verhältnis genauer bestimmen wollen.				
Lernziel	Die Vorlesung vermittelt einen Überblick zur "neueren Wirtschaftssoziologie". Die Studierenden lernen, warum es sinnvoll ist, aus soziologischer Perspektive wirtschaftliche Sachverhalte zu untersuchen.				
Inhalt	<p>In der Vorlesung Wirtschaftssoziologie soll das Verhältnis von Soziologie und Ökonomie theoretisch wie empirisch fruchtbar bearbeitet werden. Wir beschäftigen uns unter soziologischem Blickwinkel mit der Produktion, der Verteilung, dem Austausch und dem Verbrauch knapper Güter und Dienstleistungen. Austauschprozesse unterliegen strukturellen Rahmenbedingungen und Grenzen, sie bedürfen in vielen Situationen normativer Regelungen und einer unterstützenden institutionellen Umgebung. Eine Definition der Wirtschaftssoziologie könnte so lauten: Wirtschaftssoziologie umfasst alle Beobachtungen, Begriffe, Hypothesen, Gesetzmäßigkeiten und Erklärungsmodelle, die sich auf Zusammenhänge von ökonomischen und sozialen Sachverhalten und Prozessen beziehen. Arbeitsgebiete der Wirtschaftssoziologie sind beispielsweise die soziale Bedingtheit wirtschaftlicher Vorgänge, die Rückwirkung ökonomischer Prozesse für gesellschaftliche Strukturen, die sozialen Dimensionen und Verhaltensprämissen, Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Gesellschaften bezüglich des wirtschaftlichen Geschehens und Zusammenhänge zwischen sozialem und ökonomischem Wandel.</p> <p>Die Vorlesung behandelt zunächst knapp die makrosoziologischen Klassiker. Die Gründerväter der Soziologie haben wirtschaftlichem Handeln eine überragende Bedeutung für die Konstitution der Gesellschaft beigemessen – ob Marx, Simmel, Weber oder Durkheim. An der Schnittstelle von Soziologie und Ökonomie sind die Mikrotheorien von herausragender Bedeutung. Die Wirtschaftssoziologie ist ein ideales Terrain für Rational Choice Soziologie. Abweichungen vom Modell des Wettbewerbsmarktes und strikter Rationalität begründen in dieser Theorierichtung besonders interessante Analysen. Die Struktursociologie (im Extremfall: how people don't have any choices to make) wird durch die Konzeption sozialer Netzwerke, in denen Austauschprozesse stattfinden, berücksichtigt. Auch das interpretative Paradigma der Mikrosoziologie kann auf Fragestellungen der Wirtschaftssoziologie (the making of markets) angewandt werden.</p> <p>Die Wirtschaftssoziologie versteht sich als empirisches Projekt. In der modernen Wirtschaftssoziologie finden sich eine Vielzahl von Analysen ökonomischer Institutionen, von Markt und Organisation, von Konsumverhalten, Firmennetzwerken und Schwarzmärkten.</p> <p>Einen Überblick zu Theorien und Anwendungsgebieten der Wirtschaftssoziologie gibt das Handbook of Economic Sociology herausgegeben von Richard Swedberg und Neil Smelser (inzwischen in zweiter Auflage erschienen). Die Vorlesung beruht auf einzelnen Beiträgen, ebenso werden eigene Studien vorgestellt.</p>				
Skript	Pdf Dateien (in deutscher Sprache) werden über ILIAS zur Verfügung gestellt.				

Literatur Abraham, Martin/Hinz, Thomas (2008): Arbeitsmarktsoziologie. Wiesbaden: VS-Verlag (2. Auflage).  
 Braun, Norman/Keuschnigg, Marc/Wolbring, Tobias (2012) Wirtschaftssoziologie (2 Bände). München: Oldenbourg.  
 Smelser, Neil/Swedberg, Richard (Hrsg.) (2005) Handbook of Economic Sociology. Princeton: UP (2. Auflage).  
 Weitere Literatur wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.

Voraussetzungen /  
 Besonderes Veranstaltung in deutscher Sprache.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	gefördert
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

701-0712-00L	Naturbeziehungen in aussereuropäischen Gesellschaften	W	2 KP	2V	T. Haller Merten
Kurzbeschreibung	Das Naturverständnis von aussereuropäischen Gesellschaften wird vorgestellt. "Natur" gilt für viele Ethnien in Afrika, Asien und Lateinamerika als belebte Mitwelt von Geistern und Göttern. Diese Sichtweise wird aus naturwissenschaftlicher Logik als irrational bezeichnet. Welche Auswirkungen hat die religiöse Wahrnehmung aber auf die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen?				
Lernziel	In dieser Veranstaltung soll den Studierenden eine Einführung in die Weltansicht aussereuropäischer Völker aus ethnologischer Sicht gegeben werden. Insbesondere geht es darum aufzuzeigen, wie solche Völker das wahrnehmen, was wir als "Natur" oder "Umwelt" bezeichnen. Teilaspekte von Strategien der Ressourcennutzung sollen so besser verstanden werden und zu einem kritischen Verständnis des Verhaltens von Gruppen und Individuen in aussereuropäischen Gesellschaften in konkreten, praxisrelevanten Situationen der partizipativen Zusammenarbeit in der nachhaltigen Ressourcennutzung führen.				
Inhalt	Die Studierenden werden dabei mit Vorstellungen und Ideologien von Natur konfrontiert, die sich nicht mit unserer Logik physisch-chemischer und biologischer Abläufe in der "Natur" decken, und die wir somit als "irrational" empfinden. Wir werden uns mit verschiedenen Konzepten aus dem Bereich der Religions-Ethnologie beschäftigen, die sich insbesondere im Bereich Magie, Hexerei und Orakelbefragung mit der "Rationalität" solcher Umweltvorstellungen auseinandersetzen. Seit der Beschäftigung mit der Ökosystemtheorie durch Roy Rappaport erhielt diese "wilde Denken" eine neue Funktion (Rappaport 1971, 1979). Es wurde in Zusammenhang eines gesamten Ökosystems analysiert, zu dessen Erhaltung und zu dessen Fließgleichgewicht es diene. Diese Sichtweise, obwohl heftig kritisiert, ist von Bedeutung, weil mit der ökologischen Krise man in der industrialisierte Welt Ausschau nach neuen Konzepten hält. Diese werden teilweise in den uns fremden Bildern aussereuropäischer Völker von der "heiligen Natur" gesehen, welche uns als Lehre dienen und zu nachhaltiger Ressourcennutzung führen könnte. Zudem erscheinen die Umwelt-Bilder und Weltansichten dieser Gesellschaften (heute oftmals indigene Völker genannt) auf der praktischen Ebene als gelebter Naturschutz, den es insbesondere für die Konservierung von Biodiversität zu erhalten gilt. Heilige Orte sollen nun auch für den Schutz von beispielsweise Nationalparks oder Biosphärenreservaten dienen. In diesem Zusammenhang ist ein genauer Blick von Nöten, denn Fehlanalysen sind in diesem Bereich fatal und eine unkritische Instrumentalisierung magischer Weltansichten kontraproduktiv. Wo jedoch religiöse Weltansichten der Natur eine im Sinne der Nachhaltigkeit positive Rolle spielen können, ist der Bereich der Institutionen für das Ressourcenmanagement. Dieser Begriff wird hier im Sinne des Neuen Institutionalismus verwendet: Institutionen sind demnach Regeln, Werte und Normen, die das Handeln der Individuen beeinflussen und eine gewisse Sicherheit bezüglich dem erwarteten Verhalten der anderen Individuen einer Gemeinschaft bieten und dabei die sogenannten Transaktionskosten (Informationsbeschaffung bezüglich dem Verhalten anderer Akteure, Überwachung und Sanktionierung) reduzieren (North 1990. Ostrom 1990, Ensminger 1992). Dieser aus der Ökonomie beeinflusste Ansatz weist meines Erachtens interessante Elemente bezüglich der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen auf, was sich bei der Nutzung von Kollektivressourcen (Com				
Skript	Zur Veranstaltung gibt es kein Skript, aber es wird rechtzeitig ein Ordner mit der relevanten Literatur bereitgestellt. Am Thema Interessierte Studierende können sich bereits in folgenden zwei Büchern ins Thema einlesen: - Berkes, Fikret. 1999. Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management. Philadelphia: Taylor and Francis. - Haller, Tobias. 2001. Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen: Umweltpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen Nord-Kameruns. Studien zur Sozialanthropologie. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.				

Literatur  
 Becker, Dustin, C. and Elinor Ostrom, 1995. Human Ecology and Resource Sustainability: The Importance of Institutional Diversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1995. No. 26:113-33.  
 Berkes, Fikret. 1999. *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*. Philadelphia: Taylor and Francis.  
 Dangwal, Parmesh. 1998. Van Gujjars at Apex of National Park Management. *Indigenous Affairs* No.4:24-31.  
 Diener, Paul and Robkin, Eugene E. 1978. Ecology, Evolution, and the Search for Cultural Origins: The Question of Islamic Pig Prohibition. In: *Current Anthropology* 19, No.3():493-540.  
 Diener, Paul, Nonini, Donald and Robkin, Eugene E. 1977/78. The Dialectics of the Sacred Cow: Ecological Adaptation versus Political Appropriation in the Origins of Indias Cattle Complex. In: *Dialectical Anthropology (Amsterdam)* 3: 221-241.  
 Evans-Pritchard, Edward E. 1978. Hexerei, Magie und Orakel bei den Zande. Frankfurt am Main: Suhrkamp.  
 Evans-Pritchard, Edward und Mayer Fortes. 1983. Afrikanische politische Systeme, in: Kramer, F. und Siegrist, Ch. eds. *Gesellschaften ohne Staat*. Frankfurt a. Main: Syndikat: 150-174.  
 Fairhead, James und Leach, Melissa. 1996. *Misreading the African Landscape. Society and ecology in a forest-savanna mosaic*. Cambridge: Cambridge University Press.  
 Freed, Stanley A. and Freed, Ruth, S. 1981. Sacred Cows and Water Buffalo in India: The Uses of Ethnography. In: *Current Anthropology* 22, No.5: 483-502.  
 Haller, Tobias. 1995. Raub der Seelenschatten in Nord-Kamerun. Krankheit bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen. In: Keller, Frank-Beat (Hg.). *Krank warum? Vorstellung der Völker, Heiler und Mediziner*, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung. Ostfildern: Cantz Verlag. pp.302-306.  
 Haller, Tobias. 2000. Bodendegradierung und Ernährungskrise bei den Ouldeme und Platha. Umwelt- und Ernährungsprobleme bei zwei Feldbauerngruppen in den Mandarabergen Nord-Kameruns: Eine Folge der Adaptation an Monetarisierung und Wandel traditioneller institutioneller Rahmenbedingungen. In: *Zeitschrift für Ethnologie* 124 (1999): 335-354.  
 Haller, Tobias. 2001. Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen: Umweltpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen Nord-Kameruns. *Studien zur Sozialanthropologie*. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.  
 Haller, Tobias. 2002a. Spiel gegen Risiken in der Natur, In: Giordano et al (Hrsg.). *Ordnung, Risiko und Gefährdung*. Reader des Blockseminars der Schweizerischen

Voraussetzungen /  
 Besonderes Die Veranstaltung beginnt in einem ersten Teil mit einer Reihe von Vorlesungen und wird in einem zweiten Teil mit Lesen und Diskutieren von Texten (Kurzvorträge von den Studierenden) fortgesetzt (nähere Erläuterungen und Programm am Anfang der Veranstaltung).

<b>052-0704-00L</b>	<b>Soziologie II</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. Schmid, I. Apostol, N. Bathla</b>
Kurzbeschreibung	Soziologie II präsentiert aktuelle Perspektiven und Methoden in der Stadtsoziologie. Teil I führt historische und laufende Prozesse in Zürich und auf dem gesamten Planeten ein (Christian Schmid), insbesondere das Recht auf die Stadt, mit einem Schwerpunkt auf dem Leben in Nachbarschaften (Ileana Apostol); Teil II präsentiert postkoloniale Perspektiven in der Stadtsoziologie (Nitin Bathla).				
Lernziel	Die Vorlesungsreihe soll den Studierenden die Fähigkeit vermitteln, Architektur und gebaute Umwelt in ihrem gesellschaftlichen Kontext zu begreifen. Sie vermittelt eine Einführung in die grosse Bandbreite von zeitgenössischen Urbanisierungsprozessen im globalen Kontext.				
Inhalt	Soziologie II konzentriert sich auf aktuelle Analyseperspektiven in der Urbanistik und präsentiert theoretische Bezugsrahmen anhand konkreter Fallstudien. Zunächst werden durch eine soziologische Perspektive die jüngsten historischen Transformationen Zürichs vorgestellt, gefolgt von einer Präsentation der Vokabeln planetarer Urbanisierungsprozesse (Christian Schmid). Anschließend werden Inputs zum Recht auf die Stadt mit besonderem Fokus auf Urbanität und Lebensqualität im Quartier präsentiert (Ileana Apostol). Der zweite Teil des Kurses erkundet postkoloniale Perspektiven in der Urbanistik. Dieser Teil stellt eine Übersicht über die postkoloniale Stadtheorie vor und diskutiert räumliche Polarisierung und den Alltag unter erweiterter Urbanisierung im sogenannten Globalen Süden sowie Möglichkeiten, Zürich durch eine postkoloniale Linse neu zu betrachten (Nitin Bathla). Der Kurs endet mit der Notwendigkeit, über theoretische und geografische Dichotomien hinauszugehen.				
Skript	23.02 Zürich I: Von der Industriestadt zur Global City- CS 01.03 Zürich II: Urbane Qualitäten in der Metropolitanregion - CS 08.03 Ein Vokabular für planetare Urbanisierungsprozesse - CS 15.03 Wohnungsgenossenschaften - IA 12.04 Recht auf die Stadt - IA 19.04 Überblick über postkoloniale Theorie - NB 26.04 Durch andere Blicke: Delhi - NB 03.05 Postkoloniales Schweiz? - NB 10.05 CODA: Southern and postcolonial urbanisms beyond geographical binaries - NB 17.05 Prüfungskolloquium - CS & IA				
Literatur	Begleitend zur Vorlesung werden verschiedene Texte zur Verfügung gestellt.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert

<b>860-0024-00L</b>	<b>Digital Society: Ethical, Societal and Economic Challenges</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, C. I. Hausladen</b>
Kurzbeschreibung	This seminar will address ethical challenges coming along with new digital technologies such as cloud computing, Big Data, artificial intelligence, cognitive computing, quantum computing, robots, drones, Internet of Things, virtual reality, blockchain technology, and more.				
Lernziel	Participants shall learn to understand that any technology implies not only opportunities but also risks. It is important to understand these well in order to minimize the risks and maximize the benefits. In some cases, it is highly non-trivial to identify and avoid undesired side effects of technologies. The seminar will sharpen the attention how to design technologies for values, also called value-sensitive design or ethically aligned design.				
Inhalt	Will be provided on Moodle.				
Skript	Will be provided on Moodle.				

Literatur

Ethically Aligned Design  
Version 1: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v1.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v1.pdf)  
Version 2: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v2.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v2.pdf)

Value-Sensitive Design  
<https://www.amazon.com/Value-Sensitive-Design-Technology-Imagination-ebook/dp/B08BT4F6L2/>

Handbook of Ethics, Values and Technological Design  
<https://www.amazon.com/Handbook-Ethics-Values-Technological-Design/dp/9400769695/>

Thinking Ahead  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319150772>

Towards Digital Enlightenment  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-90869-4>

Künstliche Intelligenz und Maschinerisierung des Menschen  
<https://www.amazon.com/Künstliche-Intelligenz-Maschinerisierung-Menschen/dp/3869625120>

Move Fast and Break Things: How Facebook, Google, and Amazon Cornered Culture and Undermined Democracy (J Taplin)  
<https://bookshop.org/books/move-fast-and-break-things-how-facebook-google-and-amazon-cornered-culture-and-undermined-democracy>

How Humans Judge Machines  
<https://www.amazon.co.uk/Humans-Judge-Machines-Cesar-Hidalgo/dp/0262045524/>

Ethics of smart cities  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/20/11162>

The ethics of AI in health care: a mapping review  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953620303919>

Soft Ethics and the Governance of the Digital  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0303-9>

The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09517-8>

Principles of robotics: regulating robots in the real world  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540091.2016.1271400>

The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation  
<https://arxiv.org/abs/1802.07228>

Will Democracy Survive Big Data and Artificial Intelligence?  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4_7)

Further literature will be recommended in the lectures.

Voraussetzungen / Besonderes To earn credit points, students will have to read the relevant literature on one of the above technologies and give a presentation about the ethical implications. Both, potential problems and possible solutions shall be carefully discussed. Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
		Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
	Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

**860-0022-00L** **Complexity and Global Systems Science** **W** **3 KP** **2S** **D. Helbing, C. Carissimo, A. Musso**  
*Prerequisites: solid mathematical skills.*

*Particularly suitable for students of D-ITET, D-MAVT and ISTP*

Kurzbeschreibung This course discusses complex techno-socio-economic systems, their counter-intuitive behaviors, and how their theoretical understanding empowers us to solve some long-standing problems that are currently bothering the world.

Lernziel	Participants should learn to get an overview of the state of the art in the field, to present it in a well understandable way to an interdisciplinary scientific audience, to develop models for open problems, to analyze them, and to defend their results in response to critical questions. In essence, participants should improve their scientific skills and learn to think scientifically about complex dynamical systems.
Inhalt	This course starts with a discussion of the typical and often counter-intuitive features of complex dynamical systems such as self-organization, emergence, (sudden) phase transitions at "tipping points", multi-stability, systemic instability, deterministic chaos, and turbulence. It then discusses phenomena in networked systems such as feedback, side and cascading effects, and the problem of radical uncertainty. The course progresses by demonstrating the relevance of these properties for understanding societal and, at times, global-scale problems such as traffic jams, crowd disasters, breakdowns of cooperation, crime, conflict, social unrests, political revolutions, bubbles and crashes in financial markets, epidemic spreading, and/or "tragedies of the commons" such as environmental exploitation, overfishing, or climate change. Based on this understanding, the course points to possible ways of mitigating techno-socio-economic-environmental problems, and what data science may contribute to their solution.
Skript	"Social Self-Organization Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior" Helbing, Dirk ISBN 978-3-642-24004-1
Literatur	Philip Ball Why Society Is A Complex Matter <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783642289996">https://www.springer.com/gp/book/9783642289996</a>  Globally networked risks and how to respond Nature: <a href="https://www.nature.com/articles/nature12047">https://www.nature.com/articles/nature12047</a>  Global Systems Science and Policy <a href="https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214">https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214</a>  Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783540752608">https://www.springer.com/gp/book/9783540752608</a>  Further links:  <a href="http://global-systems-science.org">http://global-systems-science.org</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf</a>

Voraussetzungen /  
Besonderes

Further literature will be recommended in the lectures.  
Mathematical skills can be helpful.

Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society ■</b> <i>Open to all Master level / PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena</b> , A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleigh
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	Explain relevant concepts in ethics. Evaluate the ethical dimensions of new technology uses. Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible. Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts. Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice Work in a more ethically reflective way				

Inhalt	<p>The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.</p> <p>The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.</p> <p>A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.</p>		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung	geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert gefördert

<b>853-0051-01L</b>	<b>Militärsoziologie II (ohne Übungswoche)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Szvircsev Tresch, S. De Rosa, T. Ferst</b>
Kurzbeschreibung	Thematisierung der zivil-militärischen Beziehungen und der demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Aufzeigen der Veränderungen europäischer Streitkräftestrukturen (Technisierung, gesellschaftliche und geostrategische Veränderungen). Betrachtung der Milizfähigkeit von Gesellschaft und Militär in der Schweiz.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Entwicklung der Wehrstrukturen in Europa aufgrund gesellschaftlicher, technologischer, ökonomischer und geostrategischer Veränderungen kennen und die damit verbundenen Folgen nennen können;</li> <li>die Vor- und Nachteile verschiedener Wehrsysteme aufzeigen können;</li> <li>die Grundprinzipien der demokratischen Kontrolle von Streitkräften kennen;</li> <li>die Begriffe Wehrpflicht und Miliz definieren können und auch die in der Bundesverfassung dazu genannten Artikel kennen;</li> <li>die Milizfähigkeit der Schweizer Armee aufgrund technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen kritisch hinterfragen können;</li> <li>die drei unterschiedlichen Zusammenarbeitsformen in internationalen militärischen Einsätzen beschreiben können;</li> <li>forschungstechnische Fragen anhand eigener Forschungsergebnisse / bzw. -projekte der Dozentur Militärsoziologie diskutieren.</li> </ul>				
Inhalt	Die Vorlesung "Militärsoziologie II" beschäftigt sich eingehend mit der Frage, warum sich Gesellschaften gegen äussere Bedrohungen verteidigen. Die Vorlesung analysiert die "alten" und "neuen" Kriege, zeigt das zivil-militärische Spannungsverhältnis auf und untersucht den Einfluss der zivil-demokratischen Kontrolle von Streitkräften. Zudem gibt sie einen Überblick über die aktuellen Transformationen europäischer Streitkräfte (technologisch, gesellschaftlich, ökonomisch und geostrategisch) und deren Einfluss auf die Akzeptanz und Legitimation des Militärs in westlichen Gesellschaften. Dies führt zur Frage der Rekrutierung und Alimentierung von Streitkräften und den gesellschaftlichen Bedürfnissen nach alternativen Modellen der zivil-gesellschaftlichen Beteiligung der Bevölkerung. Die Vorlesung wirft damit die drängende Frage nach demokratischer Kontrolle von gesellschaftlichen Bereichen auf, die sich aufgrund sozioökonomischer und technologischer Entwicklungen den hergebrachten Kontrollmechanismen westlicher Gesellschaften entziehen. Ebenfalls thematisiert die Veranstaltung den Aspekt der Diversität in den Streitkräften. Organisationssoziologisch interessiert, ob die Streitkräfte eine Organisation wie jede andere auch sind, oder aber ein Sonderfall. Weiter wird die Schweizer Milizarmee analysiert und die gesellschaftlichen Voraussetzungen der Milizfähigkeit und die Grenzen für die Schweizer Armee aufgezeigt.				
Skript	Zur Vorlesung wird jeweils ein Foliensatz und vertiefende Literatur zur Verfügung gestellt. Zu den Texten gibt es verschiedene Fragen, die als Prüfungsvorbereitung dienen und teilweise auch in der Vorlesung besprochen werden.				
Literatur	Eine Auswahl von klassischen wie auch aktuellen Texten wird in der Vorlesung abgegeben.				
Voraussetzungen / Besonderes	keine				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			gefördert

<b>851-0252-07L</b>	<b>Networks and Groups Dynamics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Stadtfeld, A. Espinosa Rada, I. Smokovic</b>
Kurzbeschreibung	Groups are ubiquitous in society and profoundly influence people's behaviour, attitudes, and opinions and how they interact and create social relationships. Social network researchers have always been interested in understanding what groups are, their formation, and their societal implications (e.g., for creative work, feeling integrated into a community, achieving common goals).				
Lernziel	This seminar examines sociological, anthropological, management and social-psychological network research to identify how groups affect individuals and their social behaviour. By the end of this seminar, students will be able to identify and compare different approaches to group theories through the lens of social network research. They will be familiar with the development and recent publications in the fields of social networks and social science and will be able to critically participate in several open debates in these fields. Among others, these debates are centred around the types and measurement of groups, challenges in understanding what groups are, the effects of groups on people's feelings, thoughts, preferences, and behaviours (e.g., identification), and how social and cultural phenomena emerge (e.g., the diffusion of culture and the spread of social movements).				

Inhalt	The following topics will be covered:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- What is a group?</li> <li>- Social circles and groups in modern society.</li> <li>- Emergence of cohesive subgroups and cognitive dissonance</li> <li>- Clan, kinship, social roles, and communities</li> <li>- Identification and self-categorisation with groups</li> <li>- Teams, leaders, and their performance</li> <li>- Social influence and the conformity to social norms</li> <li>- Collecting data to analyse groups</li> </ul>				
	These topics will be discussed considering the development of these topics through a social network perspective, recent research, and their measurement and analysis.				
<b>851-0253-08L</b>	<b>Advanced Topics in Evidence-Based Design for Architecture ■</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2U</b>	<b>C. Hölscher, M. Gath Morad</b>
Kurzbeschreibung	<i>Course requirements: Completion of the course Evidence-Based Design: Methods and Tools For Evaluating Architectural Design (851-0252-08L)</i>				
Lernziel	Students will gain advanced knowledge and practical hands-on experience with agent-based simulations and spatial analysis tools to evaluate hospital layouts from the perspective of end-users.				
	Students will build on their previous projects as part of the course "Evidence-Based Design: Methods and Tools For Evaluating Architectural Design" (851-0252-08L). Students enrolled will participate in an international workshop with GSAPP at Columbia University Designing the post-pandemic hospital with evidence. for people. The course is funded by an ETH innoevdum project entitled cogARCH: linking cognition and architecture to design resilient hospitals architecture.				
<b>851-0585-48L</b>	<b>Controversies in Game Theory</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, H. Nax</b>
Kurzbeschreibung	The mini-course 'Controversies in Game Theory' consists of four course units that provide an in-depth introduction to issues in game theory motivated by real-world issues related to the tensions that may result from interactions in groups, where individual and collective interests may conflict. The course integrates theory from various disciplines.				
Lernziel	Students are encouraged to think about human interactions, and in particular in the context of game theory, in a way that is traditionally not covered in introductory game theory courses. The aim of the course is to teach students the complex conditional interdependencies in group interactions.				
Inhalt	The course will introduce core game theory concepts and showcase applications. In 2024, the course will pay special attention to applications of the theory of learning in games in various fields including machine learning, distributed control, economics, evolutionary biology, etc., highlighting how algorithms and behavioral dynamics compare.				
Skript	Slides will be provided.				
Literatur	<p>John v Neumann and Oskar Morgenstern. 1944. Theory of Games and Economic Behavior. (<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_Games_and_Economic_Behavior">https://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_Games_and_Economic_Behavior</a>)</p> <p>Diekmann, Andreas: Spieltheorie. Rowohlt 2009.</p> <p>Dixit, Avinash K., and Susan Skeath. Games of Strategy. WW Norton &amp; Company, 2015.</p> <p>Ken Binmore (1992): Fun and Games. Lexington: Heath.</p> <p>Camerer, Colin (2003): Behavioral Game Theory. Experiments in Strategic Interaction. Princeton: Princeton University Press.</p> <p>Game Theory Evolving <a href="https://www.amazon.com/Game-Theory-Evolving-Problem-Centered-Introduction/dp/0691140510/">https://www.amazon.com/Game-Theory-Evolving-Problem-Centered-Introduction/dp/0691140510/</a></p> <p>Evolutionary Game Theory <a href="https://www.amazon.com/Evolutionary-Game-Theory-MIT-Press/dp/0262731215/">https://www.amazon.com/Evolutionary-Game-Theory-MIT-Press/dp/0262731215/</a></p> <p>Evolutionary Game Theory in Natural, Social and Virtual Worlds <a href="https://www.amazon.com/Evolutionary-Natural-Social-Virtual-Worlds/dp/0199981159/">https://www.amazon.com/Evolutionary-Natural-Social-Virtual-Worlds/dp/0199981159/</a></p> <p>Evolutionary Dynamics and Extensive Form Games <a href="https://www.amazon.com/Evolutionary-Dynamics-Extensive-Economic-Evolution/dp/0262033054/">https://www.amazon.com/Evolutionary-Dynamics-Extensive-Economic-Evolution/dp/0262033054/</a></p> <p>Evolutionary Games and Population Dynamics <a href="https://www.amazon.com/Evolutionary-Games-Population-Dynamics-Hofbauer-dp-0521623650/">https://www.amazon.com/Evolutionary-Games-Population-Dynamics-Hofbauer-dp-0521623650/</a></p> <p>Quantitative Sociodynamics <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783642115455">https://www.springer.com/gp/book/9783642115455</a></p> <p>Synergistic Selection: How Cooperation Has Shaped Evolution and the Rise of Humankind <a href="https://www.amazon.com/Synergistic-Selection-Cooperation-Evolution-Humankind-ebook/dp/B07BHL7P43/">https://www.amazon.com/Synergistic-Selection-Cooperation-Evolution-Humankind-ebook/dp/B07BHL7P43/</a></p> <p>Survival of the Nicest <a href="https://www.amazon.com/Survival-Nicest-Altruism-Human-Along/dp/1615190902/">https://www.amazon.com/Survival-Nicest-Altruism-Human-Along/dp/1615190902/</a></p> <p>Evolutionary Games with Sociophysics <a href="https://www.amazon.com/Evolutionary-Games-Sociophysics-Epidemics-Complexity-dp-9811327688/dp/9811327688/">https://www.amazon.com/Evolutionary-Games-Sociophysics-Epidemics-Complexity-dp-9811327688/dp/9811327688/</a></p> <p>Statistical Physics and Computational Methods for Computational Game Theory <a href="https://www.amazon.com/Statistical-Computational-Evolutionary-SpringerBriefs-Complexity/dp/3319702041/">https://www.amazon.com/Statistical-Computational-Evolutionary-SpringerBriefs-Complexity/dp/3319702041/</a></p> <p>Games of life <a href="https://www.amazon.com/Games-Life-Explorations-Evolution-Behaviour/dp/0198547838">https://www.amazon.com/Games-Life-Explorations-Evolution-Behaviour/dp/0198547838</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature will be recommended in the lectures.				
	This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulation.				
	Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.				
	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft	
Persönliche Kompetenzen		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft				
Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft				
<b>851-0355-00L</b>	<b>Immagine di scienza e tecnologia</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	
Kurzbeschreibung	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel.				
Lernziel	Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo.				
Inhalt	Il corso analizzerà in chiave storica e sociologica le immagini pubbliche di scienza e tecnologia e i loro principali cambiamenti. In particolare, saranno approfonditi temi quali: il ruolo dell'elemento visuale nella comunicazione della scienza e nella sua rappresentazione pubblica; il ruolo degli 'scienziati visibili', con particolare riferimento ai vincitori di premi Nobel; tendenze e discontinuità che hanno segnato la percezione pubblica della scienza e il rapporto tra scienza e società. Vari esempi citati e discussi faranno riferimento alla scienza italiana e al suo rapporto con la società e i diversi ambiti della cultura (letteratura, arti visive, gastronomia, musica), con particolare riferimento al periodo che va dalla metà del XIX secolo alla fine del XX secolo. L'ultima parte del corso sarà dedicata alle immagini della tecnologia e del suo ruolo nella società contemporanea. Il nostro rapporto quotidiano con la tecnologia passa infatti anche attraverso il modo in cui la immaginiamo e la raccontiamo. Maggiori informazioni su: <a href="http://www.italiano.ethz.ch">www.italiano.ethz.ch</a> .				
<b>851-0638-00L</b>	<b>Network Clustering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Network Science is a distinct domain of data science studying relations between nodes. This course is mainly concerned with methods for clustering networks, from decomposition of networks into classes of proximate or similar nodes to grouping similarly structured networks. However, methods are treated in relation to the broader context of data science in society and the study of social structure.				
Lernziel	Students will gain insight into the application of network clustering methods with reference to the social and behavioral sciences. Through discussion and analysis of case studies, students will reflect on the social phenomena and questions of social structure and behavior that can be investigated with these methods, and will appreciate the difficulties that arise in empirical application.				
Inhalt	The following topics will be covered: * Community detection * Positional/role analysis * Generalized and stochastic blockmodeling * Network ensembles				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b> <i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				



Inhalt The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.

1. Introduction
  - history of measurement and analytics in sports
  - laws of the game: equipment, space, time, actors
  - data: match, event, tracking; sources, availability, uses
2. Outcomes
  - competitions: tournaments, leagues
  - ranking teams: coefficients, latent strengths
  - predicting results: odds, statistics
3. Individual Actions
  - running: heatmaps, trajectories, pitch control
  - passing: networks, line breaking, crosses
  - shooting: expected goals, expected points
4. Match Phases
  - set pieces: penalties, free kicks, etc.
  - game cycle: states, principles, expected threat
5. Collective Behavior
  - formations: positions, shapes
  - lineups: composition, contributions
6. Environment
  - recruitment: player profiles, transfer market, agents
  - governance: clubs, leagues, associations, confederations
  - engagement: attendance, merchandise, social media

In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.

Literatur This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering. Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.

- \* Chris Anderson & David Sally (2011). *The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong*. Penguin Books
- \* Christoph Biermann (2019). *Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution*. Bonnier Books
- \* Tobias Escher (2020). *Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert*. Rowohlt
- \* Simon Kuper & Stefan Szymanski (2009). *Soccernomics*. Nation Books
- \* Timo Jankowski (2015). *Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team*. Meyer & Meyer
- \* David Sumpter (2016). *Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game*. Bloomsbury
- \* Tifo-The Athletic (2022). *How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch*. Particular Books
- \* James Tippett (2019). *The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football*. Independently Published
- \* Jonathan Wilson (2008). *Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics*. Orion

Voraussetzungen / Besonderes Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	gefördert geprüft gefördert gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

### ► Typ B: Reflexion über fachspezifische Methoden und Inhalte

*Fachspezifische Lerneinheiten. Relevant für alle Studierenden, die sich für diese Kurse interessieren.*

*Diese Lerneinheiten sind alle auch unter "Typ A" aufgelistet, d.h. die Einschreibung ist allen Studierenden möglich.*

### ►► D-ARCH

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0732-03L	<b>Intellectual Property: An Introduction</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>	W	2 KP	2V	R. Zingg
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				

Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
<b>851-0252-08L</b>	<b>Evidence-Based Design: Methods and Tools for Evaluating Architectural Design</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>M. Gath Morad, C. Hölscher, L. Narvaez Zertuche, C. Veddeler</b>
Kurzbeschreibung	The course focus is on pre-occupancy evaluation in architecture to support an evidence-based design process. Students are taught a variety of methods such as virtual reality, agent-based simulations and spatial analysis. The course is project-oriented and is open for architecture and STEM students with an interest in interdisciplinary teamwork.				
Lernziel	This semester, students would focus on evaluating healthcare and office typologies from the perspective of building occupants' and across scenarios, including routine operation and post-pandemic scenarios. Students will apply the tools learned in the course to compare building typologies, using various metrics including spatial proximity, visibility, orientation and movement. On the basis of this multi-objective evaluation, students would propose and evaluate design interventions across scenarios, identifying the Strength, Weaknesses, Opportunities and threats the various typologies. The course is tailored for students studying for B-ARCH and M-ARCH degrees and is also suitable for students in STEM faculties. As an alternative to obtaining D-GESS credit, architecture students can obtain course credit in "Vertiefungsfach" or "Wahlfach".				
Skript	English				
<b>851-0253-08L</b>	<b>Advanced Topics in Evidence-Based Design for Architecture ■</b> <i>Course requirements: Completion of the course Evidence-Based Design: Methods and Tools For Evaluating Architectural Design (851-0252-08L)</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2U</b>	<b>C. Hölscher, M. Gath Morad</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain advanced knowledge and practical hands-on experience with agent-based simulations and spatial analysis tools to evaluate hospital layouts from the perspective of end-users.				
Lernziel	Students will build on their previous projects as part of the course "Evidence-Based Design: Methods and Tools For Evaluating Architectural Design" (851-0252-08L). Students enrolled will participate in an international workshop with GSAPP at Columbia University Designing the post-pandemic hospital with evidence. for people. The course is funded by an ETH innoevdum project entitled cogARCH: linking cognition and architecture to design resilient hospitals architecture.				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthe, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				
Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.				
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.				
<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b> <i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera (diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				
<b>►► D-BAUG</b>					
<b>Nummer</b>	<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Umfang</b>	<b>Dozierende</b>
<b>851-0498-00L</b>	<b>Der Bau: Die globale Geschichte der Gefängnisarchitektur</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>S. M. Scheuzger</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung behandelt die Geschichte der Gefängnisarchitektur in ihren breiteren gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen, wissenschaftlichen, rechtlichen und kulturellen Kontexten. Gefängnisbauten und deren Entwicklungen werden von der frühen Neuzeit bis in die Gegenwart insbesondere in den Zusammenhängen der sich wandelnden Konzepte und Praktiken des Strafens beleuchtet.				

Lernziel	Die Studierenden a) kennen zentrale historische Entwicklungen der Gefängnisarchitektur; b) sind in der Lage, diese mit verschiedenen, sich in Raum und Zeit wandelnden Konzepten der strafenden Haft in Verbindung zu setzen; c) können Elemente der Gefängnisarchitektur kritisch hinsichtlich ihrer Ziele und Folgen beurteilen.
Inhalt	Kontinuitäten und Wandel in der Gefängnisarchitektur wird von den verschiedenen Bauformen von Haftanstalten bis zur konkreten technischen Umsetzung der sich entwickelnden Anforderungen an die Überwachung, die Kontrolle der Kommunikation oder die Gewährleistung der physischen und psychischen Gesundheit der Häftlinge in den einzelnen Zellen nachgegangen. Betrachtet werden die Orte des Gefängnisbaus und die intendierten Aussenwirkungen der Architektur ebenso wie die baulichen Massnahmen zur Organisation des Raums des Zusammenlebens unter den Bedingungen der unterschiedlich weitreichenden Separierung der Insassen und Insassinnen und von verschiedenen Häftlingsgruppen mit der Einzelzelle als der zentralen technischen Innovation des modernen Strafvollzugs im Mittelpunkt. Das moderne Strafen im Gefängnis ist stets von den vier Zwecken der Vergeltung, des Schutzes der Gesellschaft durch das sichere Einsperren von Straftätern und -täterinnen, der Abschreckung und der individuellen Besserung der Delinquentinnen und Delinquenten angeleitet gewesen. Im Spannungsfeld dieser unterschiedlich gewichteten Ziele haben die verschiedenen Strafregime ebenso auf architektonischen wie auf technischen Mitteln basiert, die in der Vorlesung in Theorie und Praxis analysiert werden sollen – etwa wenn die Insassen und Insassinnen nicht nur unter permanente Beobachtung gestellt werden, sondern sich zur (Selbst)Disziplinierung auch ständig unter Beobachtung fühlen sollten, wenn die Eingesperrten voneinander isoliert und gleichzeitig arbeiten oder religiös unterwiesen werden sollten, aber auch, wenn die anderen Ziele demjenigen einer maximalen Sicherheit weitestgehend untergeordnet wurden.

<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b> <i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>E. Ash, S. Galletta</b>
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.			
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.			
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.			

## ►► D-BIOL

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				
Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
<b>851-0594-04L</b>	<b>Preventing Military Misuse of Life Sciences: Roles and Responsibilities of Scientists</b> <i>Particularly suitable for students (from Bachelor 3rd year onwards) of D-BIOL, D-CHAB, D-HEST</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Reiners, M. Gemünden</b>
Kurzbeschreibung	Research and technologies emerging from the life sciences bring beneficial aspects to our society but also unforeseeable risks regarding biosafety and biosecurity. In this course, students learn about the advances in science and technology and their implications for society and international treaties (BWC or CWC) and their social, ethical and legal responsibilities as life scientists.				
Lernziel	By the end of this course, students will be able to critically assess their own research regarding the possibility to apply scientific results or methods with benevolent or malevolent intentions (dual-use) and will be able to integrate strategies into their research design to reduce the misuse potential.				
Inhalt	Life sciences evolve rapidly supported by developments in related disciplines. However, while those new and emerging technologies greatly benefit society, they additionally bring along predictable as well as unforeseeable risks in the context of biosafety and biosecurity.				
	The ability of life science professionals to critically assess their own research regarding potential misuse risks and how to reduce these is a crucial aspect to maintain research integrity against the background of novel security concerns arising from the speed and dynamics of advancements in the life- and associated sciences.				
	During the course, you will discuss about your societal, ethical, and legal responsibilities as life scientists. You will become aware of biosecurity and biosafety risks and what scientists can do to minimize misuse potential in highest-risk research ("dual use research of concern"). A strong focus of the seminar lies on interactive group work for which you will be able to build on your individual experiences and scientific background. Additionally, a combination of lectures and input from guest speakers will provide you with essential background information and insights into real-world applications. You will understand the dual-use dilemma and learn about biological warfare, biological terrorism, and the international prohibition regimes; the national implementation of the biological and toxins weapons convention and about efforts to build the web of prevention against the misuse of life sciences.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
---------------------	----------------------------	----------	-------------	-----------	-----------------------------------

Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.

<b>851-0157-84L</b>	<b>Gesundheit und Krankheit</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-BIOL, D-HEST</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Hagner</b>
Kurzbeschreibung	Gesundheit und Krankheit gehören zu den zentralen Bedingungen menschlichen Daseins. Entsprechend haben sich die Vorstellungen und Theorien darüber im Lauf der Geschichte erheblich verändert. In der Vorlesung geht es darum, die wichtigsten Stationen dieses historischen Wandels von der Antike bis in die Gegenwart im transkulturellen Vergleich vorzustellen.				
Lernziel	Das Ziel dieser Veranstaltung besteht darin, einen breiten Überblick über Konzepte von Krankheit und Gesundheit in unterschiedlichen historischen Kontexten zu vermitteln.				

<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b> <i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				

## ►► D-BSSE

*Im Frühjahrssemester werden keine Lehrveranstaltungen angeboten.*

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0367-00L</b>	<b>Introduction to Human Mind through Neuroscience, 4E Cognition and Systems Theory</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Poikonen</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we will discuss the origin of neuroscience starting from the historical perspective of mind-body dualism and the roots of neuroscience in analytical philosophy. We will dismantle the assumption of human brain as a machine and understand its analog and context-dependent nature with phenomenology, sociology, and systemic thinking.				
Lernziel	Students will: - Learn to situate neuroscience among philosophical and social perspectives on the human mind. - Critically reflect upon and understand the epistemology of neuroscientific evidence. - Learn the basics of brain imaging study design and analysis (EEG) and compare them to phenomenological and systemic study designs. - Complete a final short paper on a subtopic related to human mind from neuroscientific, phenomenological, and systemic perspectives.				
Inhalt	By the end of the course, students should be able to: - Demonstrate a critical understanding of neuroscience in philosophical and sociological contexts. - Understand the basics of neuroscientific, phenomenological, and systemic study designs. - Apply understanding on human mind to different socio-cultural settings. On the course, students will be introduced to the challenges of the neuroscientific study design in socio-cultural settings, and their perspective on human mind will be broadened from brain to phenomenological and systemic approaches. A key focus will be to understand the limits, the common pitfalls, and misconceptions about brain research, and in turn, critically reflect upon, question, and understand the epistemology of neuroscientific evidence. In this course, participants will learn in a hands-on manner the basics of study designs investigating the human mind. Participants will learn the core factors of brain imaging, phenomenological and systemic study designs, and further, they will be able to interpret the brain imaging results critically within the real-world context the data were collected. Students from any discipline are welcome to this course to learn in theoretical and hands-on manners if and how brain research can improve our understanding of the human mind in real-world situations in parallel with phenomenology and social sciences.				

<b>851-0052-00L</b>	<b>Introduction to Bioethics</b> <i>Der Kurs richtet sich in erster Linie an Studierende des D-BSSSE.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1S</b>	<b>F. Altner, D. Lucas</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces ethical theories used in the justification of the application of biotechnologies. An overview of key bioethical questions concerning the moral status of humans and questions regarding human nature will provide the background to critically reflect on specific bioethical topics such as informed consent, euthanasia, reproductive medicine, enhancement and stem cell research.				
Lernziel	After successful completion of the course, students will be able to critically reflect and discuss different ethical positions ((non)-consequentialism, contractualism and principlism), issues (moral status of humans) and topics related to bioethics (informed consent, euthanasia, reproductive medicine, stem cell research, enhancement, animal testing, and genetic engineering in agriculture).				
Inhalt	Bioethics is a vast field that covers animal ethics (selective breeding, animal experiments) environmental ethics (the value of nature) and medical ethics (involving topics such as informed consent, organ transplantation, euthanasia, reproductive medicine, stem cell research, gene therapy and enhancement). Moral intuitions and judgements in these areas diverge. This is partly due to different cultural backgrounds but can also be traced back to different views regarding fundamental concepts involved in these debates such as personhood, autonomy, consciousness and the aims of medicine that play a role in the justification of biotechnologies. These differences have led to heightened tension in the political realm in various societies all over the world. In the face of this kind of moral pluralism an important role that philosophical ethics can play, is to offer systematic arguments regarding moral matters, question platitudes and analyze the existing concepts that play a role in the assessment of biotechnologies and treatments. The aim of this seminar is thus to provide the participants with the tools to reflect on their own moral standpoints and to better understand opposing views, in order to further constructive discourse in these areas.  The course will follow an introductory work by Marcus Düwell "Bioethics: Methods, Theories and Domains", while supplementing this with key, classical readings. For a positive grade, students will be required to hand in three homework assignments on topics discussed in the book, present a paper in groups on a bioethical topic of their choice and submit an essay of 3000 words, ideally on the topic of their presentation.				

<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
---------------------	---	----------	-------------	--	----------------------------

*This course is suitable for Master- and Doctoral Students.*

**Kurzbeschreibung** This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.

**Lernziel** Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required.

**Voraussetzungen / Besonderes** Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.

Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.

►► **D-CHAB**

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				
<b>Lernziel</b>	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				

<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
<b>Lernziel</b>	The course aims are: 1. To introduce students to the historicity of mathematics 2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view 3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects 4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics 5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices				

<b>851-0594-04L</b>	<b>Preventing Military Misuse of Life Sciences: Roles and W Responsibilities of Scientists</b> <i>Particularly suitable for students (from Bachelor 3rd year onwards) of D-BIOL, D-CHAB, D-HEST</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Reiners, M. Gemünden</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Research and technologies emerging from the life sciences bring beneficial aspects to our society but also unforeseeable risks regarding biosafety and biosecurity. In this course, students learn about the advances in science and technology and their implications for society and international treaties (BWC or CWC) and their social, ethical and legal responsibilities as life scientists.				
<b>Lernziel</b>	By the end of this course, students will be able to critically assess their own research regarding the possibility to apply scientific results or methods with benevolent or malevolent intentions (dual-use) and will be able to integrate strategies into their research design to reduce the misuse potential.				
<b>Inhalt</b>	Life sciences evolve rapidly supported by developments in related disciplines. However, while those new and emerging technologies greatly benefit society, they additionally bring along predictable as well as unforeseeable risks in the context of biosafety and biosecurity.				
	The ability of life science professionals to critically assess their own research regarding potential misuse risks and how to reduce these is a crucial aspect to maintain research integrity against the background of novel security concerns arising from the speed and dynamics of advancements in the life- and associated sciences.				
	During the course, you will discuss about your societal, ethical, and legal responsibilities as life scientists. You will become aware of biosecurity and biosafety risks and what scientists can do to minimize misuse potential in highest-risk research ("dual use research of concern"). A strong focus of the seminar lies on interactive group work for which you will be able to build on your individual experiences and scientific background. Additionally, a combination of lectures and input from guest speakers will provide you with essential background information and insights into real-world applications. You will understand the dual-use dilemma and learn about biological warfare, biological terrorism, and the international prohibition regimes; the national implementation of the biological and toxins weapons convention and about efforts to build the web of prevention against the misuse of life sciences.				
<b>Kompetenzen</b>	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b> <i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
<b>Lernziel</b>	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				

Voraussetzungen / Besonderes Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.

<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b> <i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera ( <a href="mailto:diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch">diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch</a> ).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				

## ►► D-ERDW

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.				
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.				
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.				
<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b> <i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				

## ►► D-HEST

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				
Inhalt	1. Privatrecht Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.  2. Öffentliches Recht Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahren, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.				
Literatur	Moodle Link: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	gefördert		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
Kritisches Denken		gefördert			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		gefördert			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		gefördert			
<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society ■</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleigh</b>
Kurzbeschreibung	<i>Open to all Master level / PhD students.</i> This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	Explain relevant concepts in ethics. Evaluate the ethical dimensions of new technology uses. Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible. Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts. Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice Work in a more ethically reflective way				
Inhalt	The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.  The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.  A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Problemlösung	geprüft		
		Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Verhandlung	geprüft		
Kreatives Denken		geprüft			
Kritisches Denken		geprüft			
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
	Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert			
<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				
Lernziel	Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.				

Inhalt	<p>First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on.</p> <p>Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed.</p> <p>Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects.</p> <p>An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy.</p> <p>Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.</p>				
Literatur	<p>Adams, A., &amp; Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. <i>Communications of the ACM</i>, 42(12), 40-46.</p> <p>Cranor, L. F., &amp; Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."</p> <p>Reuter, C. (2018). <i>Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion</i>. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.</p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.</p> <p>However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Problemlösung	geprüft geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit	geprüft gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt Kreatives Denken Kritisches Denken	gefördert gefördert geprüft		
<b>851-0367-00L</b>	<b>Introduction to Human Mind through Neuroscience, 4E Cognition and Systems Theory</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Poikonen</b>
Kurzbeschreibung	<p>In this course, we will discuss the origin of neuroscience starting from the historical perspective of mind-body dualism and the roots of neuroscience in analytical philosophy. We will dismantle the assumption of human brain as a machine and understand its analog and context-dependent nature with phenomenology, sociology, and systemic thinking.</p>				
Lernziel	<p>Students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn to situate neuroscience among philosophical and social perspectives on the human mind.</li> <li>- Critically reflect upon and understand the epistemology of neuroscientific evidence.</li> <li>- Learn the basics of brain imaging study design and analysis (EEG) and compare them to phenomenological and systemic study designs.</li> <li>- Complete a final short paper on a subtopic related to human mind from neuroscientific, phenomenological, and systemic perspectives.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstrate a critical understanding of neuroscience in philosophical and sociological contexts.</li> <li>- Understand the basics of neuroscientific, phenomenological, and systemic study designs.</li> <li>- Apply understanding on human mind to different socio-cultural settings.</li> </ul>				
Inhalt	<p>On the course, students will be introduced to the challenges of the neuroscientific study design in socio-cultural settings, and their perspective on human mind will be broadened from brain to phenomenological and systemic approaches. A key focus will be to understand the limits, the common pitfalls, and misconceptions about brain research, and in turn, critically reflect upon, question, and understand the epistemology of neuroscientific evidence. In this course, participants will learn in a hands-on manner the basics of study designs investigating the human mind. Participants will learn the core factors of brain imaging, phenomenological and systemic study designs, and further, they will be able to interpret the brain imaging results critically within the real-world context the data were collected. Students from any discipline are welcome to this course to learn in theoretical and hands-on manners if and how brain research can improve our understanding of the human mind in real-world situations in parallel with phenomenology and social sciences.</p>				
<b>851-0594-04L</b>	<b>Preventing Military Misuse of Life Sciences: Roles and W Responsibilities of Scientists</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Reiners, M. Gemünden</b>
	<p><i>Particularly suitable for students (from Bachelor 3rd year onwards) of D-BIOL, D-CHAB, D-HEST</i></p>				
Kurzbeschreibung	<p>Research and technologies emerging from the life sciences bring beneficial aspects to our society but also unforeseeable risks regarding biosafety and biosecurity. In this course, students learn about the advances in science and technology and their implications for society and international treaties (BWC or CWC) and their social, ethical and legal responsibilities as life scientists.</p>				
Lernziel	<p>By the end of this course, students will be able to critically assess their own research regarding the possibility to apply scientific results or methods with benevolent or malevolent intentions (dual-use) and will be able to integrate strategies into their research design to reduce the misuse potential.</p>				
Inhalt	<p>Life sciences evolve rapidly supported by developments in related disciplines. However, while those new and emerging technologies greatly benefit society, they additionally bring along predictable as well as unforeseeable risks in the context of biosafety and biosecurity.</p> <p>The ability of life science professionals to critically assess their own research regarding potential misuse risks and how to reduce these is a crucial aspect to maintain research integrity against the background of novel security concerns arising from the speed and dynamics of advancements in the life- and associated sciences.</p> <p>During the course, you will discuss about your societal, ethical, and legal responsibilities as life scientists. You will become aware of biosecurity and biosafety risks and what scientists can do to minimize misuse potential in highest-risk research ("dual use research of concern"). A strong focus of the seminar lies on interactive group work for which you will be able to build on your individual experiences and scientific background. Additionally, a combination of lectures and input from guest speakers will provide you with essential background information and insights into real-world applications. You will understand the dual-use dilemma and learn about biological warfare, biological terrorism, and the international prohibition regimes; the national implementation of the biological and toxins weapons convention and about efforts to build the web of prevention against the misuse of life sciences.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Problemlösung	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft		



<b>851-0157-84L</b>	<b>Gesundheit und Krankheit</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-BIOL, D-HEST</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Hagner</b>
Kurzbeschreibung	Gesundheit und Krankheit gehören zu den zentralen Bedingungen menschlichen Daseins. Entsprechend haben sich die Vorstellungen und Theorien darüber im Lauf der Geschichte erheblich verändert. In der Vorlesung geht es darum, die wichtigsten Stationen dieses historischen Wandels von der Antike bis in die Gegenwart im transkulturellen Vergleich vorzustellen.				
Lernziel	Das Ziel dieser Veranstaltung besteht darin, einen breiten Überblick über Konzepte von Krankheit und Gesundheit in unterschiedlichen historischen Kontexten zu vermitteln.				
<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b> <i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthe, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				
Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.				
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.				
<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li> <li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li> <li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li> </ul>				
Inhalt	As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.				
	The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.				

## ►► D-INFK

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0585-38L</b>	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b> <i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliaskaite</b>
Kurzbeschreibung	Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.				
Lernziel	The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to: 1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems. 2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses. 3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.				
Inhalt	Will be provided on a separate course webpage.				
Skript	Slides will be provided.				

Literatur Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media.  
<https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392>

Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766>

Chakrabarti, A., Bakar, K., & Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press.  
doi:10.1017/9781108953597  
<https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8>

Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press.  
<https://www.databookuw.com/>

Further literature will be recommended in the lectures.

Voraussetzungen / Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.  
Besonderes

We recommend this course for students in the 4th semester or above.

Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.

Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.

Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

851-0740-00L	Big Data, Law, and Policy	W	3 KP	2S	S. Bechtold
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				

851-0732-03L	Intellectual Property: An Introduction	W	2 KP	2V	R. Zingg
Kurzbeschreibung	<i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i> The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				
Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.  In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?  Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				

851-0727-01L	Telekommunikationsrecht	W	2 KP	2V	C. von Zedtwitz
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-INFK, D-ITET</i>				

Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundzüge des Telekommunikationsrechts für Nicht-Juristen.				
Lernziel	Die Vorlesung Telekommunikationsrecht befasst sich mit den rechtlichen Grundlagen und Prinzipien der Bereitstellung und des Betriebs von Telekommunikationsnetzen (Festnetz- und Mobilfunkbereich). Lernziel ist die Kenntnis und das Verständnis der wichtigsten rechtlichen Konzepte des Schweizer Rechts am Beispiel des Telekommunikationsrechts (rechtlicher Rahmen des Einsatzes und der Kommerzialisierung von Informations- und Telekommunikationstechnologie). Die Veranstaltung erfordert keine juristischen Vorkenntnisse.				
Inhalt	1. Geschichte des Telekommunikationsrechts (vom Monopol zum Wettbewerb) 2. Netzzugangsregelungen (essential facility doctrine, Zugangsformen) 3. Grundversorgung/Service Public (wieviel Staat braucht der Markt) 4. Telefonabonnementsverträge (Festnetz und Mobilfunk) 5. Mobilfunkstrahlung (NISV) 6. Überwachung des Fernmeldeverkehrs (öffentliche vs. private Interessen) 7. SPAM-Verhinderung (Pflichten der Netzbetreiber)				
Skript	Es wird mit Powerpoint-Slides gearbeitet, die über eine Website vorgängig abrufbar sein werden. Zusätzlich werden vor der Stunde Download-Links für die passenden Gesetzestexte und weitere Unterlagen auf der Website abgelegt.				
Literatur	Keine Pflichtliteratur vorgesehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Semesterendprüfung ist in Form eines schriftlichen Kurztests in der letzten oder vorletzten Stunde geplant. Es wird noch angegeben, welche Unterlagen beim jeweiligen Thema den Prüfungsstoff definieren.				
<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b> <i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.  We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	The course aims are: 1. To introduce students to the historicity of mathematics 2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view 3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects 4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics 5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices				
<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				
Lernziel	Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.				
Inhalt	First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on. Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation will be presented and discussed. Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects. An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy. Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.				
Literatur	Adams, A., & Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.  Cranor, L. F., & Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."  Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.  However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	geprüft

<b>851-0602-00L</b>	<b>Shaping a DCent.Society: Assessing Societal Implications of Bitcoin, Blockchains &amp; Smart Contracts</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. M. Dapp</b>
Kurzbeschreibung	The course investigates the long-term implications of decentralizing our societies through blockchain technology. Students critically reflect economic, political, ecological, and social implications of the Bitcoin cryptocurrency and the Ethereum smart contract platform including decentralized finance seen from economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.				
Lernziel	<p>Explain the paradigm shift from Web 2.0 to Web 3.0</p> <p>Describe the design and emergent properties of decentralized systems</p> <p>Hypothesize about the economic, political, ecological, and social implications of Bitcoin, Ethereum, and decentralized finance</p> <p>Integrate ethical and governance considerations into the design of cryptoeconomic systems</p> <p>Justify own position about societal implications of the decentralization of society</p>				
Inhalt	<p>* What if Bitcoin, Ethereum, &amp; Co. will be wildly successful and flourish long-term?</p> <p>* Which parts of our economies and societies would they affect? Could we indeed redesign our societies towards more sustainable action, more democratic governance, and more equitable finance by envisioning new ways of organizing, coordinating, and acting collectively? Or is this all make-belief because, after all, the Internet also under-delivered in important aspects of its huge promises? How can we critically reflect on the long-term implications of decentralizing technologies on our societies?</p> <p>* Bitcoin is dividing the world. Due to its erratic price movements, some view it as a useless Ponzi scheme at best and a state-interfering, finance-destabilizing "thing" at worst. Others, however herald it as the most important invention since the Internet or the printing press. In any case, the questions raised by Bitcoin are not only of academic interest: What is money? Is our money system the best possible? We organize everything democratically, why not money? Will Bitcoin supercharge renewable energy or do we need to switch it off to save the planet? Could it even bring peace by making wars unaffordable or is this a preposterous claim?</p> <p>* Ethereum and smart contracts, and decentralized applications seem to be less contentious and have caught the interest of companies and governments for their specific technical characteristics. However, where is the evidence that Decentralized Finance is beneficial outside a digital bubble of insiders? Will unstoppable algorithms empower us or create rigid machines steering our behavior?</p> <p>* What to make of this extremely polarized debate and how to come to reasonable own conclusions when imagining the decentralization of society? The course aims to connect the cultural and historical preconditions to the long-term societal implications of Bitcoin, Ethereum, smart contracts, and DeFi. We will research and critically reflect economic, political, ecological and ethical consequences with the aim to formulate our own informed opinions about what is currently happening and what might happen in the future.</p> <p>* To achieve this multi-disciplinary goal, we establish a common understanding of the technologies and inner workings of Bitcoin and Ethereum in the first part. We discuss selected aspects such as open source software, cryptography, cryptoeconomics, incentives, and complex systems. Why and how is Bitcoin a "trustless" system – or is it not? Why is an absolute scarce digital asset desirable – or is it not? Why and how is Ethereum a "world computer" – or is it not? Why is an unstoppable system of dApps and decentralized autonomous organizations (DAOs) a big deal – or is it not? For a full picture, we will also examine other developments such as Decentralized Finance (DeFi), stablecoins, and Central Bank Digital Currencies (CBDC).</p> <p>* With this overview and background we will move to the main part of the course, in which we go into depth on the potential societal implications of Bitcoin, Ethereum &amp; Co. We will be covering various domains such as our current and future money systems, freedom and control of transactions, incentive design &amp; social behavior, sustainability &amp; energy production, individual sovereignty &amp; state control, democracy &amp; geopolitics. We will thus be exploring connections between blockchain protocols and economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.</p> <p>* Students are regularly invited to voice their views and debate in ad-hoc interventions. In teams, they build their own critical analysis and arguments about a specific issue chosen from a list of current topics. In the final part of the course, teams will present their conclusions in a thought-provoking report and defend it in a presentation, ideally causing reflection and debate among their peers on how the decentralization of our societies should unfold.</p>				
Skript	Lecture slides and materials will be distributed on a weekly basis.				



Inhalt	The following topics will be covered: * Community detection * Positional/role analysis * Generalized and stochastic blockmodeling * Network ensembles				
<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.				
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.				
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthe, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				
Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.				
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
	<i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i>				
Kurzbeschreibung	Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				
Inhalt	The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>- history of measurement and analytics in sports</li> <li>- laws of the game: equipment, space, time, actors</li> <li>- data: match, event, tracking; sources, availability, uses</li> </ul> </li> <li>2. Outcomes <ul style="list-style-type: none"> <li>- competitions: tournaments, leagues</li> <li>- ranking teams: coefficients, latent strengths</li> <li>- predicting results: odds, statistics</li> </ul> </li> <li>3. Individual Actions <ul style="list-style-type: none"> <li>- running: heatmaps, trajectories, pitch control</li> <li>- passing: networks, line breaking, crosses</li> <li>- shooting: expected goals, expected points</li> </ul> </li> <li>4. Match Phases <ul style="list-style-type: none"> <li>- set pieces: penalties, free kicks, etc.</li> <li>- game cycle: states, principles, expected threat</li> </ul> </li> <li>5. Collective Behavior <ul style="list-style-type: none"> <li>- formations: positions, shapes</li> <li>- lineups: composition, contributions</li> </ul> </li> <li>6. Environment <ul style="list-style-type: none"> <li>- recruitment: player profiles, transfer market, agents</li> <li>- governance: clubs, leagues, associations, confederations</li> <li>- engagement: attendance, merchandise, social media</li> </ul> </li> </ol>				
	In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.				
	This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering.				

Literatur	Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.		
	<p>* Chris Anderson &amp; David Sally (2011). <i>The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong</i>. Penguin Books</p> <p>* Christoph Biermann (2019). <i>Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution</i>. Bonnier Books</p> <p>* Tobias Escher (2020). <i>Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert</i>. Rowohlt</p> <p>* Simon Kuper &amp; Stefan Szymanski (2009). <i>Soccernomics</i>. Nation Books</p> <p>* Timo Jankowski (2015). <i>Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team</i>. Meyer &amp; Meyer</p> <p>* David Sumpter (2016). <i>Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game</i>. Bloomsbury</p> <p>* Tifo-The Athletic (2022). <i>How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch</i>. Particular Books</p> <p>* James Tippett (2019). <i>The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football</i>. Independently Published</p> <p>* Jonathan Wilson (2008). <i>Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics</i>. Orion</p>		
Voraussetzungen / Besonderes	Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li> <li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li> <li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li> </ul>				
Inhalt	<p>As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.</p> <p>The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.</p>				
<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society</b> <i>Open to all Master level / PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleight</b>
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	<p>Explain relevant concepts in ethics. Evaluate the ethical dimensions of new technology uses. Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible. Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts. Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice Work in a more ethically reflective way</p>				
Inhalt	<p>The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.</p> <p>The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.</p> <p>A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

<b>860-0024-00L</b>	<b>Digital Society: Ethical, Societal and Economic Challenges</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, C. I. Hausladen</b>
Kurzbeschreibung	This seminar will address ethical challenges coming along with new digital technologies such as cloud computing, Big Data, artificial intelligence, cognitive computing, quantum computing, robots, drones, Internet of Things, virtual reality, blockchain technology, and more.				
Lernziel	Participants shall learn to understand that any technology implies not only opportunities but also risks. It is important to understand these well in order to minimize the risks and maximize the benefits. In some cases, it is highly non-trivial to identify and avoid undesired side effects of technologies. The seminar will sharpen the attention how to design technologies for values, also called value-sensitive design or ethically aligned design.				
Inhalt	Will be provided on Moodle.				
Skript	Will be provided on Moodle.				
Literatur	<p>Ethically Aligned Design Version 1: <a href="https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v1.pdf">https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v1.pdf</a> Version 2: <a href="https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v2.pdf">https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v2.pdf</a></p> <p>Value-Sensitive Design <a href="https://www.amazon.com/Value-Sensitive-Design-Technology-Imagination-ebook/dp/B08BT4F6L2/">https://www.amazon.com/Value-Sensitive-Design-Technology-Imagination-ebook/dp/B08BT4F6L2/</a></p> <p>Handbook of Ethics, Values and Technological Design <a href="https://www.amazon.com/Handbook-Ethics-Values-Technological-Design/dp/9400769695/">https://www.amazon.com/Handbook-Ethics-Values-Technological-Design/dp/9400769695/</a></p> <p>Thinking Ahead <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783319150772">https://www.springer.com/gp/book/9783319150772</a></p> <p>Towards Digital Enlightenment <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-90869-4">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-90869-4</a></p> <p>Künstliche Intelligenz und Maschinisierung des Menschen <a href="https://www.amazon.com/Künstliche-Intelligenz-Maschinisierung-Menschen/dp/3869625120">https://www.amazon.com/Künstliche-Intelligenz-Maschinisierung-Menschen/dp/3869625120</a></p> <p>Move Fast and Break Things: How Facebook, Google, and Amazon Cornered Culture and Undermined Democracy (J Taplin) <a href="https://bookshop.org/books/move-fast-and-break-things-how-facebook-google-and-amazon-cornered-culture-and-undermined-democracy">https://bookshop.org/books/move-fast-and-break-things-how-facebook-google-and-amazon-cornered-culture-and-undermined-democracy</a></p> <p>How Humans Judge Machines <a href="https://www.amazon.co.uk/Humans-Judge-Machines-Cesar-Hidalgo/dp/0262045524/">https://www.amazon.co.uk/Humans-Judge-Machines-Cesar-Hidalgo/dp/0262045524/</a></p> <p>Ethics of smart cities <a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/13/20/11162">https://www.mdpi.com/2071-1050/13/20/11162</a></p> <p>The ethics of AI in health care: a mapping review <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953620303919">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953620303919</a></p> <p>Soft Ethics and the Governance of the Digital <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0303-9">https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0303-9</a></p> <p>The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09517-8">https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09517-8</a></p> <p>Principles of robotics: regulating robots in the real world <a href="https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540091.2016.1271400">https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540091.2016.1271400</a></p> <p>The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation <a href="https://arxiv.org/abs/1802.07228">https://arxiv.org/abs/1802.07228</a></p> <p>Will Democracy Survive Big Data and Artificial Intelligence? <a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4_7">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90869-4_7</a></p>				
	Further literature will be recommended in the lectures.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>To earn credit points, students will have to read the relevant literature on one of the above technologies and give a presentation about the ethical implications. Both, potential problems and possible solutions shall be carefully discussed. Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.</p> <p>Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.</p> <p>Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.</p>				



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft gefördert gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

## ►► D-ITET

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
851-0585-38L	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b> <i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliauskaite</b>
Kurzbeschreibung	<p><i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS</i></p> <p>This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.</p>				
Lernziel	<p>The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems.</li> <li>2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses.</li> <li>3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.</li> </ol>				
Inhalt	Will be provided on a separate course webpage.				
Skript	Slides will be provided.				
Literatur	<p>Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media. <a href="https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392">https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392</a></p> <p>Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., &amp; Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124. <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766</a></p> <p>Chakrabarti, A., Bakar, K., &amp; Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108953597 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDF446D2D4323A8">https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDF446D2D4323A8</a></p> <p>Brunton, S. L., &amp; Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press. <a href="https://www.databookuw.com/">https://www.databookuw.com/</a></p>				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Further literature will be recommended in the lectures.</p> <p>Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.</p> <p>We recommend this course for students in the 4th semester or above.</p> <p>Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.</p> <p>Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.</p> <p>Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft	
		Verfahren und Technologien	geprüft	
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
		Entscheidungsfindung	geprüft	
		Medien und digitale Technologien	geprüft	
		Problemlösung	geprüft	
		Projektmanagement	geprüft	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	geprüft
			Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert	
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft	
		Verhandlung	gefördert	
Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	geprüft	
		Kreatives Denken	geprüft	
		Kritisches Denken	geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft	
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft	
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft	

<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.				
	* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				

<b>851-0740-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				

<b>851-0252-01L</b>	<b>Human-Computer Interaction: Cognition and Usability</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>C. Hölscher, I. Barisic, B. Davison</b>
Kurzbeschreibung	This seminar will introduce key topics, theories and methodology in human-computer interaction (HCI) and usability, with a focus on applying them to real situations.				
Lernziel	Presentations will cover the basics of human-computer interaction and selected topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>● History of HCI</li> <li>● Research ethics</li> <li>● Literature reviews</li> <li>● Participant-free methods: cognitive walkthrough and heuristic evaluation</li> <li>● Card sorting and information architecture</li> <li>● Usability studies</li> <li>● Unmoderated research and diary studies</li> <li>● Surveys</li> <li>● User Logs and metric frameworks</li> </ul> <p>On a weekly basis, students will conduct authentic research in class covering the topics above. They will submit their in-class research results regularly and also present their findings to the class once per semester.</p> <p>The final project demonstrates class topic adoption by deeply exploring one HCI problem using the covered methods and tools. Students will choose a research topic and execute their research plan. They will individually write a formal report including problem definition, literature review, methodology, findings and discussion.</p>				

<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>
Kurzbeschreibung	<i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i> The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				

Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
<b>851-0727-01L</b>	<b>Telekommunikationsrecht</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-INFK, D-ITET</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>C. von Zedtwitz</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Grundzüge des Telekommunikationsrechts für Nicht-Juristen.				
	Die Vorlesung Telekommunikationsrecht befasst sich mit den rechtlichen Grundlagen und Prinzipien der Bereitstellung und des Betriebs von Telekommunikationsnetzen (Festnetz- und Mobilfunkbereich).				
Lernziel	Lernziel ist die Kenntnis und das Verständnis der wichtigsten rechtlichen Konzepte des Schweizer Rechts am Beispiel des Telekommunikationsrechts (rechtlicher Rahmen des Einsatzes und der Kommerzialisierung von Informations- und Telekommunikationstechnologie). Die Veranstaltung erfordert keine juristischen Vorkenntnisse.				
Inhalt	1. Geschichte des Telekommunikationsrechts (vom Monopol zum Wettbewerb) 2. Netzzugangsregelungen (essential facility doctrine, Zugangsformen) 3. Grundversorgung/Service Public (wieviel Staat braucht der Markt) 4. Telefonabonnementsverträge (Festnetz und Mobilfunk) 5. Mobilfunkstrahlung (NISV) 6. Überwachung des Fernmeldeverkehrs (öffentliche vs. private Interessen) 7. SPAM-Verhinderung (Pflichten der Netzbetreiber)				
Skript	Es wird mit Powerpoint-Slides gearbeitet, die über eine Website vorgängig abrufbar sein werden. Zusätzlich werden vor der Stunde Download-Links für die passenden Gesetzestexte und weitere Unterlagen auf der Website abgelegt.				
Literatur	Keine Pflichtliteratur vorgesehen.				
Voraussetzungen / Besonderes	Die Semesterendprüfung ist in Form eines schriftlichen Kurztests in der letzten oder vorletzten Stunde geplant. Es wird noch angegeben, welche Unterlagen beim jeweiligen Thema den Prüfungsstoff definieren.				
<b>860-0022-00L</b>	<b>Complexity and Global Systems Science</b> <i>Prerequisites: solid mathematical skills.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>D. Helbing, C. Carissimo, A. Musso</b>
	<i>Particularly suitable for students of D-ITET, D-MAVT and ISTP</i>				
Kurzbeschreibung	This course discusses complex techno-socio-economic systems, their counter-intuitive behaviors, and how their theoretical understanding empowers us to solve some long-standing problems that are currently bothering the world.				
Lernziel	Participants should learn to get an overview of the state of the art in the field, to present it in a well understandable way to an interdisciplinary scientific audience, to develop models for open problems, to analyze them, and to defend their results in response to critical questions. In essence, participants should improve their scientific skills and learn to think scientifically about complex dynamical systems.				
Inhalt	This course starts with a discussion of the typical and often counter-intuitive features of complex dynamical systems such as self-organization, emergence, (sudden) phase transitions at "tipping points", multi-stability, systemic instability, deterministic chaos, and turbulence. It then discusses phenomena in networked systems such as feedback, side and cascading effects, and the problem of radical uncertainty. The course progresses by demonstrating the relevance of these properties for understanding societal and, at times, global-scale problems such as traffic jams, crowd disasters, breakdowns of cooperation, crime, conflict, social unrests, political revolutions, bubbles and crashes in financial markets, epidemic spreading, and/or "tragedies of the commons" such as environmental exploitation, overfishing, or climate change. Based on this understanding, the course points to possible ways of mitigating techno-socio-economic-environmental problems, and what data science may contribute to their solution.				
Skript	"Social Self-Organization Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior" Helbing, Dirk ISBN 978-3-642-24004-1				
Literatur	Philip Ball Why Society Is A Complex Matter <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783642289996">https://www.springer.com/gp/book/9783642289996</a>  Globally networked risks and how to respond Nature: <a href="https://www.nature.com/articles/nature12047">https://www.nature.com/articles/nature12047</a>  Global Systems Science and Policy <a href="https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214">https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28004/1001993.pdf?sequence=1#page=214</a>  Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications <a href="https://www.springer.com/gp/book/9783540752608">https://www.springer.com/gp/book/9783540752608</a>  Further links:  <a href="http://global-systems-science.org">http://global-systems-science.org</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS-06-06-2013-F1.pdf</a>  <a href="http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf">http://www.global-systems-science.org/wp-content/uploads/2013/06/GSS_SynthesisPaper_070613_final.pdf</a>  Further literature will be recommended in the lectures.				

Voraussetzungen / Besonderes	Mathematical skills can be helpful.  Students need to present a new subject, for which they have not earned any credit points before.  Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.  Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	gefördert		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	geprüft		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	gefördert		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft		
<b>851-0739-01L</b>	<b>Language Models for Law and Social Science</b> <i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Ash</b>
Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.				
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.				
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.  We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.				
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	The course aims are: 1. To introduce students to the historicity of mathematics 2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view 3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects 4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics 5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices				
<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				
Lernziel	Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.				
Inhalt	First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on. Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed. Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects. An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy. Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.				
Literatur	Adams, A., & Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.  Cranor, L. F., & Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."  Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.				

Voraussetzungen / Besonderes	The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.				
Kompetenzen	However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		gefördert	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft		
	Kooperation und Teamarbeit		gefördert		
	Sensibilität für Vielfalt		gefördert		
Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		gefördert		
	Kritisches Denken		geprüft		
<b>851-0602-00L</b>	<b>Shaping a DCent.Society: Assessing Societal Implications of Bitcoin, Blockchains &amp; Smart Contracts</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. M. Dapp</b>
Kurzbeschreibung	The course investigates the long-term implications of decentralizing our societies through blockchain technology. Students critically reflect economic, political, ecological, and social implications of the Bitcoin cryptocurrency and the Ethereum smart contract platform including decentralized finance seen from economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.				
Lernziel	<p>Explain the paradigm shift from Web 2.0 to Web 3.0</p> <p>Describe the design and emergent properties of decentralized systems</p> <p>Hypothesize about the economic, political, ecological, and social implications of Bitcoin, Ethereum, and decentralized finance</p> <p>Integrate ethical and governance considerations into the design of cryptoeconomic systems</p> <p>Justify own position about societal implications of the decentralization of society</p>				
Inhalt	<p>* What if Bitcoin, Ethereum, &amp; Co. will be wildly successful and flourish long-term?</p> <p>* Which parts of our economies and societies would they affect? Could we indeed redesign our societies towards more sustainable action, more democratic governance, and more equitable finance by envisioning new ways of organizing, coordinating, and acting collectively? Or is this all make-belief because, after all, the Internet also under-delivered in important aspects of its huge promises? How can we critically reflect on the long-term implications of decentralizing technologies on our societies?</p> <p>* Bitcoin is dividing the world. Due to its erratic price movements, some view it as a useless Ponzi scheme at best and a state-interfering, finance-destabilizing "thing" at worst. Others, however herald it as the most important invention since the Internet or the printing press. In any case, the questions raised by Bitcoin are not only of academic interest: What is money? Is our money system the best possible? We organize everything democratically, why not money? Will Bitcoin supercharge renewable energy or do we need to switch it off to save the planet? Could it even bring peace by making wars unaffordable or is this a preposterous claim?</p> <p>* Ethereum and smart contracts, and decentralized applications seem to be less contentious and have caught the interest of companies and governments for their specific technical characteristics. However, where is the evidence that Decentralized Finance is beneficial outside a digital bubble of insiders? Will unstoppable algorithms empower us or create rigid machines steering our behavior?</p> <p>* What to make of this extremely polarized debate and how to come to reasonable own conclusions when imagining the decentralization of society? The course aims to connect the cultural and historical preconditions to the long-term societal implications of Bitcoin, Ethereum, smart contracts, and DeFi. We will research and critically reflect economic, political, ecological and ethical consequences with the aim to formulate our own informed opinions about what is currently happening and what might happen in the future.</p> <p>* To achieve this multi-disciplinary goal, we establish a common understanding of the technologies and inner workings of Bitcoin and Ethereum in the first part. We discuss selected aspects such as open source software, cryptography, cryptoeconomics, incentives, and complex systems. Why and how is Bitcoin a "trustless" system – or is it not? Why is an absolute scarce digital asset desirable – or is it not? Why and how is Ethereum a "world computer" – or is it not? Why is an unstoppable system of dApps and decentralized autonomous organizations (DAOs) a big deal – or is it not? For a full picture, we will also examine other developments such as Decentralized Finance (DeFi), stablecoins, and Central Bank Digital Currencies (CBDC).</p> <p>* With this overview and background we will move to the main part of the course, in which we go into depth on the potential societal implications of Bitcoin, Ethereum &amp; Co. We will be covering various domains such as our current and future money systems, freedom and control of transactions, incentive design &amp; social behavior, sustainability &amp; energy production, individual sovereignty &amp; state control, democracy &amp; geopolitics. We will thus be exploring connections between blockchain protocols and economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.</p> <p>* Students are regularly invited to voice their views and debate in ad-hoc interventions. In teams, they build their own critical analysis and arguments about a specific issue chosen from a list of current topics. In the final part of the course, teams will present their conclusions in a thought-provoking report and defend it in a presentation, ideally causing reflection and debate among their peers on how the decentralization of our societies should unfold.</p>				
Skript	Lecture slides and materials will be distributed on a weekly basis.				

Literatur Alden (2023). Broken Money. Timestamp Press. <https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU> and <https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8>

Ammous (2018). The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Hoboken, New Jersey: Wiley. Lex Fridman interview #284: [https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH\\_T6A](https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A)

Ammous (2021). The Fiat Standard: The Debt Slavery Alternative to Human Civilization. Saif House. <https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho>

Antonopoulos (2017). Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain. 2nd ed. O'Reilly Media. <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook>.

Antonopoulos and Wood (2018). Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps. O'Reilly Media. <https://github.com/ethereumbook/ethereumbook>.

Antonopoulos, Osuntokun, and Pickhardt (2021). Mastering the Lightning Network. O'Reilly Media. <https://github.com/lnbook/lnbook>.

Ballandies, Dapp and Pournaras (2022). Decrypting distributed ledger design: taxonomy, classification and blockchain community evaluation. Cluster Computing 25, 1817–1838 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w>

CoinGecko (2021), How to DeFi: Beginner + Advanced. Independently published on Amazon. (2 books)

Dalio (2018). Principles for Navigating Big Debt Crises. Greenleaf Book Group. <https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs>

Dalio (2021). Principles for Dealing with the Changing World Order. Simon & Schuster. <https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8>

Dapp (2021). From Fiat to Crypto: The Present and Future of Money. In: Dapp, M.M., Helbing, D., Klauser, S. (eds) Finance 4.0 - Towards a Socio-Ecological Finance System. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1) (PDF, open access)

Dapp (2019). Toward a Sustainable Circular Economy Powered by Community-Based Incentive Systems, In: Business Transformation Through Blockchain, edited by Horst Treiblmaier and Roman Beck. Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6)

Gladstein (2022). Check Your Financial Privilege: Inside the Global Bitcoin Revolution. BTC Media. Lex Fridman interview #231: <https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0>

Meyer, Welpel, and Sandner (2022). "Decentralized Finance – A Systematic Literature Review and Research Directions" (2022). ECIS 2022 Research Papers. 25. [https://aisel.aisnet.org/ecis2022\\_rp/25](https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25)

Svanholm (2020). Bitcoin: Independence reimagined. Independently published on Amazon. <https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc>

Svanholm (2019). Bitcoin: Sovereignty through Mathematics. Independently published on Amazon. <https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA>

Voraussetzungen / Besonderes Voskuil (2020). Cryptoeconomics. 2nd edition. Independently published on Amazon. <https://voskuil.org/cryptoeconomics/> (free PDF)

For this ambitious and interactive course, we hope to attract students who are motivated by tackling large societal challenges with new decentralized approaches to human coordination. We think students with an open mind and interest in interdisciplinary aspects of their field of study will benefit most from this course. Programming experience is not strictly required but some basics about computer science may be helpful to see the potential societal implications of this new technology paradigm. The class composition aims for some minimum diversity in academic backgrounds.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

**851-0367-00L Introduction to Human Mind through Neuroscience, 4E Cognition and Systems Theory W 2 KP 2G H. Poikonen**

Kurzbeschreibung In this course, we will discuss the origin of neuroscience starting from the historical perspective of mind-body dualism and the roots of neuroscience in analytical philosophy. We will dismantle the assumption of human brain as a machine and understand its analog and context-dependent nature with phenomenology, sociology, and systemic thinking.

Lernziel	<p>Students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn to situate neuroscience among philosophical and social perspectives on the human mind.</li> <li>- Critically reflect upon and understand the epistemology of neuroscientific evidence.</li> <li>- Learn the basics of brain imaging study design and analysis (EEG) and compare them to phenomenological and systemic study designs.</li> <li>- Complete a final short paper on a subtopic related to human mind from neuroscientific, phenomenological, and systemic perspectives.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstrate a critical understanding of neuroscience in philosophical and sociological contexts.</li> <li>- Understand the basics of neuroscientific, phenomenological, and systemic study designs.</li> <li>- Apply understanding on human mind to different socio-cultural settings.</li> </ul>				
Inhalt	<p>On the course, students will be introduced to the challenges of the neuroscientific study design in socio-cultural settings, and their perspective on human mind will be broadened from brain to phenomenological and systemic approaches. A key focus will be to understand the limits, the common pitfalls, and misconceptions about brain research, and in turn, critically reflect upon, question, and understand the epistemology of neuroscientific evidence. In this course, participants will learn in a hands-on manner the basics of study designs investigating the human mind. Participants will learn the core factors of brain imaging, phenomenological and systemic study designs, and further, they will be able to interpret the brain imaging results critically within the real-world context the data were collected. Students from any discipline are welcome to this course to learn in theoretical and hands-on manners if and how brain research can improve our understanding of the human mind in real-world situations in parallel with phenomenology and social sciences.</p>				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthe, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	<p>This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.</p>				
Lernziel	<p>The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.</p>				
Inhalt	<p>The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.</p>				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b> <i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	<p>Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.</p>				
Lernziel	<p>Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.</p>				
Inhalt	<p>The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>- history of measurement and analytics in sports</li> <li>- laws of the game: equipment, space, time, actors</li> <li>- data: match, event, tracking; sources, availability, uses</li> </ul> </li> <li>2. Outcomes <ul style="list-style-type: none"> <li>- competitions: tournaments, leagues</li> <li>- ranking teams: coefficients, latent strengths</li> <li>- predicting results: odds, statistics</li> </ul> </li> <li>3. Individual Actions <ul style="list-style-type: none"> <li>- running: heatmaps, trajectories, pitch control</li> <li>- passing: networks, line breaking, crosses</li> <li>- shooting: expected goals, expected points</li> </ul> </li> <li>4. Match Phases <ul style="list-style-type: none"> <li>- set pieces: penalties, free kicks, etc.</li> <li>- game cycle: states, principles, expected threat</li> </ul> </li> <li>5. Collective Behavior <ul style="list-style-type: none"> <li>- formations: positions, shapes</li> <li>- lineups: composition, contributions</li> </ul> </li> <li>6. Environment <ul style="list-style-type: none"> <li>- recruitment: player profiles, transfer market, agents</li> <li>- governance: clubs, leagues, associations, confederations</li> <li>- engagement: attendance, merchandise, social media</li> </ul> </li> </ol> <p>In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.</p> <p>This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering.</p>				

Literatur	Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Chris Anderson &amp; David Sally (2011). <i>The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong</i>. Penguin Books</li> <li>* Christoph Biermann (2019). <i>Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution</i>. Bonnier Books</li> <li>* Tobias Escher (2020). <i>Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert</i>. Rowohlt</li> <li>* Simon Kuper &amp; Stefan Szymanski (2009). <i>Soccernomics</i>. Nation Books</li> <li>* Timo Jankowski (2015). <i>Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team</i>. Meyer &amp; Meyer</li> <li>* David Sumpter (2016). <i>Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game</i>. Bloomsbury</li> <li>* Tifo-The Athletic (2022). <i>How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch</i>. Particular Books</li> <li>* James Tippett (2019). <i>The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football</i>. Independently Published</li> <li>* Jonathan Wilson (2008). <i>Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics</i>. Orion</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b> <i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li> <li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li> <li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li> </ul>				
Inhalt	As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.				
	The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.				

## ►► D-MATH

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0740-00L</b>	<b>Big Data, Law, and Policy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2S</b>	<b>S. Bechtold</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to societal perspectives on the big data revolution. Discussing important contributions from machine learning and data science, the course explores their legal, economic, ethical, and political implications in the past, present, and future.				
Lernziel	This course is intended both for students of machine learning and data science who want to reflect on the societal implications of their field, and for students from other disciplines who want to explore the societal impact of data sciences. The course will first discuss some of the methodological foundations of machine learning, followed by a discussion of research papers and real-world applications where big data and societal values may clash. Potential topics include the implications of big data for privacy, liability, insurance, health systems, voting, and democratic institutions, as well as the use of predictive algorithms for price discrimination and the criminal justice system. Guest speakers, weekly readings and reaction papers ensure a lively debate among participants from various backgrounds.				
<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	The course aims are: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. To introduce students to the historicity of mathematics</li> <li>2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view</li> <li>3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects</li> <li>4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics</li> <li>5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices</li> </ol>				
<b>851-0197-00L</b>	<b>Medieval and Early Modern Science and Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Sammarchi</b>
Kurzbeschreibung	The course examines several aspects of the interconnections between science and philosophy from the Middle Ages to the early modern times.				



Lernziel	The course aims are: - to introduce students to the history of science; - to introduce students to the philosophical dimension of science; - to develop a critical understanding of scientific notions; - to acquire skills in order to analyse and comment on primary and secondary sources.				
Inhalt	The course is focused on the investigation of scientific thought between 1000 and 1700, that is to say the period that saw the flourishing of natural philosophy, and the birth of the modern scientific method. Several case-studies, taken from different scientific fields (especially mathematics, astronomy, and experimental sciences) are presented in class in order to study the interconnections between science and philosophy, as well as the shift from the medieval to the early modern world.				
Literatur	(main reference) Rossi, Paolo, The birth of Modern science, Oxford : Blackwek Publishers, 2001				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft	
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken		geprüft	
		Kritisches Denken		geprüft	
		Integrität und Arbeitsethik		geprüft	
<b>851-0638-00L</b>	<b>Network Clustering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Network Science is a distinct domain of data science studying relations between nodes. This course is mainly concerned with methods for clustering networks, from decomposition of networks into classes of proximate or similar nodes to grouping similarly structured networks. However, methods are treated in relation to the broader context of data science in society and the study of social structure.				
Lernziel	Students will gain insight into the application of network clustering methods with reference to the social and behavioral sciences. Through discussion and analysis of case studies, students will reflect on the social phenomena and questions of social structure and behavior that can be investigated with these methods, and will appreciate the difficulties that arise in empirical application.				
Inhalt	The following topics will be covered: * Community detection * Positional/role analysis * Generalized and stochastic blockmodeling * Network ensembles				
<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.				
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.				
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.				
<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
	<i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>				
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
	<i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i>				
Kurzbeschreibung	Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				

- Inhalt The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.
1. Introduction
    - history of measurement and analytics in sports
    - laws of the game: equipment, space, time, actors
    - data: match, event, tracking; sources, availability, uses
  2. Outcomes
    - competitions: tournaments, leagues
    - ranking teams: coefficients, latent strengths
    - predicting results: odds, statistics
  3. Individual Actions
    - running: heatmaps, trajectories, pitch control
    - passing: networks, line breaking, crosses
    - shooting: expected goals, expected points
  4. Match Phases
    - set pieces: penalties, free kicks, etc.
    - game cycle: states, principles, expected threat
  5. Collective Behavior
    - formations: positions, shapes
    - lineups: composition, contributions
  6. Environment
    - recruitment: player profiles, transfer market, agents
    - governance: clubs, leagues, associations, confederations
    - engagement: attendance, merchandise, social media

In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.

This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering.

Literatur Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.

- \* Chris Anderson & David Sally (2011). *The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong*. Penguin Books
- \* Christoph Biermann (2019). *Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution*. Bonnier Books
- \* Tobias Escher (2020). *Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert*. Rowohlt
- \* Simon Kuper & Stefan Szymanski (2009). *Soccernomics*. Nation Books
- \* Timo Jankowski (2015). *Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team*. Meyer & Meyer
- \* David Sumpter (2016). *Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game*. Bloomsbury
- \* Tifo-The Athletic (2022). *How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch*. Particular Books
- \* James Tippett (2019). *The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football*. Independently Published
- \* Jonathan Wilson (2008). *Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics*. Orion

Voraussetzungen / Besonderes Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

851-0742-01L	Contract Design II	W	1 KP	1U	A. Stremitzer
	<i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>				
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera (diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				

## ►► D-MATL

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				
Inhalt	<p>1. Privatrecht Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.</p> <p>2. Öffentliches Recht Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahrenrecht, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.</p>				
Literatur	Moodle Link: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert
<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				
Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization</li> <li>* basics of battery operation, manufacturing, and integration</li> <li>* intro to the role of policy for energy storage innovation &amp; diffusion</li> <li>* discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage</li> </ul>				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				

<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteufeln die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.				
Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.				
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft

<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
	<i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>				
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				

## ►► D-MTEC

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0585-38L</b>	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliaskaite</b>
	<i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i>				
	<i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS</i>				
Kurzbeschreibung	This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.				
Lernziel	The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to: 1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems. 2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses. 3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.				
Inhalt	Will be provided on a separate course webpage.				
Skript	Slides will be provided.				
Literatur	Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media. <a href="https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392">https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392</a>  Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124. <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766</a>  Chakrabarti, A., Bakar, K., & Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108953597 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8">https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8</a>  Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press. <a href="https://www.databookuw.com/">https://www.databookuw.com/</a>  Further literature will be recommended in the lectures.				

Voraussetzungen / Besonderes	Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.				
	We recommend this course for students in the 4th semester or above.				
	Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.				
	Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.				
	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien		geprüft	
		Verfahren und Technologien		geprüft	
		Analytische Kompetenzen		geprüft	
	Methodenspezifische Kompetenzen	Entscheidungsfindung		geprüft	
		Medien und digitale Technologien		geprüft	
		Problemlösung		geprüft	
		Projektmanagement		geprüft	
		Soziale Kompetenzen	Kommunikation		geprüft
			Kooperation und Teamarbeit		geprüft
	Kundenorientierung			gefördert	
	Persönliche Kompetenzen	Menschenführung und Verantwortung		geprüft	
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme		geprüft	
		Sensibilität für Vielfalt		geprüft	
		Verhandlung		gefördert	
		Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität		geprüft
Kreatives Denken				geprüft	
Kritisches Denken				geprüft	
Integrität und Arbeitsethik				geprüft	
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion				geprüft	
Selbststeuerung und Selbstmanagement			geprüft		
<b>351-0578-00L</b>	<b>Einführung in die Wirtschaftspolitik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1V</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
	<i>Nicht für Studierende, die zum D-MTEC gehören!</i>				
Kurzbeschreibung	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.				
Lernziel	Erster Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik. Grundsätzliches Verständnis von wirtschaftspolitischen Mechanismen.				
Inhalt	Wirtschaftspolitik ist die Gesamtheit aller Massnahmen von staatlichen Institutionen mit denen das Wirtschaftsgeschehen geregelt und gestaltet wird. Die Vorlesung bietet einen ersten Zugang zur Theorie der Wirtschaftspolitik.				
	Gliederung der Vorlesung:				
	1.) Wohlfahrtsökonomische Grundlagen: Wohlfahrtsfunktion, Pareto-Optimalität, Wirtschaftspolitik als Mittel-Zweck-Analyse u.a.				
	2.) Wirtschaftsordnungen: Geplante und ungeplante Ordnung				
	3.) Wettbewerb und Effizienz: Hauptsätze der Wohlfahrtsökonomik, Effizienz von Wettbewerbsmärkten				
	4.) Wettbewerbspolitik: Sicherstellung einer wettbewerblichen Ordnung				
	Gründe für Marktversagen:				
	5.) Externe Effekte				
	6.) Öffentliche Güter				
	7.) Natürliche Monopole				
	8.) Informationsasymmetrien				
	9.) Anpassungskosten				
	10.) Irrationalität				
	11.) Wirtschaftspolitik und Politische Ökonomie				
	Die Vorlesung beinhaltet Anwendungsbeispiele und Exkurse, um eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis der Wirtschaftspolitik herzustellen. Z. B. Verteilungseffekte von wirtschaftspolitischen Massnahmen, Kartellpolitik am Ölmarkt, Internalisierung externer Effekte durch Emissionshandel, moralisches Risiko am Finanzmarkt, Nudging, zeitinkonsistente Präferenzen im Bereich der Gesundheitspolitik				
Skript	Ja (in Form von Vorlesungsslides).				
<b>363-0532-00L</b>	<b>Ökonomische Theorie der Nachhaltigkeit</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	
	<i>Findet dieses Semester nicht statt.</i>				
Kurzbeschreibung	Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit; Modelle des neoklassischen und des endogenen Wachstums; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitution und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve; Nachhaltigkeitspolitik				
Lernziel	Die Studierenden sollen ein wissenschaftliches Verständnis für die Implikationen nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf das langfristige Wachstum von Volkswirtschaften entwickeln. Es soll herausgearbeitet werden, inwieweit das Potential für ein nachhaltiges Wachstum von Substitutionsmöglichkeiten, technologischem Fortschritt und umweltpolitischen Eingriffen des Staates abhängig ist. Nach einem erfolgreichen Abschluss dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage:				
	1. die Ursachen der langfristigen Entwicklung von Wirtschaften zu verstehen				
	2. den Einfluss von natürlichen Ressourcen und von Umweltverschmutzung auf die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu analysieren				
	3. die Rolle der Politik für die Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele zweckmässig einzuordnen.				

Inhalt	Die Studierenden werden zunächst mit unterschiedlichen Konzepten und Paradigmen nachhaltiger Entwicklung vertraut gemacht. Aufbauend auf dieser Grundlage werden Bedingungen für nachhaltiges Wachstum bei Umweltverschmutzung und knappen natürlichen Ressourcen näher beleuchtet. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle von Substitutionsmöglichkeiten und technischem Fortschritt für die Ueberwindung von Ressourcenknappheit. Auswirkungen von Umweltexternalitäten werden in Bezug auf mögliche Ansatzpunkte für wirtschafts- und umweltpolitische Eingriffe des Staates betrachtet. Konzepte und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung, Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsoptimismus vs. pessimismus; Einführung in Modelle neoklassischen und endogenen Wachstums; Umweltverschmutzung, Umweltpolitik und Wachstum; Rolle der Substitutionselastizität und des technischen Fortschritts; Environmental Kuznets Curve: Grundkonzept, theoretische Elemente, empirische Resultate; Wirtschaftswachstum bei nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen, Hartwick-Regel, Konsumententwicklung bei zinsabhängigem Sparen, ressourcensparender technischer Fortschritt.
Skript	Die Folien zur Veranstaltung werden vorlesungsbegleitend über Internet zugänglich gemacht.
Literatur	Bretschger, F. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.  Bretschger, L. (2004), Wachstumstheorie, Oldenbourg, 3. Auflage, München.  Bretschger, L. (2018), Greening Economy, Graying Society, CER-ETH Press, ETH Zurich.  Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray and M. Common (2011), Natural Resource and Environmental Economics, Longman , 4th ed., Essex.  Neumayer, E. (2003), Weak and Strong Sustainability, 2nd ed., Cheltenham: Edward Elgar.

Weitere Literaturangaben in der Vorlesung

751-1500-00L	Entwicklungsökonomik	W	3 KP	2V	I. Günther, K. Harttgen
Kurzbeschreibung	Einführung in theoretische und empirische Grundlagen wirtschaftlicher Entwicklung. Theorie der Wirtschaftspolitik für Armutsreduktion.				
Lernziel	Das Ziel dieser Vorlesung besteht darin, die Studierenden in grundlegende entwicklungsökonomische und damit verwandte wirtschafts- und entwicklungspolitische Zusammenhänge einzuführen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer theoretischen und empirischen Einführung in die Konzepte der Armutsreduktion und Fragen der Bekämpfung von sozioökonomischer Ungleichheit. Davon ausgehend werden wichtige exogene und interne Triebkräfte erörtert, die wirtschaftliche Entwicklung und Armutsreduktion fördern oder behindern sowie wirtschafts- und entwicklungspolitische Maßnahmen besprochen, um globale Armut zu überwinden. Im Einzelnen wird dabei auf folgende Themen eingegangen:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung von Entwicklung, Armut und Ungleichheit</li> <li>- Theorien des Wirtschaftswachstums</li> <li>- Handel und Entwicklung</li> <li>- Bildung, Gesundheit, Bevölkerung und Entwicklung</li> <li>- Rolle des Staates und von Institutionen</li> <li>- Fiskal-, Geld- und Wechselkurspolitik.</li> </ul>				
Skript	Keines.				
Literatur	Günther, Harttgen und Michaelowa (2020): Einführung in die Entwicklungsökonomik.				
Voraussetzungen / Besonderes	<p>Besonderes: Flipped class room: Die Veranstaltung besteht aus einem Seminarteil, aus eigener Literaturarbeit sowie der Bearbeitung von Aufgabenblättern.</p> <p>Die Vorlesung basiert auf: Günther, Harttgen und Michaelowa (2019): Einführung in die Entwicklungsökonomik. Einzelne Kapitel müssen jeweils vor den Veranstaltungen gelesen werden. In den Veranstaltungen wird das Gelesene diskutiert und angewendet. Auch werden offene Fragen der Kapitel und Übungen besprochen.</p>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken			geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
851-0732-03L	Intellectual Property: An Introduction	W	2 KP	2V	R. Zingg
	<i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>				
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				
Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
851-0739-01L	Language Models for Law and Social Science	W	3 KP	2V	E. Ash
	<i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MTEC</i>				

Kurzbeschreibung	This course explores the application of natural language processing techniques to texts in law, politics, and the news media.
Lernziel	Students will be introduced to a broad array of tools in natural language processing (NLP). They will learn to evaluate and apply NLP tools to a variety of problems. The applications will focus on social-science contexts, including law, politics, and the news media. Topics include text classification, topic modeling, transformers, model explanation, and bias in language.
Inhalt	NLP technologies have the potential to assist judges and other decision-makers by making tasks more efficient and consistent. On the other hand, language choices could be biased toward some groups, and automated systems could entrench those biases.  We will explore the use of NLP for social science research, not just in the law but also in politics, the economy, and culture. We will explore, critique, and integrate the emerging set of tools for debiasing language models and think carefully about how notions of fairness should be applied in this domain.
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python is required, and some experience with NLP is highly recommended.

<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				
Lernziel	Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.				
Inhalt	First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on. Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed. Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects. An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy. Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.				
Literatur	Adams, A., & Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.  Cranor, L. F., & Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."  Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.  However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

<b>851-0602-00L</b>	<b>Shaping a DCent.Society: Assessing Societal Implications of Bitcoin, Blockchains &amp; Smart Contracts</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. M. Dapp</b>
Kurzbeschreibung	The course investigates the long-term implications of decentralizing our societies through blockchain technology. Students critically reflect economic, political, ecological, and social implications of the Bitcoin cryptocurrency and the Ethereum smart contract platform including decentralized finance seen from economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.				
Lernziel	Explain the paradigm shift from Web 2.0 to Web 3.0 Describe the design and emergent properties of decentralized systems Hypothesize about the economic, political, ecological, and social implications of Bitcoin, Ethereum, and decentralized finance Integrate ethical and governance considerations into the design of cryptoeconomic systems Justify own position about societal implications of the decentralization of society				

Inhalt	<p>* What if Bitcoin, Ethereum, &amp; Co. will be wildly successful and flourish long-term?</p> <p>* Which parts of our economies and societies would they affect? Could we indeed redesign our societies towards more sustainable action, more democratic governance, and more equitable finance by envisioning new ways of organizing, coordinating, and acting collectively? Or is this all make-belief because, after all, the Internet also under-delivered in important aspects of its huge promises? How can we critically reflect on the long-term implications of decentralizing technologies on our societies?</p> <p>* Bitcoin is dividing the world. Due to its erratic price movements, some view it as a useless Ponzi scheme at best and a state-interfering, finance-destabilizing "thing" at worst. Others, however herald it as the most important invention since the Internet or the printing press. In any case, the questions raised by Bitcoin are not only of academic interest: What is money? Is our money system the best possible? We organize everything democratically, why not money? Will Bitcoin supercharge renewable energy or do we need to switch it off to save the planet? Could it even bring peace by making wars unaffordable or is this a preposterous claim?</p> <p>* Ethereum and smart contracts, and decentralized applications seem to be less contentious and have caught the interest of companies and governments for their specific technical characteristics. However, where is the evidence that Decentralized Finance is beneficial outside a digital bubble of insiders? Will unstoppable algorithms empower us or create rigid machines steering our behavior?</p> <p>* What to make of this extremely polarized debate and how to come to reasonable own conclusions when imagining the decentralization of society? The course aims to connect the cultural and historical preconditions to the long-term societal implications of Bitcoin, Ethereum, smart contracts, and DeFi. We will research and critically reflect economic, political, ecological and ethical consequences with the aim to formulate our own informed opinions about what is currently happening and what might happen in the future.</p> <p>* To achieve this multi-disciplinary goal, we establish a common understanding of the technologies and inner workings of Bitcoin and Ethereum in the first part. We discuss selected aspects such as open source software, cryptography, cryptoeconomics, incentives, and complex systems. Why and how is Bitcoin a "trustless" system – or is it not? Why is an absolute scarce digital asset desirable – or is it not? Why and how is Ethereum a "world computer" – or is it not? Why is an unstoppable system of dApps and decentralized autonomous organizations (DAOs) a big deal – or is it not? For a full picture, we will also examine other developments such as Decentralized Finance (DeFi), stablecoins, and Central Bank Digital Currencies (CBDC).</p> <p>* With this overview and background we will move to the main part of the course, in which we go into depth on the potential societal implications of Bitcoin, Ethereum &amp; Co. We will be covering various domains such as our current and future money systems, freedom and control of transactions, incentive design &amp; social behavior, sustainability &amp; energy production, individual sovereignty &amp; state control, democracy &amp; geopolitics. We will thus be exploring connections between blockchain protocols and economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.</p> <p>* Students are regularly invited to voice their views and debate in ad-hoc interventions. In teams, they build their own critical analysis and arguments about a specific issue chosen from a list of current topics. In the final part of the course, teams will present their conclusions in a thought-provoking report and defend it in a presentation, ideally causing reflection and debate among their peers on how the decentralization of our societies should unfold.</p>
Skript	Lecture slides and materials will be distributed on a weekly basis.
Literatur	<p>Alden (2023). Broken Money. Timestamp Press. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU">https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU</a> and <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8">https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8</a></p> <p>Ammous (2018). The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Hoboken, New Jersey: Wiley. Lex Fridman interview #284: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A">https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A</a></p> <p>Ammous (2021). The Fiat Standard: The Debt Slavery Alternative to Human Civilization. Saif House. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho">https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho</a></p> <p>Antonopoulos (2017). Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain. 2nd ed. O'Reilly Media. <a href="https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook">https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook</a>.</p> <p>Antonopoulos and Wood (2018). Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps. O'Reilly Media. <a href="https://github.com/ethereumbook/ethereumbook">https://github.com/ethereumbook/ethereumbook</a>.</p> <p>Antonopoulos, Osuntokun, and Pickhardt (2021). Mastering the Lightning Network. O'Reilly Media. <a href="https://github.com/lnbook/lnbook">https://github.com/lnbook/lnbook</a>.</p> <p>Ballandies, Dapp and Pournaras (2022). Decrypting distributed ledger design: taxonomy, classification and blockchain community evaluation. Cluster Computing 25, 1817–1838 (2022). <a href="https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w">https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w</a></p> <p>CoinGecko (2021), How to DeFi: Beginner + Advanced. Independently published on Amazon. (2 books)</p> <p>Dalio (2018). Principles for Navigating Big Debt Crises. Greenleaf Book Group. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs">https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs</a></p> <p>Dalio (2021). Principles for Dealing with the Changing World Order. Simon &amp; Schuster. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8">https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8</a></p> <p>Dapp (2021). From Fiat to Crypto: The Present and Future of Money. In: Dapp, M.M., Helbing, D., Klauser, S. (eds) Finance 4.0 - Towards a Socio-Ecological Finance System. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1">https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1</a> (PDF, open access)</p> <p>Dapp (2019). Toward a Sustainable Circular Economy Powered by Community-Based Incentive Systems, In: Business Transformation Through Blockchain, edited by Horst Treiblmaier and Roman Beck. Springer. <a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6</a></p> <p>Gladstein (2022). Check Your Financial Privilege: Inside the Global Bitcoin Revolution. BTC Media. Lex Fridman interview #231: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0">https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0</a></p> <p>Meyer, Welpel, and Sandner (2022). "Decentralized Finance – A Systematic Literature Review and Research Directions" (2022). ECIS 2022 Research Papers. 25. <a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25">https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25</a></p> <p>Svanholm (2020). Bitcoin: Independence reimaged. Independently published on Amazon. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc">https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc</a></p> <p>Svanholm (2019). Bitcoin: Sovereignty through Mathematics. Independently published on Amazon. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA">https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA</a></p> <p>Voskuil (2020). Cryptoeconomics. 2nd edition. Independently published on Amazon. <a href="https://voskuil.org/cryptoeconomics/">https://voskuil.org/cryptoeconomics/</a> (free PDF)</p>
Voraussetzungen / Besonderes	<p>For this ambitious and interactive course, we hope to attract students who are motivated by tackling large societal challenges with new decentralized approaches to human coordination. We think students with an open mind and interest in interdisciplinary aspects of their field of study will benefit most from this course. Programming experience is not strictly required but some basics about computer science may be helpful to see the potential societal implications of this new technology paradigm. The class composition aims for some minimum diversity in academic backgrounds.</p>



Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Entscheidungsfindung	geprüft		
		Medien und digitale Technologien	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
		Projektmanagement	geprüft		
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft		
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft		
		Kundenorientierung	gefördert		
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert		
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft		
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft		
		Verhandlung	geprüft		
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft		
		Kreatives Denken	geprüft		
		Kritisches Denken	geprüft		
Integrität und Arbeitsethik		gefördert			
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion		geprüft			
Selbststeuerung und Selbstmanagement		geprüft			
<b>851-0404-00L</b>	<b>Complexity Lectures</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>O. Del Fabbro, P. Christen</b>
Kurzbeschreibung	These lectures will explore different areas of our scientific and social life where Complexity has a critical impact. The lectures are delivered by researchers from ETH Zurich and abroad, with different disciplinary backgrounds. The goal is therefore to provide a pluralistic conception of Complexity from fields and topics such as sociology, climate research, AI, mathematics, philosophy etc.				
Lernziel	Students will learn to describe, evaluate, compare different conceptions, theories, methods and practices of Complexity from multiple disciplinary perspectives. They will also learn to critically assess their relation to current trends in science, technology, and society.				
Inhalt	Complexity or Complex Systems have become omnipresent in scientific, technological and social life. Economic markets, human brains, ant colonies, the climate, social groups, algorithms: complexity seems to be everywhere, and everybody seems to be dealing with complexity in his very own fashion. Therefore, it is important to critically address the current landscape of Complexity and its subsequent cultural challenges we are faced with. The problems in Complexity require a comprehensive perspective, where social and cultural aspects occupy a central position. In these lectures we propose an interdisciplinary approach, where the social sciences and humanities are as important as engineering, mathematics, physics, chemistry and so on. Complexity will thus not be analyzed and defined abstractly, but we will look at how different research fields deal with complex systems theoretically and practically.				
<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
Kurzbeschreibung	<i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i> This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	<i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i> Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				

- Inhalt The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.
1. Introduction
    - history of measurement and analytics in sports
    - laws of the game: equipment, space, time, actors
    - data: match, event, tracking; sources, availability, uses
  2. Outcomes
    - competitions: tournaments, leagues
    - ranking teams: coefficients, latent strengths
    - predicting results: odds, statistics
  3. Individual Actions
    - running: heatmaps, trajectories, pitch control
    - passing: networks, line breaking, crosses
    - shooting: expected goals, expected points
  4. Match Phases
    - set pieces: penalties, free kicks, etc.
    - game cycle: states, principles, expected threat
  5. Collective Behavior
    - formations: positions, shapes
    - lineups: composition, contributions
  6. Environment
    - recruitment: player profiles, transfer market, agents
    - governance: clubs, leagues, associations, confederations
    - engagement: attendance, merchandise, social media

In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.

This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering.

Literatur Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.

- \* Chris Anderson & David Sally (2011). *The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong*. Penguin Books
- \* Christoph Biermann (2019). *Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution*. Bonnier Books
- \* Tobias Escher (2020). *Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert*. Rowohlt
- \* Simon Kuper & Stefan Szymanski (2009). *Soccernomics*. Nation Books
- \* Timo Jankowski (2015). *Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team*. Meyer & Meyer
- \* David Sumpter (2016). *Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game*. Bloomsbury
- \* Tifo-The Athletic (2022). *How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch*. Particular Books
- \* James Tippett (2019). *The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football*. Independently Published
- \* Jonathan Wilson (2008). *Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics*. Orion

Voraussetzungen / Besonderes Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	gefördert
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	gefördert
		Projektmanagement	gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	gefördert
		Kreatives Denken	gefördert
		Kritisches Denken	gefördert
		Integrität und Arbeitsethik	geprüft
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert

851-0270-00L	Learning from and with Robots	W	2 KP	2S	E. Cross, R. Moffat
Kurzbeschreibung	<i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>				
Lernziel	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered. <ul style="list-style-type: none"> <li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li> <li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li> <li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li> </ul>				

Inhalt	As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.  The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.
--------	--

<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b> <i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera ( <a href="mailto:diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch">diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch</a> ).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				

## ►► D-MAVT

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b> <i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				
Inhalt	1. Privatrecht Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.  2. Öffentliches Recht Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahren, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.				
Literatur	Moodle Link: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a>				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			gefördert
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			gefördert
		Entscheidungsfindung			gefördert
		Medien und digitale Technologien			gefördert
		Problemlösung			gefördert
		Projektmanagement			gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			gefördert
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Kundenorientierung			gefördert
		Menschenführung und Verantwortung			gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
		Verhandlung			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität			gefördert
		Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			gefördert
		Integrität und Arbeitsethik			gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert
		Selbststeuerung und Selbstmanagement			gefördert

<b>851-0732-03L</b>	<b>Intellectual Property: An Introduction</b> <i>Particularly suitable for students of D-ARCH, D-BIOL, D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MATL, D-MTEC.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Zingg</b>
Kurzbeschreibung	The course introduces students to the basics of the intellectual property system and of innovation policy. Areas covered include patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer. The course looks at Swiss, European, U.S. and international law and uses examples from a broad range of technologies. Insights can be used in academia, industry or start-ups.				

Lernziel	Intellectual property issues become more and more important in our society. In order to prepare students for their future challenges in research, industry or start-ups, this course introduces them to the foundations of the intellectual property system. The course covers patent, copyright, trademark, design, know-how protection, open source, and technology transfer law. It explains links to contract, antitrust, Internet, privacy and communications law where appropriate. While the introduction to these areas of the law is designed at a general level, examples and case studies come from various jurisdictions, including Switzerland, the European Union, the United States, and international law.				
	In addition, the course introduces students to the fundamentals of innovation policy. After exposing students to the economics of intellectual property protection, the course asks questions such as: Why do states grant property rights in inventions? Has the protection of intellectual property gone too far? How do advances in biotechnology and the Internet affect the intellectual property system? What is the relationship between open source, open access and intellectual property? What alternatives to intellectual property protection exist?				
	Knowing how the intellectual property system works and what kind of protection is available is useful for all students who are interested in working in academia, industry or in starting their own company. Exposing students to the advantages and disadvantages of the intellectual property system enables them to participate in the current policy discussions on intellectual property, innovation and technology law. The course will include practical examples and case studies as well as guest speakers from industry and private practice.				
<b>227-0664-00L</b>	<b>Technology and Policy of Electrical Energy Storage</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Wood, T. Schmidt</b>
Kurzbeschreibung	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence and growing the use of renewables, developing & implementing energy storage solutions for electric mobility & grid stabilization represent a key technology & policy challenge. This course uses lithium ion batteries as a case study to understand the interplay between technology, economics, and policy.				
Lernziel	The students will learn of the complexity involved in battery research, design, production, as well as in investment, economics and policy making around batteries. Students from technical disciplines will gain insights into policy, while students from social science backgrounds will gain insights into technology.				
Inhalt	With the global emphasis on decreasing CO2 emissions, achieving fossil fuel independence, and integrating renewables on the electric grid, developing and implementing energy storage solutions for electric mobility and grid stabilization represent a key technology and policy challenge. The class will focus on lithium ion batteries since they are poised to enter a variety of markets where policy decisions will affect their production, adoption, and usage scenarios. The course considers the interplay between technology, economics, and policy.				
	* intro to energy storage for electric mobility and grid-stabilization * basics of battery operation, manufacturing, and integration * intro to the role of policy for energy storage innovation & diffusion * discussion of complexities involved in policy and politics of energy storage				
Skript	Materials will be made available on the website.				
Literatur	Materials will be made available on the website.				
Voraussetzungen / Besonderes	Strong interest in energy and technology policy.				
<b>851-0735-14L</b>	<b>Seminar Wirtschaftsrecht: Projektverträge Maschineningenieure</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>P. Peyrot</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-MAVT</i>				
Kurzbeschreibung	Das Seminar führt die Teilnehmer in das Recht der typischen Projektverträge im Maschinen- und Anlagenbau ein. Das Seminar bietet einen besonderen Praxisbezug, indem mit einem Industriepartner ein reale Projekt betrachtet wird.				
Lernziel	Im Berufsleben werden Studierende oft Projektverantwortung übernehmen müssen. Dazu gehört meist auch die Verantwortung für die rechtlichen Aspekte des Projekts gearbeitet wird. Die Veranstaltung bietet eine praxisbezogene Einführung in die rechtliche Thematik sowie in einige besondere Methoden zur Bewältigung der rechtlichen Problematik.				
Inhalt	Behandelte Themen:  - Grundlage ist eine Einführung in das Recht von Kaufvertrag, Werkvertrag und Auftrag - Besonderheiten von Projektverträgen: Leistungsvereinbarung, Verteilung von Chancen und Risiken, Leistungsstörungen, Gewährleistung u. Haftung, Garantien - Typische Vertragsklauseln, Musterverträge - Konkrete Verträge eines bestimmten Projekts in der Praxis - Contract und Claims Management: Ziele, Mittel und Prozeduren in der Praxis - Dispute Resolution (staatliche Gerichtsbarkeit, Schiedsgerichte, Schiedsgutachten, alternative Möglichkeiten)				
	In einem ganztägigen Blockseminar bei einem Industrieunternehmen werden die Verantwortlichen eines Projekts in die Verträge des Projekts und in die besonderen juristischen Probleme des Projekts einführen.				
Skript	Das Skript wird auf der Plattform moodle zur Verfügung gestellt.				
Voraussetzungen / Besonderes	Das Seminar ist keine Einführungsveranstaltung. Deshalb ist der Besuch einer Einführungsvorlesung vorausgesetzt (z.B. Wirtschaftsrecht von Dr. Paul Peyrot, Einführung in die Rechtswissenschaft von Prof. Dr. Stefan Bechtold).				
	Für den erfolgreichen Besuch des Seminars und die Benotung müssen zwingend die Veranstaltungen besucht werden und jeder Student muss an einer Gruppenarbeit teilnehmen. Die Gruppenarbeit wird an der Schlussveranstaltung in einer Präsentation vorgestellt.				
	Die Note beruht zu 1/3 auf der Beantwortung von Fragen aus den schriftlichen Materialien (individuelle Bearbeitung) und zu 2/3 aus der Bewertung der Präsentation (Gruppenarbeit).				
	Das Seminar findet an folgenden Daten statt:  Block I: 25. Februar 2021 16:15 bis 20:00 Block II: 4. März 2021 16:15 bis 20:00 Block III: 11. März 2021 16:15 bis 20:00 Block IV: 18. März 2021 extern bei MAN Energy Solutions AG (Zürich), 8:00 bis 18:00 Block V: 15. April 2021 16:15 bis 20:00 Block VI: 22. April 2021 16:15 bis 20:00				
<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				

Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteufeln die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermaßen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.		
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.		
Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.		
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft

<b>851-0390-00L</b>	<b>Human-Centered IT Security and Privacy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>V. Zimmermann, N. Roch</b>
Kurzbeschreibung	Students will gain an overview of the role of the human in security and privacy, learn about the relevance of human-centered design and important psychological aspects. Selected security- and privacy-related application scenarios will be presented and discussed. Furthermore, practical exercises and group work activities are used to showcase human-related aspects and foster reflection.				
Lernziel	Students will learn about the historical development of human-centered security, relevant psychological aspects and selected practical applications. The course will enable students to critically reflect on human aspects of existing security and privacy technologies and to include a human-centered perspective in the design of new solutions, e.g. by using suitable design and evaluation tools.				
Inhalt	First, the course will describe the historical development of usable and human-centered security and privacy, respectively. Using exemplary application scenarios, the relevance of the human in security and privacy will be highlighted and the current role of the human will be reflected on. Second, the human factor will be focused on. The course will address the basic psychological aspects that are relevant for human-centered design including insights from human perceptions, cognition, and behavior. Afterwards, the human-centered design process and relevant concepts such as usability and user experience will be introduced. Finally, exemplary methods for the human-centered design and evaluation of will be presented and discussed. Third, practical scenarios across the range of security- and privacy-related topics will be used to illustrate human-centered design processes, evaluation tools and outcomes, e.g., human-centered security technologies or interfaces. Furthermore, these solutions will be discussed within a larger societal context, e.g., with regards to accessibility, ethical considerations, or legal aspects. An external guest lecture will complement the lecture by providing insights from ongoing research in the area of human-centered IT security and privacy. Across all three parts of the course, practical exercises, the exemplary application of methods or tools, and structured discussions involving different perspectives will be used to make the human factor graspable, to enable a change in perspective, and to foster reflection.				
Literatur	Adams, A., & Sasse, M. A. (1999). Users are not the enemy. Communications of the ACM, 42(12), 40-46.  Cranor, L. F., & Garfinkel, S. (2005). Security and usability: designing secure systems that people can use. " O'Reilly Media, Inc."  Reuter, C. (2018). Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.				
Voraussetzungen / Besonderes	The course is particularly suitable for all students with an engineering or computer science-related background.				
Kompetenzen	However, students from all disciplines are welcome. No prior knowledge in computer science or psychology is required.				
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			gefördert
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
		Problemlösung			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
		Kooperation und Teamarbeit			gefördert
		Sensibilität für Vielfalt			gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			gefördert
		Kritisches Denken			geprüft

<b>851-0367-00L</b>	<b>Introduction to Human Mind through Neuroscience, 4E Cognition and Systems Theory</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	<b>H. Poikonen</b>
Kurzbeschreibung	In this course, we will discuss the origin of neuroscience starting from the historical perspective of mind-body dualism and the roots of neuroscience in analytical philosophy. We will dismantle the assumption of human brain as a machine and understand its analog and context-dependent nature with phenomenology, sociology, and systemic thinking.				
Lernziel	Students will: - Learn to situate neuroscience among philosophical and social perspectives on the human mind. - Critically reflect upon and understand the epistemology of neuroscientific evidence. - Learn the basics of brain imaging study design and analysis (EEG) and compare them to phenomenological and systemic study designs. - Complete a final short paper on a subtopic related to human mind from neuroscientific, phenomenological, and systemic perspectives.  By the end of the course, students should be able to: - Demonstrate a critical understanding of neuroscience in philosophical and sociological contexts. - Understand the basics of neuroscientific, phenomenological, and systemic study designs. - Apply understanding on human mind to different socio-cultural settings.				

Inhalt	On the course, students will be introduced to the challenges of the neuroscientific study design in socio-cultural settings, and their perspective on human mind will be broadened from brain to phenomenological and systemic approaches. A key focus will be to understand the limits, the common pitfalls, and misconceptions about brain research, and in turn, critically reflect upon, question, and understand the epistemology of neuroscientific evidence. In this course, participants will learn in a hands-on manner the basics of study designs investigating the human mind. Participants will learn the core factors of brain imaging, phenomenological and systemic study designs, and further, they will be able to interpret the brain imaging results critically within the real-world context the data were collected. Students from any discipline are welcome to this course to learn in theoretical and hands-on manners if and how brain research can improve our understanding of the human mind in real-world situations in parallel with phenomenology and social sciences.				
<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
	<i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i>				
Kurzbeschreibung	This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				
<b>851-0453-00L</b>	<b>Artificial Intelligence and Human Values</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>M. Boenig-Liptsin, G. Dorthe, K. Wodajo</b>
Kurzbeschreibung	This course introduces students to the ethical, political and legal debates and transformations in relation to Artificial Intelligence and provides students with concepts and methods from the constructivist and interpretive social sciences to work towards responsible and democratic human-technology futures.				
Lernziel	The main objectives of the course are to enable students to 1) identify the ways in which human values and developments of AI technologies are entangled, 2) articulate what is significant about contemporary transformations in AI and society, and 3) participate and shape the relationship between human values and AI as citizens and professionals.				
Inhalt	The growing presence of AI tools for public use, for public administration, inside corporations and in scientific research raises many questions about the ethical, political, legal consequences of these technologies. This course is built around multiple sites of encounter among human values and AI, including bodies, persons, cities, labs, law, and environment. In each site, we inquire about what and whose values are being prioritized and with what consequences. The course also investigates existing best-practices around how to "align" human values with AI (e.g. human-centric design, alignment, reproducibility, transparency, explainability) and introduces students to regimes of ethics and governance of AI being proposed in jurisdictions around the world. Students learn to unpack the values and assumptions in existing techniques and frameworks for the design and governance of AI and to engage constructively with diverse stakeholders to shape the human-technology future towards aims that are reflexive, responsible, and democratic.				
<b>851-0270-00L</b>	<b>Learning from and with Robots</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Cross, R. Moffat</b>
	<i>Enrolment is only possible with matriculation in Teaching Diploma or Teaching Certificate (excluding Teaching Diploma Sport). This course can only be taken in parallel or after the successful completion of 851-0240-00L Human Learning (EW 1).</i>				
Kurzbeschreibung	This seminar introduces the fundamentals and latest research developments, challenges and opportunities related to social robotics in learning contexts, with a strong focus on psychological and neuroscientific techniques, and critical evaluation of research practices for studying robots' effectiveness as pedagogical tools. Common perspectives, controversies and empirical evidence are considered.				
Lernziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To familiarize students with current concepts, theories, methods and findings from behavioral and brain sciences related to human—robot interaction in learning contexts</li> <li>- To develop a critical view of extant findings and the tools for evaluating the quality of evidence/data</li> <li>- To integrate this knowledge into their own use of embodied (robotics) technology in classroom contexts</li> </ul>				
Inhalt	As embodied robots become increasingly ubiquitous in social contexts ranging from hospitals and care homes to education and work environments, the enthusiasm and hopes for these technologies often far outstrip current robots' capabilities. When we consider the placement of robots in classrooms to stimulate or support learning, we are confronted with a paucity of high-quality data related to how and why robots might serve as useful tools to promote learning. In this seminar, students will learn how research from the behavioral and brain sciences is enhancing education and robotics research to build a more complete picture of the scope, challenges, and opportunities of social robots being deployed as educational aids.				
	The seminar builds on the active participation of students in reading, presenting, and critically discussing selected papers in the field. In a final small-group assignment, students are required to integrate and elaborate upon topics covered in the seminar by presenting and debating a novel research proposal for addressing a timely research question related to the use of robots in the classroom.				
<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
	<i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>				
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera (diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				

## ►► D-PHYS

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>851-0585-38L</b>	<b>Data Science in Techno-Socio-Economic Systems</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>D. Helbing, D. Carpentras, V. Vasiliaskaite</b>
	<i>This course is thought be for students in the 5th semester or above with quantitative skills and interests in modeling and computer simulations.</i>				
	<i>Particularly suitable for students of D-INFK, D-ITET, D-MAVT, D-MTEC, D-PHYS</i>				

Kurzbeschreibung	This course introduces how techno-socio-economic systems in our complex society can be better understood with techniques and tools of data science. Students shall learn how the fundamentals of data science are used to give insights into the research of complexity science, computational social science, economics, finance, and others.		
Lernziel	The goal of this course is to introduce students to data science methods that help understanding of complex systems, often encountered in techno-socio-economic settings. By the end of the course, the students will be able to: 1. Formulate testable hypotheses about techno-socio-economic systems. 2. Apply methods from statistics, data science, or machine learning to test these hypotheses. 3. Presenting their research findings clearly, using appropriate visualisations and reporting standards.		
Inhalt	Will be provided on a separate course webpage.		
Skript	Slides will be provided.		
Literatur	Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media. <a href="https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392">https://dl.acm.org/doi/10.5555/2904392</a>		
	Mehta, P., Bukov, M., Wang, C. H., Day, A. G., Richardson, C., Fisher, C. K., & Schwab, D. J. (2019). A high-bias, low-variance introduction to machine learning for physicists. Physics reports, 810, 1-124. <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157319300766</a>		
	Chakrabarti, A., Bakar, K., & Chakraborti, A. (2023). Data Science for Complex Systems. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108953597 <a href="https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8">https://www.cambridge.org/core/books/data-science-for-complex-systems/304F66053C62CD439FDFA46D2D4323A8</a>		
	Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press. <a href="https://www.databookuw.com/">https://www.databookuw.com/</a>		
Voraussetzungen / Besonderes	Further literature will be recommended in the lectures. Substantial programming skills and knowledge of basic statistical methods are expected.  We recommend this course for students in the 4th semester or above.  Students need to present a new project, for which they have not earned any credit points before.  Good scientific practices, in particular citation and quotation rules, must be properly complied with.		
Kompetenzen	Chatham House rules apply to this course. Materials may not be shared without previous written permission.		
	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	geprüft geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Kundenorientierung Menschenführung und Verantwortung Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme Sensibilität für Vielfalt Verhandlung	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft geprüft

<b>851-0125-65L</b>	<b>A Sampler of Histories and Philosophies of Mathematics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>R. Wagner</b>
	<i>Besonders geeignet für Studierende D-CHAB, D-INFK, D-ITET, D-MATH, D-PHYS</i>				
Kurzbeschreibung	This course will review several case studies from the ancient, medieval and modern history of mathematics. The case studies will be analyzed from various philosophical perspectives, while situating them in their historical and cultural contexts.				
Lernziel	The course aims are: 1. To introduce students to the historicity of mathematics 2. To make sense of mathematical practices that appear unreasonable from a contemporary point of view 3. To develop critical reflection concerning the nature of mathematical objects 4. To introduce various theoretical approaches to the philosophy and history of mathematics 5. To open the students' horizons to the plurality of mathematical cultures and practices				
<b>851-0197-00L</b>	<b>Medieval and Early Modern Science and Philosophy</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>E. Sammarchi</b>
Kurzbeschreibung	The course examines several aspects of the interconnections between science and philosophy from the Middle Ages to the early modern times.				
Lernziel	The course aims are: - to introduce students to the history of science; - to introduce students to the philosophical dimension of science; - to develop a critical understanding of scientific notions; - to acquire skills in order to analyse and comment on primary and secondary sources.				
Inhalt	The course is focused on the investigation of scientific thought between 1000 and 1700, that is to say the period that saw the flourishing of natural philosophy, and the birth of the modern scientific method. Several case-studies, taken from different scientific fields (especially mathematics, astronomy, and experimental sciences) are presented in class in order to study the interconnections between science and philosophy, as well as the shift from the medieval to the early modern world.				
Literatur	(main reference) Rossi, Paolo, The birth of Modern science, Oxford : Blackwek Publishers, 2001				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien			geprüft
		Verfahren und Technologien			geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen			geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation			geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken			geprüft
		Kritisches Denken			geprüft
		Integrität und Arbeitsethik			geprüft
<b>851-0638-00L</b>	<b>Network Clustering</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>J. Müller</b>
Kurzbeschreibung	Network Science is a distinct domain of data science studying relations between nodes. This course is mainly concerned with methods for clustering networks, from decomposition of networks into classes of proximate or similar nodes to grouping similarly structured networks. However, methods are treated in relation to the broader context of data science in society and the study of social structure.				
Lernziel	Students will gain insight into the application of network clustering methods with reference to the social and behavioral sciences. Through discussion and analysis of case studies, students will reflect on the social phenomena and questions of social structure and behavior that can be investigated with these methods, and will appreciate the difficulties that arise in empirical application.				
Inhalt	The following topics will be covered: * Community detection * Positional/role analysis * Generalized and stochastic blockmodeling * Network ensembles				
<b>851-0763-00L</b>	<b>Supervised Research (Law, Economics, and Data Science)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>		<b>E. Ash, S. Galletta</b>
Kurzbeschreibung	<i>This course is suitable for Master- and Doctoral Students.</i> This is a supervised student project for 3 ECTS, supervised by the professorship of Elliott Ash (D-GESS). Students will adapt tools from econometrics and machine learning to questions in law, data science, and social science.				
Lernziel	Students must have some data science and/or statistics experience. Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Apply tools from data science and social science to a new project, potentially in a group, to develop a paper or app.				
Voraussetzungen / Besonderes	Some programming experience in Python, Stata, or R is required. Some experience with data science or statistics is required.				
<b>851-0557-00L</b>	<b>Soccer Analytics</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2G</b>	<b>U. Brandes</b>
Kurzbeschreibung	<i>Students should be comfortable with mathematical derivations and scripting for data analysis.</i> Soccer analytics refers to the use of data in tactical decision-making, recruitment, strategic planning, and fan engagement in association football. This course is first and foremost about data, problems, and methods. They are discussed, however, with reference to the broader context of measurement and data science in sports and society.				
Lernziel	Students gain insight into the role of data science in professional football. They learn to capture aspects of the beautiful game in observable data to inform tactical, strategic, and communicative decision-making. By appreciating difficulties that arise even in activities with highly regulated interactions such as team sports, they reflect on the use of data science in the study of collective behavior.				
Inhalt	The content is organized into two streams. The first stream consists of lectures in which principles, methods, and their application are introduced and discussed. The following is a rough overview, with exemplary aspects listed for each topic.				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>- history of measurement and analytics in sports</li> <li>- laws of the game: equipment, space, time, actors</li> <li>- data: match, event, tracking; sources, availability, uses</li> </ul> </li> <li>2. Outcomes <ul style="list-style-type: none"> <li>- competitions: tournaments, leagues</li> <li>- ranking teams: coefficients, latent strengths</li> <li>- predicting results: odds, statistics</li> </ul> </li> <li>3. Individual Actions <ul style="list-style-type: none"> <li>- running: heatmaps, trajectories, pitch control</li> <li>- passing: networks, line breaking, crosses</li> <li>- shooting: expected goals, expected points</li> </ul> </li> <li>4. Match Phases <ul style="list-style-type: none"> <li>- set pieces: penalties, free kicks, etc.</li> <li>- game cycle: states, principles, expected threat</li> </ul> </li> <li>5. Collective Behavior <ul style="list-style-type: none"> <li>- formations: positions, shapes</li> <li>- lineups: composition, contributions</li> </ul> </li> <li>6. Environment <ul style="list-style-type: none"> <li>- recruitment: player profiles, transfer market, agents</li> <li>- governance: clubs, leagues, associations, confederations</li> <li>- engagement: attendance, merchandise, social media</li> </ul> </li> </ol>				
	In the second stream, students gain first-hand experience by collaboratively analyzing data from the UEFA European Qualifiers for EURO 2024. Groups of up to five students collaborate on opposition reports.				
	This is the third, updated edition of the course. It is now an annual offering.				



Literatur	Most references will be to research articles and other more technical resources, but any of the following popular books may help to set the mood. Many of them are available in updated editions.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Chris Anderson &amp; David Sally (2011). The Numbers Game: Why Everything You Know About Football is Wrong. Penguin Books</li> <li>* Christoph Biermann (2019). Football Hackers: The Science and Art of a Data Revolution. Bonnier Books</li> <li>* Tobias Escher (2020). Der Schlüssel zum Spiel: Wie moderner Fußball funktioniert. Rowohlt</li> <li>* Simon Kuper &amp; Stefan Szymanski (2009). Soccernomics. Nation Books</li> <li>* Timo Jankowski (2015). Successful German Soccer Tactics: The Best Match Plans for a Winning Team. Meyer &amp; Meyer</li> <li>* David Sumpter (2016). Soccermaths: Mathematical Adventures in the Beautiful Game. Bloomsbury</li> <li>* Tifo-The Athletic (2022). How to Watch Football: 52 Rules for Understanding the Beautiful Game, on and off the Pitch. Particular Books</li> <li>* James Tippett (2019). The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football. Independently Published</li> <li>* Jonathan Wilson (2008). Inverting the Pyramid: The History of Football Tactics. Orion</li> </ul>		
Voraussetzungen / Besonderes	Credits are awarded for active participation in the group project. To get the most out of this project, basic knowledge of programming languages such as Python or R is advisable.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien Verfahren und Technologien	gefördert geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Projektmanagement	geprüft gefördert geprüft gefördert gefördert
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation Kooperation und Teamarbeit Sensibilität für Vielfalt	geprüft geprüft gefördert
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität Kreatives Denken Kritisches Denken Integrität und Arbeitsethik Selbstbewusstsein und Selbstreflexion Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert gefördert gefördert geprüft gefördert gefördert

<b>851-0742-01L</b>	<b>Contract Design II</b> <i>To be considered for Contract Design II, you must have completed Contract Design I in the same semester. Students can only register for Contract Design II after having obtained approval by Prof. Stremitzer.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1U</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	Contract Design II is a masterclass in the form of an interactive clinic that allows you to deepen your understanding of contracting by applying insights from Contract Design I to a comprehensive case study. Together with your classmates, you are going to advise a (hypothetical) client organization planning to enter a complex transaction on how to structure the underlying contract.				
Lernziel	There is a possibility that representatives from companies that were previously engaged in similar deals will visit us in class and tell you about their experience firsthand. In Contract Design I, you will receive more detailed information on the content and learning objectives of Contract Design II. If you have urgent questions, please do not hesitate to send an e-mail to Professor Stremitzer's Teaching Assistant Diego Caldera (diegoalberto.calderaherrera@uzh.ch).				
Voraussetzungen / Besonderes	To enable you to work under the close supervision of your professor and his team, only a small group of students with backgrounds in law, business, or engineering is admitted to this course. This simulation is time-consuming and challenging. Hence, we can only admit the most successful and motivated students to this class. Further information on the application process will follow.				
<b>851-0745-00L</b>	<b>Ethics Workshop: The Impact of Digital Life on Society</b> ■ <i>Open to all Master level / PhD students.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2S</b>	<b>E. Vayena, A. Blasimme, A. Ferretti, J. Sleigh</b>
Kurzbeschreibung	This workshop focuses on understanding and managing the ethical and social issues arising from the integration of new technologies in various aspects of daily life.				
Lernziel	<p>Explain relevant concepts in ethics. Evaluate the ethical dimensions of new technology uses. Identify impacted stakeholders and who is ethically responsible. Engage constructively in the public discourse relating to new technology impacts. Review tools and resources currently available that facilitate resolutions and ethical practice Work in a more ethically reflective way</p>				
Inhalt	<p>The workshop offers students an experience that trains their ability for critical analysis and develops awareness of responsibilities as a researcher, consumer and citizen. Learning will occur in the context of three intensive workshop days, which are highly interactive and focus on the development and application of reasoning skills.</p> <p>The workshop will begin with some fundamentals: the nature of ethics, of consent and big data, of AI ethics, public trust and health ethics. Students will then be introduced to key ethical concepts such as fairness, autonomy, trust, accountability, justice, as well different ways of reasoning about the ethics of digital technologies.</p> <p>A range of practical problems and issues in the domains of education, news media, society, social media, digital health and justice will be then considered. These six domains are represented respectively by unique and interesting case studies. Each case study has been selected not only for its timely and engaging nature, but also for its relevance. Through the analysis of these case studies key ethical questions (such as fairness, accountability, explain-ability, access etc.) will be highlighted and questions of responsibility and tools for ethical practice will be explored. Throughout, the emphasis will be on learning to make sound arguments about the ethical aspects of policy, practice and research.</p>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert

## ►► D-USYS

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
<b>701-0758-00L</b>	<b>Ökologische Ökonomik: Grundlagen und Wachstumskritik</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Seidl</b>
Kurzbeschreibung	Die Studierenden lernen die Grundlagen, zentralen Fragestellungen, Analysen der Ökologischen Ökonomik kennen. Im Zentrum steht dabei das Thema Wirtschaftswachstum. Welche Positionen hat die Ökologische Ökonomik dazu? Mit welchen Theorien und Konzepten begründet sie dies insgesamt und in einzelnen ökonomischen Teilbereichen (z.B. Ressourcenverbrauch, Konsum, Arbeitsmarkt, Unternehmen)?				
Lernziel	Kennenlernen der Grundlagen und zentralen Fragestellungen der Ökologischen Ökonomik (ÖÖ): z.B. 'pre-analytic vision', Gegenstandsbereich, Entstehung ÖÖ, Beiträge involvierter Disziplinen wie Ökologie oder Politologie, ökologisch-ökonomische Analyse von Themen wie Arbeitsmarkt, Konsum oder Geld. Kritische Analyse von Wachstum und Kennenlernen von Ansätzen zur Reduktion von Wachstumswängen.				
Inhalt	Was ist Ökologische Ökonomik, was sind die Themen? Gegenstand und Grundlagen der Ökologischen Ö., Ressourcenverbrauch, seine Entwicklung und Messung Messung wirtschaftlicher Leistung und Wohlfahrt, Wirtschaftswachstum, Wachstumskritik und Postwachstumsgesellschaft, Wachstumswänge in Bereichen wie Konsum, Geld, Unternehmen, Arbeitsmarkt; Ansatzpunkte für Wachstumsunabhängigkeit und Postwachstumsgesellschaft				
Skript	Kein Skript. Folien und Texte werden vorgängig zur Verfügung gestellt.				
Literatur	Spash, C. L., Ed. (2017). The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society. Abingdon, Routledge.  Seidl, I. /Zahrnt A. (2010). Postwachstumsgesellschaft. Konzepte für die Zukunft, Marburg, Metropolis  Seidl, I. /Zahrnt A. (2019). Tätigsein in der Postwachstumsgesellschaft, Marburg, Metropolis  Ausgewählte wissenschaftliche Artikel werden je 1 Woche vor Vorlesung zur Verfügung gestellt				
Voraussetzungen / Besonderes	Besuch einer Vorlesung zu Umweltökonomie oder anderweitige Grundkenntnisse in Ökonomie (z.B. Matura) vorteilhaft				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft		
		Problemlösung	geprüft		
Persönliche Kompetenzen	Kritisches Denken	geprüft			
<b>701-0712-00L</b>	<b>Naturbeziehungen in aussereuropäischen Gesellschaften</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>T. Haller Merten</b>
Kurzbeschreibung	Das Naturverständnis von aussereuropäischen Gesellschaften wird vorgestellt. "Natur" gilt für viele Ethnien in Afrika, Asien und Lateinamerika als belebte Mitwelt von Geistern und Göttern. Diese Sichtweise wird aus naturwissenschaftlicher Logik als irrational bezeichnet. Welche Auswirkungen hat die religiöse Wahrnehmung aber auf die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen?				
Lernziel	In dieser Veranstaltung soll den Studierenden eine Einführung in die Weltsicht aussereuropäischer Völker aus ethnologischer Sicht gegeben werden. Insbesondere geht es darum aufzuzeigen, wie solche Völker das wahrnehmen, was wir als "Natur" oder "Umwelt" bezeichnen. Teilaspekte von Strategien der Ressourcennutzung sollen so besser verstanden werden und zu einem kritischen Verständnis des Verhaltens von Gruppen und Individuen in aussereuropäischen Gesellschaften in konkreten, praxisrelevanten Situationen der partizipativen Zusammenarbeit in der nachhaltigen Ressourcennutzung führen.				
Inhalt	Die Studierenden werden dabei mit Vorstellungen und Ideologien von Natur konfrontiert, die sich nicht mit unserer Logik physisch-chemischer und biologischer Abläufe in der "Natur" decken, und die wir somit als "irrational" empfinden. Wir werden uns mit verschiedenen Konzepten aus dem Bereich der Religions-Ethnologie beschäftigen, die sich insbesondere im Bereich Magie, Hexerei und Orakelbefragung mit der "Rationalität" solcher Umweltvorstellungen auseinandersetzen. Seit der Beschäftigung mit der Ökosystemtheorie durch Roy Rappaport erhielt diese "wilde Denken" eine neue Funktion (Rappaport 1971, 1979). Es wurde in Zusammenhang eines gesamten Ökosystems analysiert, zu dessen Erhaltung und zu dessen Fließgleichgewicht es diene. Diese Sichtweise, obwohl heftig kritisiert, ist von Bedeutung, weil mit der ökologischen Krise man in der industrialisierte Welt Ausschau nach neuen Konzepten hält. Diese werden teilweise in den uns fremden Bildern aussereuropäischer Völker von der "heiligen Natur" gesehen, welche uns als Lehre dienen und zu nachhaltiger Ressourcennutzung führen könnte. Zudem erscheinen die Umwelt-Bilder und Weltsichten dieser Gesellschaften (heute oftmals indigene Völker genannt) auf der praktischen Ebene als gelebter Naturschutz, den es insbesondere für die Konservierung von Biodiversität zu erhalten gilt. Heilige Orte sollen nun auch für den Schutz von beispielsweise Nationalparks oder Biosphärenreservaten dienen. In diesem Zusammenhang ist ein genauer Blick von Nöten, denn Fehlanalysen sind in diesem Bereich fatal und eine unkritische Instrumentalisierung magischer Weltsichten kontraproduktiv. Wo jedoch religiöse Weltsichten der Natur eine im Sinne der Nachhaltigkeit positive Rolle spielen können, ist der Bereich der Institutionen für das Ressourcenmanagement. Dieser Begriff wird hier im Sinne des Neuen Institutionalismus verwendet: Institutionen sind demnach Regeln, Werte und Normen, die das Handeln der Individuen beeinflussen und eine gewisse Sicherheit bezüglich dem erwarteten Verhalten der anderen Individuen einer Gemeinschaft bieten und dabei die sogenannten Transaktionskosten (Informationsbeschaffung bezüglich dem Verhalten anderer Akteure, Überwachung und Sanktionierung) reduzieren (North 1990. Ostrom 1990, Ensminger 1992). Dieser aus der Ökonomie beeinflusste Ansatz weist meines Erachtens interessante Elemente bezüglich der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen auf, was sich bei der Nutzung von Kollektivressourcen (Com				

Skript	Zur Veranstaltung gibt es kein Skript, aber es wird rechtzeitig ein Ordner mit der relevanten Literatur bereitgestellt. Am Thema Interessierte Studierende können sich bereits in folgenden zwei Büchern ins Thema einlesen: - Berkes, Fikret. 1999. Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management. Philadelphia: Taylor and Francis. - Haller, Tobias. 2001. Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen: Umweltanpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen Nord-Kameruns. Studien zur Sozialanthropologie. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.
Literatur	Becker, Dustin, C. and Elinor Ostrom, 1995. Human Ecology and Resource Sustainability: The Importance of Institutional Diversity. Annu. Rev. Ecol. Syst. 1995. No. 26:113-33. Berkes, Fikret. 1999. Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management. Philadelphia: Taylor and Francis. Dangwal, Parmesh. 1998. Van Gujjars at Apex of National Park Management. Indigenous Affairs No.4:24-31. Diener, Paul and Robkin, Eugene E. 1978. Ecology, Evolution, and the Search for Cultural Origins: The Question of Islamic Pig Prohibition. In: Current Anthropology 19, No.3():493-540. Diener, Paul, Nonini, Donald and Robkin, Eugene E. 1977/78. The Dialectics of the Sacred Cow: Ecological Adaptation versus Political Appropriation in the Origins of Indias Cattle Complex. In: Dialectical Anthropology (Amsterdam) 3: 221-241. Evans-Pritchard, Edward E. 1978. Hexerei, Magie und Orakel bei den Zande. Frankfurt am Main: Suhrkamp. Evans-Pritchard, Edward und Mayer Fortes. 1983. Afrikanische politische Systeme, in: Kramer, F. und Siegrist, Ch. eds. Gesellschaften ohne Staat. Frankfurt a. Main: Syndikat: 150-174. Fairhead, James und Leach, Melissa. 1996. Misreading the African Landscape. Society and ecology in a forest-savanna mosaic. Cambridge: Cambridge University Press. Freed, Stanley A. and Freed, Ruth, S. 1981. Sacred Cows and Water Buffalo in India: The Uses of Ethnography. In: Current Anthropology 22, No.5: 483-502. Haller, Tobias. 1995. Raub der Seelenschatten in Nord-Kamerun. Krankheit bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen. In: Keller, Frank-Beat (Hg.). Krank warum? Vorstellung der Völker, Heiler und Mediziner, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung. Ostfildern: Cantz Verlag. pp.302-306. Haller, Tobias. 2000. Bodendegradierung und Ernährungskrise bei den Ouldeme und Platha. Umwelt- und Ernährungsprobleme bei zwei Feldbauerngruppen in den Mandarabergen Nord-Kameruns: Eine Folge der Adaptation an Monetarisierung und Wandel traditioneller institutioneller Rahmenbedingungen. In: Zeitschrift für Ethnologie 124 (1999): 335-354. Haller, Tobias. 2001. Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen: Umweltanpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandarabergen Nord-Kameruns. Studien zur Sozialanthropologie. Berlin: Dietrich Reimer Verlag. Haller, Tobias. 2002a. Spiel gegen Risiken in der Natur, In: Giordano et al (Hrsg.). Ordnung, Risiko und Gefährdung. Reader des Blockseminars der Schweizerischen
Voraussetzungen / Besonderes	Die Veranstaltung beginnt in einem ersten Teil mit einer Reihe von Vorlesungen und wird in einem zweiten Teil mit Lesen und Diskutieren von Texten (Kurzvorträge von den Studierenden) fortgesetzt (nähere Erläuterungen und Programm am Anfang der Veranstaltung).

<b>751-1500-00L</b>	<b>Entwicklungsökonomik</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>2V</b>	<b>I. Günther, K. Harttgen</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in theoretische und empirische Grundlagen wirtschaftlicher Entwicklung. Theorie der Wirtschaftspolitik für Armutsreduktion.				
Lernziel	Das Ziel dieser Vorlesung besteht darin, die Studierenden in grundlegende entwicklungsökonomische und damit verwandte wirtschafts- und entwicklungspolitische Zusammenhänge einzuführen.				
Inhalt	Der Kurs beginnt mit einer theoretischen und empirischen Einführung in die Konzepte der Armutsreduktion und Fragen der Bekämpfung von sozioökonomischer Ungleichheit. Davon ausgehend werden wichtige exogene und interne Triebkräfte erörtert, die wirtschaftliche Entwicklung und Armutsreduktion fördern oder behindern sowie wirtschafts- und entwicklungspolitische Maßnahmen besprochen, um globale Armut zu überwinden. Im Einzelnen wird dabei auf folgende Themen eingegangen:  - Messung von Entwicklung, Armut und Ungleichheit - Theorien des Wirtschaftswachstums - Handel und Entwicklung - Bildung, Gesundheit, Bevölkerung und Entwicklung - Rolle des Staates und von Institutionen - Fiskal-, Geld- und Wechselkurspolitik.				
Skript	Keines.				
Literatur	Günther, Harttgen und Michaelowa (2020): Einführung in die Entwicklungsökonomik.				
Voraussetzungen / Besonderes	Besonderes: Flipped class room: Die Veranstaltung besteht aus einem Seminarteil, aus eigener Literaturarbeit sowie der Bearbeitung von Aufgabenblättern.  Die Vorlesung basiert auf: Günther, Harttgen und Michaelowa (2019): Einführung in die Entwicklungsökonomik. Einzelne Kapitel müssen jeweils vor den Veranstaltungen gelesen werden. In den Veranstaltungen wird das Gelesene diskutiert und angewendet. Auch werden offene Fragen der Kapitel und Übungen besprochen.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen  Soziale Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Entscheidungsfindung Medien und digitale Technologien Problemlösung Sensibilität für Vielfalt Kritisches Denken Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft geprüft gefördert geprüft geprüft gefördert geprüft gefördert		

<b>851-0708-00L</b>	<b>Grundzüge des Rechts</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>A. Stremitzer</b>
Kurzbeschreibung	<i>Besonders geeignet für Studierende D-HEST, D-MAVT, D-MATL, D-USYS.</i> Die Vorlesung führt in Grundzüge der Rechtsordnung ein. Neben dem Vertragsrecht und Haftungsrecht werden Fragen des Sachenrechts, des Immaterialgüterrechts, des Gesellschaftsrechts, des Verfassungsrechts, des Völkerrechts und des Verwaltungsrechts behandelt.				
Lernziel	Einführung in Grundfragen des Privatrechts und des öffentlichen Rechts als Grundlage für weitergehende rechtswissenschaftliche Lehrveranstaltungen.				
Inhalt	1. Privatrecht Vertragsrecht: Vertragsfreiheit, Vertragsentstehung, -erfüllung und -verletzung, Grundzüge des Kauf- und Mietvertrags. Haftungsrecht: Verschuldenshaftung und Kausalhaftung, Beschränkung der Haftung. Grundzüge des Gesellschafts-, Sachen- und Immaterialgüterrechts.  2. Öffentliches Recht Staatsrecht: Funktion und Quellen des Rechts, Aufbau und Organisation des Staates, Grundrechte, Grundzüge des Völker- und Europarechts. Verwaltungsrecht: Verwaltungsverhältnis, Verfügung, Verwaltungsorganisation, Durchsetzung des Verwaltungsrechts, Verwaltungsverfahren, Grundzüge des Polizei-, Umwelt- und Raumplanungsrechts.				
Literatur	Moodle Link: <a href="https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922">https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=19922</a>				

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	gefördert		
Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	gefördert		
		Entscheidungsfindung	gefördert		
		Medien und digitale Technologien	gefördert		
		Problemlösung	gefördert		
		Projektmanagement	gefördert		
		Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert
				Kooperation und Teamarbeit	gefördert
				Kundenorientierung	gefördert
				Menschenführung und Verantwortung	gefördert
				Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	gefördert
Persönliche Kompetenzen		Sensibilität für Vielfalt	gefördert		
		Verhandlung	gefördert		
		Anpassung und Flexibilität	gefördert		
		Kreatives Denken	gefördert		
		Kritisches Denken	gefördert		
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert		
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-0743-01L</b>	<b>Rechtlicher Umgang mit natürlichen Ressourcen</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>N. Dajcar</b>
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs vermittelt die Möglichkeiten und Schranken des Rechts zum Schutz natürlicher Ressourcen sowie von Kulturlandschaften. Es wird aufgezeigt, wie man komplexe Situationen, insbesondere raumbezogene Planungen rechtlich aus ganzheitlicher Sicht angeht. Dem präzisen schriftlichen Ausdruck wird ein hoher Stellenwert eingeräumt.				
Lernziel	Die Veranstaltung hat zum Ziel, die Studierenden mit der rechtlichen Dimension von umweltrelevanten Sachverhalten vertraut zu machen und das Verständnis für die komplexen Zusammenhänge innerhalb der Rechtsordnung zu fördern. Typische Probleme, die sich bei der praktischen Umsetzung des Umwelt- und Raumplanungsrechts stellen, sollen erkannt, systematisch erfasst und anhand von konkreten Fällen bearbeitet werden. Ein wichtiges Ziel stellt das Verfassen von präzisen schriftlichen Antworten dar.				
Inhalt	Der Kurs bietet anhand von konkreten Rechtsfällen eine Vertiefung in folgende Rechtsgebiete: Waldrecht - Natur- und Landschaftsschutzrecht - Raumplanungsrecht Unterrichtssprache: Deutsch				
Skript	Den Studierenden werden Unterlagen via elektronische Plattform Moodle abgegeben.				
Literatur	Griffel, A.; Raumplanungs- und Baurecht in a nutshell, Dike Verlag, 4. Auflage, Zürich/St. Gallen 2021 Griffel, A.; Umweltrecht in a nutshell, Dike Verlag, 3. Auflage, Zürich/St. Gallen 2023				
Voraussetzungen / Besonderes	Der Kurs dient der Vertiefung von Fragestellungen aus dem Wald-, Naturschutz-, Landschaftsschutz- und Raumplanungsrecht. Der vorgängige Besuch des Kurses "Umweltrecht: Konzepte und Rechtsgebiete" (851-0705-01) wird empfohlen.  Der Kurs wird in Form einer "Webclass" durchgeführt. Die Studierenden erarbeiten in Teams vier Fälle schriftlich und präsentieren einen Fall. Es ist keine Gruppenarbeit im herkömmlichen Sinn, d.h. die Team-Mitglieder arbeiten zwar am gleichen Fall, aber nacheinander, damit der Koordinationsaufwand gering gehalten werden kann.				
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	gefördert		
		Verfahren und Technologien	geprüft		
	Methodenspezifische Kompetenzen		Analytische Kompetenzen	geprüft	
			Entscheidungsfindung	geprüft	
			Problemlösung	geprüft	
	Soziale Kompetenzen		Kommunikation	gefördert	
			Kooperation und Teamarbeit	gefördert	
			Kundenorientierung	gefördert	
			Verhandlung	geprüft	
	Persönliche Kompetenzen		Anpassung und Flexibilität	gefördert	
Kreatives Denken			geprüft		
Kritisches Denken			geprüft		
Integrität und Arbeitsethik			gefördert		
Selbstbewusstsein und Selbstreflexion			gefördert		
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	gefördert		
<b>701-0791-00L</b>	<b>Umweltgeschichte - Einführung und ausgewählte Probleme</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2V</b>	<b>M. Gisler</b>
Kurzbeschreibung	Einführung in die Umweltgeschichte als Fach, das sich für das Mensch-Natur-Verhältnis aus einer langfristigen und räumlich definierten Perspektive interessiert, und mittels der Präsentation ausgewählter Themen Zugang zu neuen Fragestellungen und Betrachtungsweisen leistet.				
Lernziel	Einführung in die Umweltgeschichte; Überblick über die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive; vertiefte Betrachtung an ausgewählten Problemen. Verbesserte Kompetenz zur Beurteilung aktueller Probleme aus historischer Sicht und zur kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Inhalt	Menschen leben in und mit der Natur, sind von ihr abhängig, verändern sie permanent: Als bio- und geologische Akteur:innen greifen sie ein, gestalten um, hinterlassen Prints, verbessern, reproduzieren und verteufern die Natur; kurzum, sie machen sie zur Umwelt. Vor allem im 20. Jahrhundert, der «Ära der Ökologie» (Joachim Radkau) oder des «Zeitalters der Beschleunigung» (John McNeill), haben sich die Eingriffe der Menschen in ihre Umwelten exponentiell – wenn auch nicht auf dem ganzen Globus gleichermassen – vermehrt. Aber auch die Natur selbst verändert sich kontinuierlich, passt sich an, rächt sich, schlägt zurück. Die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur verändert sich somit ständig, wenn auch nicht überall gleich und in gleichem Tempo. Diese Wechselbeziehung steht im Zentrum der Vorlesung. Die Vorlesung stellt das Fach «Umweltgeschichte» als eine Disziplin vor, die diese Wechselbeziehungen über die Zeit untersucht sowie globale Veränderungen und lokale Verhältnisse in Bezug zueinander setzt. In mehreren Blöcken werden Themen der Umweltgeschichte aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Warte vorgestellt. Die vorgestellten Themen umfassen Konzepte wie Anthropozän, Klima und Energie ebenso wie Fragen der Umweltpolitik und die Geschichte der Umweltbewegungen. Dies erlaubt einen Überblick über die Mensch-Umwelt-Verhältnisse in langfristiger Perspektive und erweitert damit die Kompetenzen zur Beurteilung aktueller Probleme und der kritischen Hinterfragung des eigenen Standpunkts.				
Skript	Materialien zur Lehrveranstaltung werden digital bereitgestellt.				

Literatur	- Kupper, P. (2021). Umweltgeschichte, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht. - Radkau, J. (2011). Die Ära der Ökologie, München: Beck. - McNeill, J.R. (2003). Blue Planet: Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert, Frankfurt a. M.: Campus.		
Voraussetzungen / Besonderes	Teilnehmende der Vorlesung schreiben während der letzten Sitzung eine schriftliche Prüfung.		
Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen Methodenspezifische Kompetenzen Persönliche Kompetenzen	Konzepte und Theorien Analytische Kompetenzen Kritisches Denken	geprüft geprüft geprüft
<b>851-0602-00L</b>	<b>Shaping a dCent.Society: Assessing Societal Implications of Bitcoin, Blockchains &amp; Smart Contracts</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>
		<b>2V</b>	<b>M. M. Dapp</b>
Kurzbeschreibung	The course investigates the long-term implications of decentralizing our societies through blockchain technology. Students critically reflect economic, political, ecological, and social implications of the Bitcoin cryptocurrency and the Ethereum smart contract platform including decentralized finance seen from economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.		
Lernziel	Explain the paradigm shift from Web 2.0 to Web 3.0 Describe the design and emergent properties of decentralized systems Hypothesize about the economic, political, ecological, and social implications of Bitcoin, Ethereum, and decentralized finance Integrate ethical and governance considerations into the design of cryptoeconomic systems Justify own position about societal implications of the decentralization of society		
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>* What if Bitcoin, Ethereum, &amp; Co. will be wildly successful and flourish long-term?</li> <li>* Which parts of our economies and societies would they affect? Could we indeed redesign our societies towards more sustainable action, more democratic governance, and more equitable finance by envisioning new ways of organizing, coordinating, and acting collectively? Or is this all make-belief because, after all, the Internet also under-delivered in important aspects of its huge promises? How can we critically reflect on the long-term implications of decentralizing technologies on our societies?</li> <li>* Bitcoin is dividing the world. Due to its erratic price movements, some view it as a useless Ponzi scheme at best and a state-interfering, finance-destabilizing "thing" at worst. Others, however herald it as the most important invention since the Internet or the printing press. In any case, the questions raised by Bitcoin are not only of academic interest: What is money? Is our money system the best possible? We organize everything democratically, why not money? Will Bitcoin supercharge renewable energy or do we need to switch it off to save the planet? Could it even bring peace by making wars unaffordable or is this a preposterous claim?</li> <li>* Ethereum and smart contracts, and decentralized applications seem to be less contentious and have caught the interest of companies and governments for their specific technical characteristics. However, where is the evidence that Decentralized Finance is beneficial outside a digital bubble of insiders? Will unstoppable algorithms empower us or create rigid machines steering our behavior?</li> <li>* What to make of this extremely polarized debate and how to come to reasonable own conclusions when imagining the decentralization of society? The course aims to connect the cultural and historical preconditions to the long-term societal implications of Bitcoin, Ethereum, smart contracts, and DeFi. We will research and critically reflect economic, political, ecological and ethical consequences with the aim to formulate our own informed opinions about what is currently happening and what might happen in the future.</li> <li>* To achieve this multi-disciplinary goal, we establish a common understanding of the technologies and inner workings of Bitcoin and Ethereum in the first part. We discuss selected aspects such as open source software, cryptography, cryptoeconomics, incentives, and complex systems. Why and how is Bitcoin a "trustless" system – or is it not? Why is an absolute scarce digital asset desirable – or is it not? Why and how is Ethereum a "world computer" – or is it not? Why is an unstoppable system of dApps and decentralized autonomous organizations (DAOs) a big deal – or is it not? For a full picture, we will also examine other developments such as Decentralized Finance (DeFi), stablecoins, and Central Bank Digital Currencies (CBDC).</li> <li>* With this overview and background we will move to the main part of the course, in which we go into depth on the potential societal implications of Bitcoin, Ethereum &amp; Co. We will be covering various domains such as our current and future money systems, freedom and control of transactions, incentive design &amp; social behavior, sustainability &amp; energy production, individual sovereignty &amp; state control, democracy &amp; geopolitics. We will thus be exploring connections between blockchain protocols and economics, political science, psychology, sociology, and philosophy.</li> <li>* Students are regularly invited to voice their views and debate in ad-hoc interventions. In teams, they build their own critical analysis and arguments about a specific issue chosen from a list of current topics. In the final part of the course, teams will present their conclusions in a thought-provoking report and defend it in a presentation, ideally causing reflection and debate among their peers on how the decentralization of our societies should unfold.</li> </ul>		
Skript	Lecture slides and materials will be distributed on a weekly basis.		

Literatur Alden (2023). Broken Money. Timestamp Press. <https://www.youtube.com/watch?v=eOL97dNI-xU> and <https://www.youtube.com/watch?v=aGVs-N64OO8>

Ammous (2018). The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Hoboken, New Jersey: Wiley. Lex Fridman interview #284: [https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH\\_T6A](https://www.youtube.com/watch?v=gp4U5aH_T6A)

Ammous (2021). The Fiat Standard: The Debt Slavery Alternative to Human Civilization. Saif House. <https://www.youtube.com/watch?v=VULPPZMneho>

Antonopoulos (2017). Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain. 2nd ed. O'Reilly Media. <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook>.

Antonopoulos and Wood (2018). Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps. O'Reilly Media. <https://github.com/ethereumbook/ethereumbook>.

Antonopoulos, Osuntokun, and Pickhardt (2021). Mastering the Lightning Network. O'Reilly Media. <https://github.com/lnbook/lnbook>.

Ballandies, Dapp and Pournaras (2022). Decrypting distributed ledger design: taxonomy, classification and blockchain community evaluation. Cluster Computing 25, 1817–1838 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w>

CoinGecko (2021), How to DeFi: Beginner + Advanced. Independently published on Amazon. (2 books)

Dalio (2018). Principles for Navigating Big Debt Crises. Greenleaf Book Group. <https://www.youtube.com/watch?v=A8X-G38NGLs>

Dalio (2021). Principles for Dealing with the Changing World Order. Simon & Schuster. <https://www.youtube.com/watch?v=xguam0TKMw8>

Dapp (2021). From Fiat to Crypto: The Present and Future of Money. In: Dapp, M.M., Helbing, D., Klauser, S. (eds) Finance 4.0 - Towards a Socio-Ecological Finance System. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71400-0_1) (PDF, open access)

Dapp (2019). Toward a Sustainable Circular Economy Powered by Community-Based Incentive Systems, In: Business Transformation Through Blockchain, edited by Horst Treiblmaier and Roman Beck. Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99058-3_6)

Gladstein (2022). Check Your Financial Privilege: Inside the Global Bitcoin Revolution. BTC Media. Lex Fridman interview #231: <https://www.youtube.com/watch?v=kSbMU5CbFM0>

Meyer, Welpel, and Sandner (2022). "Decentralized Finance – A Systematic Literature Review and Research Directions" (2022). ECIS 2022 Research Papers. 25. [https://aisel.aisnet.org/ecis2022\\_rp/25](https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/25)

Svanholm (2020). Bitcoin: Independence reimagined. Independently published on Amazon. <https://www.youtube.com/watch?v=6vqGq5K8zwc>

Svanholm (2019). Bitcoin: Sovereignty through Mathematics. Independently published on Amazon. <https://www.youtube.com/watch?v=D4v0m-OLDbA>

Voraussetzungen / Besonderes Voskuil (2020). Cryptoeconomics. 2nd edition. Independently published on Amazon. <https://voskuil.org/cryptoeconomics/> (free PDF)

For this ambitious and interactive course, we hope to attract students who are motivated by tackling large societal challenges with new decentralized approaches to human coordination. We think students with an open mind and interest in interdisciplinary aspects of their field of study will benefit most from this course. Programming experience is not strictly required but some basics about computer science may be helpful to see the potential societal implications of this new technology paradigm. The class composition aims for some minimum diversity in academic backgrounds.

Kompetenzen	Fachspezifische Kompetenzen	Konzepte und Theorien	geprüft
		Verfahren und Technologien	geprüft
	Methodenspezifische Kompetenzen	Analytische Kompetenzen	geprüft
		Entscheidungsfindung	geprüft
		Medien und digitale Technologien	geprüft
		Problemlösung	geprüft
		Projektmanagement	geprüft
	Soziale Kompetenzen	Kommunikation	geprüft
		Kooperation und Teamarbeit	geprüft
		Kundenorientierung	gefördert
		Menschenführung und Verantwortung	gefördert
		Selbstdarstellung und soziale Einflussnahme	geprüft
		Sensibilität für Vielfalt	geprüft
		Verhandlung	geprüft
	Persönliche Kompetenzen	Anpassung und Flexibilität	geprüft
		Kreatives Denken	geprüft
		Kritisches Denken	geprüft
		Integrität und Arbeitsethik	gefördert
		Selbstbewusstsein und Selbstreflexion	geprüft
		Selbststeuerung und Selbstmanagement	geprüft

## ► Sprachkurse der UZH und der ETH Zürich

Sprachkurse können im Umfang von maximal 3 KP in der Kategorie «Wissenschaft im Kontext» während des gesamten Bachelor- und Masterstudiums angerechnet werden. Es gelten überdies folgende Einschränkungen: Im Falle der europäischen Sprachen Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch werden nur fortgeschrittene Sprachkurse ab Niveau B2 angerechnet. Deutsche Sprachkurse werden ab Niveau C2 angerechnet.

Nur die in diesem Abschnitt aufgelisteten Sprachkurse können als "GESS Wissenschaft im Kontext" angerechnet werden.

Kursgebühren: <https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine: <https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Nummer	Titel	Typ	ECTS	Umfang	Dozierende
--------	-------	-----	------	--------	------------

<b>851-0820-01L</b>	<b>Français B2-C1 : Langue et cinéma</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></i>				
	<i>Anmeldetermine: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Le cours propose aux participant-e-s un choix de films qui soit le reflet de thématiques récentes, afin de les sensibiliser aux préoccupations récurrentes du cinéma français contemporain, et, d'autre part, de leur permettre d'améliorer leurs capacités orales en français, principalement à travers des présentations orales.				
Lernziel	Le cours a pour premier objectif de développer la compréhension orale et, plus particulièrement, d'affiner la perception des significations implicites et de la dimension culturelle des films programmés. De façon complémentaire, il vise à sensibiliser les participant-e-s à l'histoire, à l'esthétique et aux enjeux contemporains du cinéma français. Le second objectif du cours consiste à améliorer les compétences en expression orale, plus spécifiquement par la production d'exposés structurés et par la prise de parole reflétant une opinion personnelle, précise et nuancée.				
<b>851-0827-01L</b>	<b>Français B2.2-C1 : Société et questions d'actualité</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></i>				
	<i>Anmeldetermine: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Ce cours propose aux participant-e-s la lecture et une réflexion en commun de textes critiques consacrés à des thématiques de société qui s'imposent régulièrement dans l'agenda francophone de l'actualité, afin d'enrichir les connaissances culturelles, d'améliorer spécifiquement les compétences lexicales à l'écrit et à l'oral, ainsi que l'expression orale d'une opinion personnelle complexe.				
Lernziel	Le cours a pour objectif essentiel de développer la compréhension et l'expression écrites et, plus particulièrement, d'explorer les dimensions implicites et culturelles de textes de nature différente (écrits académiques, essais, journalisme d'investigation). Ce cours entend ainsi permettre l'amélioration des compétences linguistiques des participant-e-s par l'acquisition de vocabulaire précis et spécifique à un contexte particulier. Il s'agit aussi de les sensibiliser à la dimension argumentative, aux mots ou expressions articulant l'écrit, ainsi qu'aux formes de discours et aux registres de langue.				
<b>851-0816-05L</b>	<b>Français B2-C1 : Grammaire textuelle</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></i>				
	<i>Anmeldetermine: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Le cours propose aux participant-e-s de déterminer, d'exercer et d'améliorer quelques-uns des outils linguistiques essentiels et spécifiques permettant de rédiger en français des textes à dimension académique.				
Lernziel	Le cours a pour objectif principal d'améliorer la maîtrise du français écrit par l'appropriation de règles grammaticales et de règles d'usage qui, sur le plan textuel, assurent au moins en partie la correction des énoncés, et ceci pour quelques chapitres difficiles du français. Il propose une approche descriptive de moyens linguistiques qui permettent d'améliorer la rédaction de textes académiques (compte rendu, synthèse) ou d'écrits administratifs en général (lettre de motivation), ainsi que des exercices ciblés.				
<b>851-0816-15L</b>	<b>Français B2 : Débat et présentation orale</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></i>				
	<i>Anmeldetermine: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Le cours propose aux participant-e-s d'initier et d'exercer la pratique du débat en français en développant et améliorant des outils linguistiques spécifiques, afin de permettre une prise de paroles aisée dans des situations d'interaction polémiques.				
Lernziel	Le cours permet aux participant-e-s de développer leur compétence en expression orale par la production d'interventions dans le cadre du débat; plus spécifiquement, il vise à la production de discours clairs et argumentés pour garantir une meilleure communication. Il leur permet également d'améliorer leur compétence en compréhension orale.				
<b>851-0815-04L</b>	<b>Français B2 : Mise à niveau</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></i>				
	<i>Anmeldetermine: <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></i>				
Kurzbeschreibung	Le cours s'organise autour des tâches communicatives que les participant-e-s apprennent à réaliser. Les tâches appartiennent à l'environnement universitaire et sont abordées tant du point de vue des compétences langagières essentielles au niveau B2 que du point de vue des compétences extra-langagières (connaissances culturelles, gestuelle, etc.) nécessaires à la réalisation de cette tâche.				
Lernziel	L'objectif de ce cours est de familiariser les participant-e-s à la réalisation de tâches communicatives propres au monde universitaire et, ce faisant, de consolider les compétences générales de production et compréhension (orales et écrites) du niveau B2.				
<b>851-0816-13L</b>	<b>Français B2.2-C2 : Pratiques du français en contexte</b>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende

Findet dieses Semester nicht statt.  
Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	Ce cours propose aux participant-e-s de réaliser une «étude de cas» s'appuyant sur une problématique d'actualité, afin d'exercer et d'améliorer les quatre compétences en élaborant un scénario fictif, mais vraisemblable, nécessitant l'utilisation d'outils rhétoriques, lexicaux et pragmatiques spécifiques.				
Lernziel	L'objectif principal de ce cours consiste à exercer et améliorer les quatre compétences langagières (expression et compréhension orales, expression et compréhension écrites) dans le cadre d'«études de cas» mettant les participant-e-s en situation de présenter un sujet complexe, d'interagir en défendant un point de vue ou en répondant à des objections. De manière complémentaire, le cours permettra aux participant-e-s de développer leurs connaissances de la culture francophone (monde audio-visuel, presse, administration).				

<b>851-0832-10L</b>	<b>Advanced English for Academic Purposes (C1-C2)</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>				

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	This course is designed for Bachelor's and Master's students from all disciplines who wish to improve their English from C1 towards C2 level and train their language skills at mastery level. Selected academic English features are included to add value to the course to meet standard entrance requirements by leading universities and colleges worldwide.				
Lernziel	Participants should already have reached C1 level (advanced) as defined in the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR). The course is also open to participants whose level is above C1.				

The course aims to train and develop linguistic skills at mastery level, with a focus on formal and informal academic lexis, on listening and oral communication skills, and on increasing fluency, accuracy, and complexity of spoken language. Students will work on writing well-structured descriptive texts and argumentative essays, with the aim of fulfilling the language requirements for study at an English-speaking university or following university Master's courses held in English.

<b>851-0856-04L</b>	<b>Español B2-C1: Gramática y comunicación</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>				

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	Los temas más importantes del curso son: sistematización del uso de los tiempos del pasado, construcciones subordinadas, marcadores y conectores del discurso, discurso referido, perífrasis verbales y verbos de cambio; lectura autónoma de una variada tipología de textos, con hincapié en los que aborden temas técnicos o del campo de especialización de los alumnos.				
Lernziel	– Adquisición de destreza comunicativa, tanto oral como escrita, y en contexto académico, de los contenidos gramaticales de los niveles B2-C1, tal y como están definidos en el Marco Común de Referencia de las Lenguas. – Consolidación de los contenidos gramaticales aprendidos.				

<b>851-0846-01L</b>	<b>Español B2: Inicial</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>				

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	El tema gramatical más relevante es la presentación del imperfecto y pluscuamperfecto de subjuntivo en estructuras subordinadas, así como su posible alternancia con el indicativo. Se leen textos de diversa índole y se exponen oralmente, por parte de los alumnos, temas divulgativos que estén dentro de su campo de especialización. Se potencia la exposición oral y la discusión.				
Lernziel	– Obtener práctica y entendimiento del uso gramatical en la comunicación mediante la observación en textos escritos y orales. – Conseguir la capacidad de poner en práctica nuevas estructuras en la producción oral y escrita. – Adquirir léxico concerniente a temas contemporáneos y específicos de estudio de los participantes. – Conseguir la capacidad de producir textos claros y detallados sobre temas de carácter científico que estén dentro del campo de especialización de los alumnos				

<b>851-0834-17L</b>	<b>Español B2: Interacción oral</b>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>				

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	En el curso se practican diferentes formas de interacción oral: conversación formal e informal, entrevistas, debate, negociación, planificación y presentación, en torno a asuntos de interés general, así como temas específicos del campo de estudios o trabajo de cada participante.				
------------------	---	--	--	--	--



Lernziel	La finalidad del curso es exponer al/la participante a diversas situaciones de lengua oral, brindándole algunas herramientas que mejoren su capacidad de expresión y competencia lingüístico social.				
<b>851-0849-00L</b>	<b>Português brasileiro A1</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs richtet sich an Teilnehmende ohne Vorkenntnisse. Es werden einfacher Grundwortschatz, alltägliche vertraute Redewendungen und grundlegende grammatikalische Kenntnisse vermittelt. Dabei wird die Aufmerksamkeit auf phonetische Besonderheiten der portugiesischen Sprache gelenkt. Interkulturelle und kulturelle Aspekte Brasiliens werden mitberücksichtigt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können einfache Fragen, Mitteilungen und Aufforderungen verstehen und formulieren.				
<b>851-0849-01L</b>	<b>Português brasileiro A2</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs richtet sich an Teilnehmende mit Grundkenntnissen des Portugiesischen (Niveau A1). Im Kurs werden Themen aus dem Alltagsleben behandelt und einfache Kommunikationsformen, wie sie sich im Alltagsleben ergeben, geübt. Lexikalische und sprachliche Strukturen werden in diesen Kontexten vermittelt. Interkulturelle und sozio-kulturelle Aspekte Brasiliens werden dabei berücksichtigt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können in einfachen Sätzen über sich und über Dinge aus dem Alltag sprechen und schreiben, an einfachen Alltagsgesprächen teilnehmen, einfache schriftliche Mitteilungen verstehen und verfassen, ein Ereignis in seiner zeitlichen Abfolge beschreiben, Wünsche, Vermutungen und Empfehlungen ausdrücken.				
<b>851-0849-02L</b>	<b>Português brasileiro B1</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs richtet sich an Teilnehmende mit Kenntnissen des Portugiesischen auf Niveau A2. Im Kurs werden Themen aus dem Alltagsleben behandelt und Kommunikationsformen, wie sie sich im Alltagsleben ergeben, geübt. Lexikalische und sprachliche Strukturen werden in diesen Kontexten vermittelt. Interkulturelle und sozio-kulturelle Aspekte Brasiliens werden dabei berücksichtigt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können alltägliche Situationen meistern und Erfahrungen, Ereignisse, Meinungen, Hoffnungen und Pläne in einfachen, zusammenhängenden Sätzen ausdrücken.				
<b>851-0826-05L</b>	<b>Italiano B2: Per il contesto accademico</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Nel corso vengono esercitate diverse forme della comunicazione accademica, tra cui il saggio scientifico, l'abstract, la relazione orale e l'handout.				
Lernziel	Il corso mira ad approfondire la padronanza della lingua accademica. Attraverso la lettura di testi scientifici e l'ascolto di lezioni universitarie gli studenti analizzano e studiano le strutture linguistiche di questi generi testuali e apprendono il vocabolario specialistico della propria materia.				
<b>851-0826-04L</b>	<b>Italiano B2-C1: Lingua e letteratura</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Il corso offre un approccio alla lingua italiana attraverso testi narrativi brevi, significativi sia per lessico e strutture linguistiche sia per i contenuti legati a realtà storiche e sociologiche tipiche per l'Italia. A presentazioni, orali e scritte, s'alternano discussioni sui testi, riflessioni sulla costruzione dei racconti ed esercizi volti ad ampliare le competenze lessicali e sintattiche.				

Lernziel	Obiettivi del corso sono: – comprendere testi complessi come lo sono i racconti letterari – saper cogliere sfumature di significato espresse tramite determinate scelte lessicali e sintattiche – sapersi esprimere in modo chiaro e differenziato – conoscere attraverso i testi narrativi brevi alcune realtà culturali e sociali caratteristiche dell'Italia.				
<b>851-0852-00L</b>	<b>Russisch II (A1.2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Russisch II führt zum Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als zweiter Teil eines fünfsemestrigen Russisch-Kurses geplant. Er führt weiter in die grundlegenden Bereiche der russischen Grammatik ein. Weitere Schwerpunkte liegen auf der Erweiterung des Grundvokabulars, der Lesekompetenz, der Konversation und der interkulturellen Kompetenz.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Leseverstehen und Hörverstehen auf dem Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Dazu werden folgende Inhalte erarbeitet: Die russische Schrift lesen und schreiben was jemand gerade macht / nicht macht; über Freizeitbeschäftigungen sprechen; sagen, ob man etwas gern / regelmässig macht; eine Meinung zu Tätigkeiten äussern; Uhrzeit und Wochentage angeben; Handlungen in der Vergangenheit benennen; über frühere und gegenwärtige Berufe, Tätigkeiten und Arbeitsstellen sprechen; die Art und Weise von Handlungen angeben; Telefongespräche führen; ein Interview in einer Zeitung lesen; die Abfolge und Dauer einer Handlung angeben; Souvenirs benennen.				
<b>851-0854-01L</b>	<b>Russisch IV (A2.2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Russisch IV führt zu Niveau A2.1 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als vierter Teil eines fünfsemestrigen Russisch-Kurses geplant. Der Kurs erweitert die Ausdrucksmöglichkeiten besonders in den Bereichen Reisen, Wohnen und Persönlichkeit und baut die Grammatikkenntnisse aus.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Leseverstehen und Hörverstehen auf dem Niveau A2.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Dazu werden folgende Inhalte erarbeitet: sich über Leistungen eines Hotels unterhalten; ein Gespräch an der Hotelrezeption führen; Zufriedenheit äussern; etwas reklamieren; Empfehlungen geben; Entfernungsangaben machen; sich über Wohnungen, ihre Lage, Einrichtung und Kosten unterhalten; Wohnungsanzeigen verstehen; beschreiben, wo sich jemand oder etwas befindet; Wünsche und Vorstellungen äussern; eine schriftliche Einladung mit Wegbeschreibung verstehen; das Äussere von Personen beschreiben; über Kleidung sprechen; Komplimente machen; Bitten äussern; Vergleiche ziehen; über Charakter und Eigenschaften von Personen sprechen; über Beziehungen und Freundschaft sprechen.				
<b>851-0855-01L</b>	<b>Russisch für Insider: Die Herkunftssprache erweitern (A2-C1)</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs richtet sich an Studierende mit Russisch als Herkunftssprache - also an Studierende, die ausserhalb des russischen Sprachraums aufgewachsen sind, die aber in ihrem familiären Umfeld (teilweise) Russisch sprachen oder sprechen und die bereits über mündliche Kenntnisse der Sprache verfügen (Niveau A2-C1). Kenntnisse der russischen Schrift sind erwünscht, aber nicht Bedingung.				
Lernziel	Die Teilnehmenden erweitern ihre Kompetenzen in der russischen Schrift und Orthographie sowie in Leseverstehen und Stilistik (betreffend die produktiven schriftlichen Kompetenzen) mit dem Ziel, das Russische auch ausserhalb des häuslichen Rahmens und besonders im universitären und beruflichen Umfeld einsetzen zu können. Die detaillierten Lernziele werden in den genannten Bereichen und unter Berücksichtigung der Vorkenntnisse und Bedürfnisse der Teilnehmenden zu Beginn des Kurses individuell festgelegt.				
<b>851-0862-00L</b>	<b>Arabisch II (A1.2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>3G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Arabisch II führt zu Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens. Der Kurs ist als zweiter Teil (Niveau A1.2) eines viersemestrigen Arabisch-Kurses geplant. Ziel des Kurses ist der Ausbau und die Festigung einer elementaren Sprachkompetenz auf der Ebene des Sprechens, des Hörverstehens, sowie des Lesens und Schreibens der arabischen Schrift.				

Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich und kulturell adäquat verhalten. Neben den Fertigkeiten Sprechen, Leseverstehen und Hörverstehen wird in diesem Semester auch dem Verfassen kurzer Texte besondere Bedeutung zugemessen. Grammatikalisch werden zentrale Themen wie Personalsuffixe und Genitivverbindung behandelt. Eingebettet in kommunikative Situationen werden folgende Inhalte erarbeitet: Seine persönliche Umwelt beschreiben (Wohnung, Familie, Studienort etc.), sich an einem Ort zurechtfinden, Informationen einholen (z.B. um eine Wohnung zu mieten) und einkaufen gehen.				
<b>851-0864-00L</b>	<b>Arabisch IV (A2.2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></p> <p><i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></p>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Arabisch IV führt zu Niveau A 2.1. Der Kurs ist als letzter Teil (Niveau A 1.2) eines viersemestrigen Arabisch-Kurses geplant. Ziel des Kurses ist die Erweiterung der Fähigkeit, sich über Alltägliches und einfache arabische Texte zu unterhalten.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Leseverstehen und Hörverstehen auf dem Niveau A2.2 des Europäischen Referenzrahmens. Sie können sich miteinander in der Zielsprache über Inhalte einfacher arabischer Texte unterhalten. Sie haben den Erwerb der arabischen Kerngrammatik abgeschlossen und können die Sprache mit Hilfe einer Grammatik auch selbständig weiter erschliessen.				
<b>851-0866-03L</b>	<b>Arabisch: Dialektkurs Ägyptisch (A2.1)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></p> <p><i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></p>				
Kurzbeschreibung	Der Dialektkurs Ägyptisch führt in die arabische Umgangssprache von Kairo ein, welche in der gesamten arabischen Welt verstanden wird. Im Fokus liegen mündlicher Ausdruck und Hörverstehen. Er baut auf guten Grundlagen in Hocharabisch (Fusha) auf.				
Lernziel	Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, und Hörverstehen und in geringerem Masse auch Leseverstehen auf dem Niveau A2.1 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau kultureller Kompetenzen. Die Teilnehmenden können sich in einem ägyptisch-sprachigen Umfeld sprachlich und kulturell adäquat verhalten. Eingebettet in kommunikative Situationen werden Inhalte erarbeitet, die sich vorwiegend auf typische Situationen bei einem Aufenthalt in einem arabischen Land beziehen: über sich und sein Umfeld sprechen, sich zurechtfinden, Verkehrsmittel benutzen, Informationen einholen, einkaufen und essen gehen etc.				
<b>851-0876-00L</b>	<b>Chinesisch II (A1.2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></p> <p><i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></p>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Chinesisch II führt zu Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens. Der Kurs bietet eine Fortsetzung der Kenntnisse in der modernen chinesischen Standardsprache sowie in der chinesischen Schrift. Ziel ist die Verständigung und Bewältigung in einfachen Alltagssituationen. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich und kulturell adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf der mündlichen Sprachkompetenz auf dem Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens, wobei die Lese- und Schreibkompetenzen gleichzeitig gefördert werden. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Es werden ca. 200 neue Schriftzeichen gelernt. (Die Schriftzeichenkenntnisse umfassen nach zwei Semestern ca. 400 Schriftzeichen.) Eingebettet in kommunikative Situationen werden folgende Inhalte erarbeitet: - einen Tagesablauf beschreiben - sich über die aktuelle Studiensituation unterhalten - Hobbys - sich verabreden - Restaurantbesuch				
<b>851-0878-00L</b>	<b>Chinesisch IV (A2.2)</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende
	<p><i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a></p> <p><i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a></p>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Chinesisch IV führt zu Niveau A2.2. des Europäischen Referenzrahmens. Der Kurs bietet eine Erweiterung der Kenntnisse in der modernen chinesischen Standardsprache sowie in der chinesischen Schrift. Ziel ist die Verständigung und Bewältigung von komplexeren Alltagssituationen. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich und kulturell adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf der mündlichen Sprachkompetenz auf dem Niveau A2.2 des Europäischen Referenzrahmens, wobei die Lese- und Schreibkompetenzen gleichzeitig gefördert werden. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Es werden ca. 200 neue Schriftzeichen gelernt. (Die Schriftzeichenkenntnisse umfassen nach vier Semestern 800 Schriftzeichen.) Eingebettet in kommunikative Situationen werden folgende Inhalte erarbeitet: - eine Wohnung finden, - Kommunikation bei Problemen mit dem Vermieter - Reisen				
<b>851-0880-00L</b>	<b>Japanisch II (A1.2)</b>	<b>W</b>	<b>3 KP</b>	<b>4G</b>	Uni-Dozierende

Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	Der Kurs Japanisch II führt zum Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als zweiter Teil eines fünfsemestrigen Japanischkurses geplant. Er führt weiter in das Grundvokabular und die japanischen Satzstrukturen ein. Im Zentrum steht die Erweiterung der Handlungsfähigkeit und des Ausdrucksrepertoires sowie die Nutzung der beiden Silbenschriften und die Einführung in die Kanji-Zeichen.
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten und sinnvoll strukturierte Texte zu Ihrem Alltag verfassen und auf dem Computer in sino-japanischer Mischschrift schreiben. Der Schwerpunkt liegt auf einer gleichmässigen Förderung des Sprechens, Hörens, Schreibens sowie Lesens auf dem Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Dazu werden folgende Inhalte erarbeitet: Einladen, ablehnen, sich verabreden; Freizeit; Vorlieben; Familie; vorschlagen.

<b>851-0882-01L</b>	<b>Japanisch IV (A2.2)</b> Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
---------------------	---	----------	-------------	-----------	----------------

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	Der Kurs Japanisch IV führt zu Niveau A2.2 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als vierter Teil eines fünfsemestrigen Japanischkurses geplant. Im Zentrum stehen das Training der japanischen Umgangssprache, die Lektüre allgemeinsprachlicher Texte in sino-japanischer Mischschrift, das Anwenden und Erweitern des Grundvokabulars und der Satzstrukturen sowie das Training des Hörverstehens.
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf einer gleichmässigen Förderung des Sprechens, Hörens, Schreibens sowie Lesens auf dem Niveau A2.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Dazu werden folgende Inhalte erarbeitet: Vorhaben schildern, etwas vorsorglich tun, Hörensagen, Dienstleistung erbitten usw.

<b>851-0834-20L</b>	<b>Neugriechisch II (A1.2)</b> Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
---------------------	---	----------	-------------	-----------	----------------

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	Der Kurs Neugriechisch II führt zum Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als zweiter Teil eines viersemestrigen Neugriechischkurses geplant. Ziel des Kurses ist der Erwerb elementarer Sprachkompetenz auf der Ebene von Sprechen, Hörverstehen und Lesen / Schreiben der griechischen Schrift. Ferner stehen Erweiterung von Vokabular und Grundgrammatik sowie Aussprachetraining im Zentrum.
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Sie können einfache Sätze in Vergangenheit und Zukunftsform bilden. Sie können kurze Texte beschreibenden Inhaltes verfassen. Sie können einige Informationen aus griechischen Internetseiten zu den behandelten Themen in ihren Grundzügen herausfiltern.  Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Hörverstehen und Leseverstehen auf dem Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Dazu werden eingebettet in kommunikative Situationen folgende Inhalte erarbeitet: Über Arbeitsrhythmus oder Ferienpläne berichten; Auskunft über Zeit, Datum, Wochentag, Monat, Namenstag, Geburtstag und andere Feiertage geben; über das Wetter sprechen; eine Reise buchen; sich nach einer Ortschaft erkundigen; mit Freunden abmachen und über Freizeitgestaltung sprechen.

<b>851-0834-21L</b>	<b>Neugriechisch IV (A2.2)</b> Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
---------------------	---	----------	-------------	-----------	----------------

Kursgebühren:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	Der Kurs Neugriechisch IV führt zu Niveau A2.1 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als letzter Teil eines viersemestrigen Neugriechischkurses geplant. Ziel des Kurses ist der Erwerb erweiterter Sprachkompetenz auf der Ebene von Sprechen, Hörverstehen, Lesen und Schreiben. Ferner stehen grammatische Strukturen, Erweiterung von Wortschatz und Verbesserung von Ausdrucksfähigkeit im Zentrum.
------------------	--

Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Sie können den Unterricht auf Griechisch bestreiten. Sie können über hypothetische oder reale Möglichkeiten sprechen. Sie können den Verbalaspekt der Dauer in Vergangenheit und Zukunft richtig einsetzen. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Leseverstehen, Hörverstehen und Schreiben auf dem Niveau A2.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Dazu werden eingebettet in kommunikative Situationen folgende Inhalte erarbeitet: Beschreibungen verfassen; die eigene Meinung abgeben und jemanden um seine Meinung fragen; Einen Wetterbericht verstehen und wiedergeben; über Probleme bei der Reise sprechen; Fotos beschreiben; über Hobbys sprechen; erzählen, was früher war; über Umweltprobleme diskutieren; diverse Berufe und Arbeitsorte kennen; Kochrezepte verstehen und wiedergeben.				
<b>851-0889-00L</b>	<b>Schwedisch I A1.2</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Schwedisch I führt zu Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als erster Teil eines zweisemestrigen Schwedischkurses geplant. Ziel des Kurses ist der Erwerb einer elementaren Sprachkompetenz auf der Ebene des Sprechens, des Hörverstehens sowie des Lesens und Schreibens.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Leseverstehen und Hörverstehen auf dem Niveau A1.2 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Eingebettet in kommunikative Situationen werden folgende Inhalte erarbeitet: sich begrüßen, sich vorstellen und über sich sprechen (u.a. persönliche/berufliche Identität, Interessen); Informationen erfragen und Dienstleistungen erbitten.				
<b>851-0889-02L</b>	<b>Schwedisch II A2.1</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs Schwedisch II führt zum Niveau A2.1 des Europäischen Referenzrahmens. Er ist als zweiter Teil eines zweisemestrigen Schwedischkurses geplant. Ziel des Kurses ist der Erwerb einer erweiterten Sprachkompetenz auf der Ebene des Sprechens, des Hörverstehens sowie des Lesens und Schreibens.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Bereichen sprachlich adäquat verhalten. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Sprechen, Hörverstehen und Leseverstehen auf dem Niveau A2.1 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Eingebettet in kommunikative Situationen werden folgende Inhalte erarbeitet: Über Verwandtschaft und Familie sprechen, über Vergangenes sowie Zukünftiges sprechen; sagen, was man (nicht) mag; seine Meinung ausdrücken; nach Informationen fragen (u.a. Wegbeschreibung, Wetter).				
<b>851-0849-03L</b>	<b>Português brasileiro A2-B2: Música popular urbana</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Através de temas específicos da música popular urbana no Brasil, os participantes são capazes de compreender brevemente alguns aspectos da cultura brasileira e da história do Brasil relacionando-os com os diferentes gêneros musicais, períodos de expressão artística e principais compositores e intérpretes da música brasileira.				
Lernziel	O objetivo do curso é expor os participantes à linguagem a partir de uma abordagem musical através de recursos linguísticos e culturais para que desenvolvam destrezas de aprendizagem e aprimorem suas habilidades orais e escritas.				
<b>851-0816-07L</b>	<b>Français B2-C1 : Langue et littérature</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Le cours propose aux participant-e-s la lecture de récits brefs, afin, d'une part, de les sensibiliser aux dimensions linguistiques et aux enjeux culturels francophones, et, d'autre part, de leur permettre d'améliorer leurs capacités orales en français, principalement à travers des présentations orales.				
Lernziel	Le cours a pour premier objectif de développer la compréhension écrite et, plus particulièrement, d'affiner la perception des significations implicites et de la dimension culturelle présentes dans les œuvres littéraires proposées en lecture. De façon complémentaire, il vise à sensibiliser les participant-e-s aux enjeux culturels contemporains du monde francophone. Le cours vise en second lieu à améliorer les compétences orales, plus spécifiquement la production d'exposés structurés et l'expression d'une opinion personnelle, précise et nuancée.				
<b>851-0826-06L</b>	<b>Italiano B2-C1: Fuori dall'aula</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende

Kursgebühren:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

**Kurzbeschreibung** Il corso permette di esercitare l'italiano in un contesto reale, alla Kunsthaus di Zurigo, ascoltando le audioguide in italiano, discutendo delle opere d'arte.  
Il corso alterna sette lezioni in classe e sette lezioni alla Kunsthaus. A casa i singoli studenti approfondiscono tramite letture e preparano presentazioni orali e resoconti scritti.

**Lernziel** Il corso prende come spunto l'arte per esercitare tutte e quattro le competenze linguistiche: leggere, scrivere, parlare e ascoltare. Svariate attività permettono di approfondire e praticare il vocabolario e le strutture linguistiche necessarie per le situazioni comunicative del corso. I testi scritti a casa vengono inoltre regolarmente corretti e gli errori più rilevanti vengono tematizzati in classe.

---

**851-0826-03L Italiano B2-C1: Strutture della lingua** **W** **2 KP** **2G** Uni-Dozierende  
*Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.*

Kursgebühren:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

**Kurzbeschreibung** Il corso offre l'opportunità di approfondire e ampliare la conoscenza di complesse strutture morfosintattiche. Lo scopo è quello di migliorare la capacità di capire ed esprimere contenuti complessi. L'obiettivo del corso è quello di comprendere un'ampia gamma di testi e di essere in grado di esprimersi in modo chiaro ed efficace nell'orale e nello scritto in situazioni diverse.

**Lernziel** Vengono approfondite le possibilità di esprimere un pensiero articolato mediante diversi tipi di frasi subordinate, tra cui frasi consecutive, concessive, ipotetiche e il discorso indiretto.  
Si esercitano la concordanza dei tempi e dei modi verbali e altri aspetti grammaticali che pongono spesso problemi a livello avanzato (uso degli articoli e dei pronomi; accordo di aggettivi e participi passati; scelta delle preposizioni; ordine delle parole e dei complementi). Contemporaneamente si lavora al costante ampliamento del lessico

---

**851-0846-03L Español B2: Gramática y comunicación** **W** **2 KP** **2G** Uni-Dozierende  
*Findet dieses Semester nicht statt.*  
*Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.*

Kursgebühren:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

**Kurzbeschreibung** Los temas gramaticales más importantes del curso son: la sistematización de los tiempos del pasado, construcciones subordinadas, marcadores y conectores, estilo indirecto, perífrasis verbales y verbos de cambio. Asimismo, temas gramaticales que aún en niveles avanzados presentan dificultad: ser/estar, por/para, indicativo/subjuntivo, etc.

**Lernziel**  
– Comprensión de textos orales y escritos sobre temas actuales, así como de carácter científico que estén dentro del campo de especialización de los alumnos.  
– Capacidad de analizar puntos de vista.  
– Producción oral y escrita de textos claros y detallados sobre temas relacionados con el campo de especialización de los alumnos, en los que se adopten posturas y puntos de vista concretos.

---

**851-0856-06L Español B2-C1: Realidades del mundo hispano** **W** **2 KP** **2G** Uni-Dozierende  
*Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.*

Kursgebühren:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

**Kurzbeschreibung** El curso pretende presentar al estudiante una visión de la realidad actual de la comunidad hispanohablante en el mundo, fundamentalmente a través de textos con relevancia periodística. Mediante el método de trabajo, se busca que el alumno practique las siguientes destrezas: lectura, escritura e interacción oral. Para ello, contaremos con actividades de lectura y escritura así como con debates.

**Lernziel** El curso focaliza un país o una región semanalmente, con lo cual se puede profundizar en mayor medida que en una visión general. Por otro lado, las perspectivas desde las que se pueden abordar, cada semana, los diferentes países son múltiples, estimulando así el propio interés de los diferentes estudiantes.

El curso se plantea como una toma de contacto con las sociedades que conforman el mundo hispano desde una perspectiva doble: por una parte desde la perspectiva de las diferentes naciones de las que está compuesta esa comunidad internacional y, por otro, con diferentes aspectos que las definen: política, actualidad, costumbres, cultura, etc.

---

**851-0846-02L Español B2-C1: Lengua y cine** **W** **2 KP** **2G** Uni-Dozierende  
*Findet dieses Semester nicht statt.*  
*Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.*

Kursgebühren:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html>

Anmeldetermine:  
<https://www.sprachenzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html>

Kurzbeschreibung	El curso presenta temas específicos de regiones o países hispanos a través del cine, tomando en cuenta el espectro geopolítico y cultural del idioma español.				
Lernziel	El curso aborda formas de trabajo enfocadas en la observación visual, el desarrollo de ideas, la presentación e interacción. Se proveen elementos básicos de técnicas de rodaje. El participante se familiariza con imágenes, costumbres, diálogos y vocabulario, llevando a cabo una observación y luego un análisis y comentario de estos elementos. Asimismo, se elaboran glosarios de diversas regiones lingüísticas.				
<b>851-0865-01L</b>	<b>Arabisch V B1</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Der Kurs befasst sich mit moderner arabischer Poesie, wobei auch der Geschichte und Entwicklung der arabischen Poesie Raum gegeben wird. Die Teilnehmenden lesen arabische Gedichte, wobei diese über arabische Prosatexte historisch verortet werden. Der konkreten Adaptierung der Gedichte (z.B. ihre Vertonung oder Verwendung für politische Zwecke) wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt.				
Lernziel	Die Teilnehmenden entwickeln ein Verständnis für die kulturelle Bedeutung der arabischen Poesie in Geschichte und Gegenwart. Sie können sprachlich einfachere Werke moderner Autoren lesen und verstehen.				
<b>851-0826-07L</b>	<b>Italiano B2: Forme e strategie di comunicazione</b> <i>Findet dieses Semester nicht statt.</i> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	I partecipanti approfondiscono • come esprimere la propria opinione e formulare ipotesi, in differenti sequenze e prospettive temporali • come riferire notizie, informazioni, domande • strutture grammaticali e lessicali a livello B2 Testi su argomenti quotidiani forniscono il contesto. Attività di interazione permettono la pratica. Esercizi scritti individuali consolidano le competenze.				
Lernziel	Obiettivi del corso sono: • esprimersi in modo differenziato ricorrendo a formulazioni e strutture adeguate all'orale ed allo scritto come anche alla situazione comunicativa • usare in maniera adeguata attuali strumenti come DeepL, Chat GPT per migliorare il processo di apprendimento				
<b>851-0881-04L</b>	<b>Japanisch I A1.1 (Teil 1) ■</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>2 KP</b>	<b>2G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Dieser Kurs ist der erste Teil eines zweisemestrigen Kurses, in welchem der ganze Inhalt von Japanisch I A1.1 erlernt wird. Ziel des Kurses ist der Erwerb eines Grundvokabulars und grundlegender Satzstrukturen für die Verständigung im Alltag sowie die Einführung der Silbenschriften Hiragana und Katakana sowie deren Nutzung für die Textverarbeitung auf dem Computer.				
Lernziel	Die Teilnehmenden können sich in ausgewählten Alltagssituationen sprachlich adäquat verhalten. Dabei werden speziell auch eine akademische Umgebung und das studentische Leben berücksichtigt. Die Kurse Japanisch I (Teil 1) und Japanisch I (Teil 2) setzen sich zum Ziel, in zwei Semestern den ganzen Inhalt von Japanisch I A1.1 zu erlernen. Sie sind so konzipiert, dass vielbeschäftigte Teilnehmende, die nur einmal pro Woche am Japanischunterricht teilnehmen können, im Laufe von zwei Semestern langsam, aber stetig die A1.1-Kenntnisse erwerben können. Der Schwerpunkt liegt auf einer gleichmässigen Förderung des Sprechens, Hörens, Schreibens sowie Lesens auf dem Niveau A1.1 des Europäischen Referenzrahmens sowie dem Aufbau einer kulturellen Kompetenz. Zusätzlich werden die zwei Silbenschriften und der Umgang mit japanischer Textverarbeitung auf dem Computer erlernt. Dazu werden eingebettet in kommunikative Situationen folgende Inhalte erarbeitet: Sich begrüssen, sich vorstellen und über sich sprechen (persönliche und berufliche Identität, Interessen usw.).				
<b>851-0827-03L</b>	<b>Français B2: Société et questions d'actualité</b> <i>Der Kurs muss direkt beim "Sprachzentrum der UZH und der ETH Zürich" belegt werden.</i>	<b>W</b>	<b>1 KP</b>	<b>1G</b>	Uni-Dozierende
	<i>Kursgebühren:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse/Kursgebuehren1.html</a>				
	<i>Anmeldetermine:</i> <a href="https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html">https://www.sprachzentrum.uzh.ch/de/Sprachkurse.html</a>				
Kurzbeschreibung	Ce cours propose aux participant-e-s la lecture et une réflexion en commun de textes critiques consacrés à des thématiques de société qui s'imposent régulièrement dans l'agenda francophone de l'actualité, afin d'enrichir les connaissances culturelles, d'améliorer spécifiquement les compétences lexicales à l'écrit et à l'oral, ainsi que l'expression orale d'une opinion personnelle complexe.				
Lernziel	Le cours a pour objectif essentiel de développer la compréhension et l'expression écrites et, plus particulièrement, d'explorer les dimensions implicites et culturelles de textes de nature différente (écrits académiques, essais, journalisme d'investigation). Ce cours entend ainsi permettre l'amélioration des compétences linguistiques des participant-e-s par l'acquisition de vocabulaire précis et spécifique à un contexte particulier. Il s'agit aussi de les sensibiliser à la dimension argumentative, aux mots ou expressions articulant l'écrit, ainsi qu'aux formes de discours et aux registres de langue.				

### Wissenschaft im Kontext (Science in Perspective) - Legende für Typ

O	Obligatorisch	W	Wählbar für KP
W+	Wählbar für KP und empfohlen	E-	Empfohlen, nicht wählbar für KP
Dr	Für Doktorat geeignet	Z	Zusatzangebot zum VLV

### Legende für Umfang

V	Vorlesung	P	Praktikum
G	Vorlesung mit Übung	A	Arbeit / selbständige Arbeit
U	Übung	D	Diplomarbeit
S	Seminar	R	Repetitorium / Selbststudium
K	Kolloquium		

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

KP Kreditpunkte

- Für Fachstudierende und Hörer/-innen ist eine Spezialbewilligung der Dozierenden notwendig.